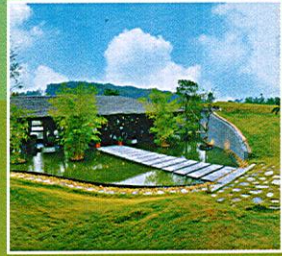
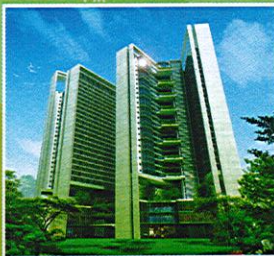


KT-2.144

GS.TSKH PHẠM NGỌC ĐĂNG (Chủ biên) - PGS.TS NGUYỄN VIỆT ANH
THS.KTS PHẠM THỊ HẢI HÀ - GVC.TS NGUYỄN VĂN MUÔN

CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ



GS.TSKH PHẠM NGỌC ĐĂNG

- **Sinh ngày:** 10-10-1937
- **Quê quán:** Gia Thắng, Gia Viễn, Ninh Bình
- **Học vị:** KS Đại học Bách khoa HN 1959; TS 1973 và TSKH 1978 tại Đại học Quốc gia Xây dựng Moskva
- **Giảng dạy:** ở ĐH Bách Khoa (1959 - 1966), ĐH Xây dựng (1966 - 2008)
- **Danh hiệu:** Nhà giáo Ưu tú 1988, Nhà giáo Nhân dân 2002
- **Học hàm:** Phó Giáo sư 1984, Giáo sư 1991
- **Chức vụ:** Hiệu phó (1980 - 1982); Hiệu trưởng ĐH Xây dựng (1982 - 1990). **Các chức vụ do Thủ Tướng CP bổ nhiệm:** Tổng thư ký HĐ Học hàm Nhà nước (1990 - 1997), Chủ tịch HĐ Giáo sư Liên ngành XD-KT (1995 - 2007); Ủy viên HĐ KH Bảo vệ Thi hài Chủ tịch Hồ Chí Minh (1992 - 2000), Ủy viên Hội đồng Quốc gia về PTBV và Nâng cao Năng lực cạnh tranh (2009 - 2015)
- **Hội KHKH:** Chủ tịch Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam (1986 - đến nay), Phó Chủ tịch Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam (2006 - đến nay).
- **Bằng độc quyền sáng chế:** Lò đốt chất thải công nghiệp nguy hại (đồng tác giả), số 5710 (ngày 12-6-2006); **Giấy chứng nhận quyền tác giả:** Mái nhà phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới (đồng tác giả), số 87-52-014 (ngày 26-1-1988).
- **Các công trình khoa học:** Có khoảng 150 bài báo KH đã được đăng trên các Tuyển tập công trình, các Tạp chí ở trong nước và ngoài nước, và 18 quyển sách đã được xuất bản.



THƯ VIỆN
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

GS.TSKH PHẠM NGỌC ĐĂNG (*Chủ biên*) - PGS.TS NGUYỄN VIỆT ANH
THS.KTS PHẠM THỊ HẢI HÀ - GVC.TS NGUYỄN VĂN MUÔN

CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM

(Tái bản)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2016





**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

LỜI NÓI ĐẦU

Trước khi giới thiệu về bối cảnh ra đời của quyển sách, mục tiêu, nội dung biên soạn và đối tượng phục vụ của sách, tác giả sách muốn trao đổi với các độc giả để thống nhất khái niệm về một số thuật ngữ được nhắc đi, nhắc lại nhiều lần trong quyển sách này, đó là các thuật ngữ: Công trình xanh, Kiến trúc xanh, Thành phố xanh hay thành phố bền vững môi trường. Trên cơ sở tham khảo rất nhiều tài liệu quốc tế như trình bày trong chương I của quyển sách này, chúng tôi Việt Nam hóa định nghĩa 3 thuật ngữ trên như sau đây:

- **Công trình xanh** là công trình xây dựng mà trong cả vòng đời của nó, từ giai đoạn lựa chọn địa điểm xây dựng, thiết kế, thi công xây dựng, giai đoạn sử dụng, vận hành, cho đến giai đoạn sửa chữa, nâng cấp, tái sử dụng, đều đạt được hiệu quả cao và tiết kiệm sử dụng năng lượng, tài nguyên nước, vật liệu và giảm thiểu các tác động xấu đến sức khỏe của con người và môi trường xung quanh, sản sinh ra chất thải ô nhiễm môi trường ít nhất và tạo ra điều kiện sống tốt nhất cho người sử dụng.

- **Kiến trúc xanh** là công trình kiến trúc được áp dụng một cách sáng tạo các giải pháp thiết kế kỹ thuật kiến trúc thân thiện với thiên nhiên và môi trường, sử dụng hiệu quả năng lượng, tài nguyên nước, vật liệu, hài hòa kiến trúc với cảnh quan và sinh thái tự nhiên, tạo ra điều kiện sống tốt nhất cho người sử dụng.

- **Thành phố xanh** hay **thành phố bền vững môi trường** là thành phố được thiết kế và xây dựng trong điều kiện cân nhắc các tác động môi trường ở vị trí hàng đầu, không những chú ý đến sự thịnh vượng cuộc sống của dân cư đô thị, giảm thiểu nhu cầu tài nguyên đầu vào của thành phố (năng lượng, nước, vật liệu và thực phẩm), mà còn phải bảo đảm thành phố sản sinh ra chất thải ô nhiễm môi trường ít nhất; thành phố bảo tồn đa dạng sinh học, bảo đảm không khí sạch, nước sạch, đất sạch và điều kiện sống tốt nhất cho dân cư đô thị.

Phát triển kinh tế - xã hội rất mạnh mẽ trên toàn thế giới trong thế kỷ 20, đặc biệt là ở các nước phát triển, không kèm theo các giải pháp bảo vệ môi trường (BVMT) tương ứng, đã gây ra sức ép rất to lớn lên tài nguyên và môi trường tự nhiên, đã làm cho môi trường ngày càng bị ô nhiễm, tài nguyên thiên nhiên ngày càng bị suy thoái và cạn kiệt, năng lượng bị khủng hoảng, gây ra biến đổi khí hậu (BĐKH), đe dọa sự sinh tồn của cả loài người.

Vào những năm 70 của thế kỷ trước, thế giới đã nhận ra môi trường toàn cầu đã bị hủy hoại nghiêm trọng chính do các hoạt động của con người gây ra. Môi trường bị hủy hoại có nguy cơ gây ra thảm họa sinh thái trên hành tinh đối với nhân loại. Để cứu lấy Trái Đất - ngôi nhà chung của chúng ta, Liên Hiệp Quốc đã triệu tập Hội nghị Thượng đỉnh Trái đất đầu tiên về "Môi trường và Con người", họp ngày 5 tháng 6 năm 1972 tại Stockholm, Thụy Điển, từ đó nhiều nước đã kỷ niệm ngày 5/6 hàng năm là "Ngày Môi trường Thế Giới". Sau 20 năm, Hội nghị Thượng đỉnh Trái đất về "Môi trường và Phát triển" tại Rio de Janeiro, Brazil, năm 1992, đã ra Tuyên ngôn Rio về "Chương trình Nghị sự 21". Hội nghị Thượng đỉnh Thế giới Rio + 10 về "Phát triển Bền vững" ở Johannesburg, Nam Phi, năm 2002, đã ra Tuyên ngôn về cam kết thực hiện "Phát triển bền vững (PTBV)". Tinh thần cơ bản của Hội nghị Thượng đỉnh Trái Đất lần này là đánh giá tiến trình phát triển bền vững của thế giới và đề ra kế hoạch thực hiện trong thời gian tới. Hội nghị Thượng đỉnh Trái Đất Rio + 20 tại Rio de Janeiro, Brazil, năm 2012, đã bàn về "Tăng trưởng kinh tế xanh" để đảm bảo PTBV. Vì vậy từ năm 1992 phát triển bền vững và nay là tăng trưởng kinh tế xanh đã trở thành quốc sách hàng đầu của tất cả các nước trên thế giới, trong đó có nước ta.

Trong 20 năm qua thực hiện phát triển kinh tế gắn với BVMT ở nước ta, nhất là sau khi Định hướng Chiến lược Phát triển Bền vững (Chương trình Nghị sự 21) của Việt Nam được ban hành theo Quyết định số 153/2004/QĐ-TTg, ngày 17/8/2004, của Thủ tướng Chính phủ, nước ta đã đạt được nhiều thành tựu đáng kể trong sự hài hòa ba lĩnh vực: phát triển kinh tế, phát triển xã hội và bảo vệ môi trường, trong đó có đóng góp đáng kể của ngành xây dựng. Bên cạnh đó, công cuộc thực hiện phát triển bền vững (PTBV) ở nước ta vẫn còn nhiều hạn chế và thách thức: môi trường ngày càng bị ô nhiễm, tài nguyên thiên nhiên ngày càng bị suy thoái, nguồn tài nguyên năng lượng ngày càng khan hiếm, tác động của BĐKH đối với nước ta ngày càng hiện hữu, phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH) còn chưa bền vững. Trong giai đoạn hiện nay, nước ta đang từng bước, cùng với cộng đồng quốc tế quyết tâm vượt qua các thách thức, rào cản, hướng tới một xã hội các-bon thấp/tăng trưởng xanh, PTBV.

Ngành xây dựng, đặc biệt là phát triển xây dựng đô thị, trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, có thể tiêu thụ tới 70% vật liệu tự nhiên và 40% năng lượng quốc gia, tiêu thụ khoảng 30% nguồn nước sạch phục vụ phát triển KT-XH, đồng thời gây ra ô nhiễm môi trường nước, không khí, đất và chất thải rắn, sản sinh ra khoảng 30% "khí nhà kính" gây ra BĐKH. Vì vậy, nếu ngành xây dựng không bảo đảm PTBV thì sẽ ảnh hưởng rất lớn đến PTBV của quốc gia.

Ngày 3/9/2003 Chính phủ đã ban hành Nghị định số 102/2003/NĐ-CP về việc "Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả", trong đó đề cập đến vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các công trình xây dựng. Ngày 14/4/2006, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 79/2006/QĐ-CP về việc Phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Bộ Xây dựng được giao chủ trì thực hiện nội dung "Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong toà nhà". Gần đây nhất, ngày 25/9/2012 Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược Quốc gia về Tăng trưởng Xanh, theo Quyết định số 1393/QĐ-TTg.

Các Nghị định, Quyết định nêu trên là rất quan trọng, tạo cơ sở pháp lý vững chắc cho việc phát triển công trình xây dựng tiết kiệm năng lượng - một tiêu chí quan trọng nhất của phát triển công trình xây dựng xanh ở nước ta. Tuy vậy, cho đến nay ở nước ta phát triển công trình xây dựng xanh đang ở giai đoạn ban đầu, vẫn chậm trễ khoảng 15 năm so với nhiều nước trên Thế giới, Nhà nước ta vẫn chưa ban hành chiến lược hay kế hoạch phát triển công trình xây dựng xanh.

Phát triển công trình xây dựng xanh, chính là phát triển ngành xây dựng thích ứng với BĐKH, cũng là sự cam kết thực hiện PTBV có hiệu quả nhất của ngành xây dựng đối với sự nghiệp PTBV của quốc gia. Phát triển công trình xây dựng xanh cũng là hoạt động rất quan trọng nhằm thực hiện Chiến lược Quốc gia về Tăng trưởng Xanh.

Phát triển công trình xây dựng xanh mang lại nhiều lợi ích về kinh tế, xã hội và môi trường cho bản thân chủ đầu tư công trình, cũng như cho xã hội và quốc gia, như là:

- Tiết kiệm và sử dụng hợp lý năng lượng, giảm thiểu phát thải "khí nhà kính", gây BĐKH, mà đỉnh cao nhất đạt được là công trình "Zero" năng lượng, tức là năng lượng do công trình tự sản sinh ra cân bằng với năng lượng tiêu thụ của công trình;

- Tiết kiệm sử dụng tài nguyên nước sạch, tái sử dụng nước thải, thu gom và sử dụng nước mưa, giảm thiểu úng ngập mùa mưa, dự trữ nước cho mùa hạn hán;

- Tiết kiệm vật liệu xây dựng và sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường;

- Nâng cao chất lượng môi trường sống trong công trình, tăng cường sức khỏe và hiệu suất lao động của người sử dụng;

- Giảm thiểu các loại chất thải gây ô nhiễm môi trường;

- Bảo đảm các hệ sinh thái khu vực xây dựng công trình phát triển tự nhiên;

- Công trình được thiết kế và xây dựng phù hợp với điều kiện thiên nhiên nên có tính bền vững lâu dài hơn;

- Chi phí vận hành, chi phí bảo dưỡng công trình nhỏ hơn rất nhiều so với công trình được thiết kế xây dựng thông thường;

- Giá đầu tư xây dựng công trình xanh có thể ít hơn hoặc nhiều hơn từ 5 - 10% tùy theo công trình cụ thể so với công trình thông thường, nhưng nói chung chi phí vận hành thấp hơn, nên tổng chi phí đầu tư và chi phí sử dụng công trình xanh về lâu dài luôn luôn nhỏ hơn so với công trình thông thường.

Ông Richard Fedrizi - Chủ tịch Hội đồng Công trình xanh Hoa Kỳ (USGBC), năm 1999 đã viết: "Cuộc cách mạng công trình xanh đang diễn ra ở mọi nơi, mọi lúc. Nó đang làm biến đổi thị trường nhà đất, nhà ở và lối sống của cộng đồng. Nó là một phần của cuộc cách mạng Phát triển Bền vững rộng lớn, có thể biến đổi mọi thứ chúng ta đã biết. Cuộc cách mạng này làm thay đổi môi trường xây dựng bằng cách tạo ra hiệu quả sử dụng năng lượng, sức khỏe, các công trình hữu ích để giảm thiểu tác động đáng kể của công trình đối với cuộc sống đô thị, môi trường địa phương, khu vực và toàn cầu".

Xu hướng phát triển công trình xây dựng xanh được khởi đầu từ năm 1990 do tổ chức Nghiên cứu Xây Dựng Anh (Building Research Establishment - BRE) cùng với một số tổ chức nghiên cứu tư nhân của Anh quốc đã đưa ra phương pháp đánh giá môi trường đối với công trình, được gọi là phương pháp hay bộ tiêu chí BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) với mục đích chỉ đạo thực tiễn xây dựng công trình xanh một cách có hiệu quả để giảm thiểu tác động tiêu cực của hoạt động xây dựng đối với môi trường khu vực và toàn cầu. Năm 1991 do sáng kiến của một số nhà đầu tư tư nhân ở Hoa Kỳ đã thiết kế và xây dựng một số ngôi nhà có chất lượng môi trường tốt và sử dụng tiết kiệm năng lượng. Các ngôi nhà này đã trở thành kiểu mẫu về công trình xanh, thu hút sự quan tâm của nhiều chuyên gia xây dựng, kiến trúc và môi trường của Hoa Kỳ. Đến năm 1993 các chuyên gia này đã phối hợp với nhau thành lập Hội đồng Công trình Xanh của Mỹ (US Green Building Council - USGBC), đã đề ra bộ tiêu chí đánh giá và công nhận "Công trình Xanh" theo các mức Kim cương, Vàng và Bạc khác nhau, được gọi là "Chỉ dẫn thiết kế môi trường và năng lượng" (Leadership in Energy and Environmental Design - viết tắt là LEED). Tiếp theo là Canada cũng đã hình thành xu hướng phát triển công trình xanh từ năm 1998. Xu hướng phát triển xây dựng xanh từ Anh, Mỹ, Canada đã phát triển rất mạnh mẽ và nhanh chóng lan rộng ra rất nhiều nước trên thế giới, nên ngày nay người ta còn gọi đây là "Cuộc cách mạng xây dựng xanh" trên thế giới.

Đến nay trên thế giới có khoảng gần 100 nước đã triển khai phát triển công trình xây dựng xanh của nước mình, trong đó Hội đồng Công trình xanh Việt Nam (VGBC) được thành lập năm 2007, do người nước ngoài khởi xướng và

được sự bảo trợ của Quỹ đô thị Xanh của bang California (USA). Hội Kiến trúc sư Việt Nam đã thành lập Hội đồng Kiến trúc Xanh Việt Nam vào năm 2011. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã thành lập Hội đồng Xây dựng Xanh Việt Nam (GBC Việt Nam) cũng vào năm 2011. Theo chúng tôi thì đã đến lúc cần phải bàn đến sự hợp nhất 3 tổ chức Hội đồng này để trở thành một Hội đồng công trình Xanh duy nhất của Việt Nam. Hội đồng Công trình Xanh Thế giới (WGBC) được thành lập từ năm 2000, trụ sở đặt ở Canada. Phần lớn Hội đồng Công trình Xanh ở các nước trên thế giới là tổ chức NGO, một số ít là tổ chức chuyên môn thuộc chính quyền Nhà nước quản lý.

Năm 2012, Bộ Xây dựng đã giao cho Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam chủ trì thực hiện Đề tài "Nghiên cứu Xây dựng Chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030" do GS.TSKH Phạm Ngọc Đăng chủ trì thực hiện.

Trong quá trình thực hiện Đề tài này chúng tôi rút ra bài học từ kinh nghiệm phát triển xây dựng công trình xanh ở các nước trên thế giới là muốn phát triển công trình xanh một cách vững chắc và mạnh mẽ thì phải đào tạo nhân lực, trước tiên là phải nâng cao hiểu biết về kỹ năng thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng, kỹ sư môi trường và các kỹ sư khác có liên quan ở nước ta. Vì vậy, song song với việc nghiên cứu thực hiện Đề tài trên, chúng tôi đã đồng thời biên soạn tập sách này nhằm đáp ứng yêu cầu nhằm phục vụ đào tạo nhân lực cho phát triển công trình xanh.

Mục đích và đối tượng phục vụ của sách: Sách "Các giải pháp thiết kế công trình xanh ở Việt Nam" được biên soạn với mục đích dùng làm tài liệu giảng dạy, tập huấn, tự học hoặc để bồi dưỡng, nâng cao trình độ hiểu biết về thế nào là "công trình xanh", bổ túc các kiến thức về kỹ năng thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh phù hợp với điều kiện nước ta cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng, kỹ sư môi trường và kỹ sư các ngành khác có liên quan đang hoạt động; và dùng làm tài liệu giảng dạy cho sinh viên đại học và trên đại học của các ngành kiến trúc, quy hoạch, xây dựng, vật liệu xây dựng, kỹ thuật môi trường và các ngành khác có liên quan ở các trường đại học.

Nội dung của sách: Trong sách này trình bày một cách ngắn gọn các cơ sở khoa học của các giải pháp thiết kế công trình xanh và hướng dẫn các giải pháp thiết kế, xây dựng cụ thể đối với các công trình xanh. Sách được cấu thành bởi 9 chương như sau:

- Chương I: Tổng quan về phát triển công trình xanh trên thế giới và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam;
- Chương II: Phát triển công trình xanh ở Việt Nam, thuận lợi và trở ngại;
- Chương III: Chất lượng môi trường sống trong công trình xanh;

- Chương IV: Thiết kế thông gió và chiếu sáng tự nhiên;
- Chương V: Thiết kế kết cấu bao che công trình xanh;
- Chương VI: Lựa chọn các thiết bị sử dụng hiệu quả năng lượng trong công trình xanh;
- Chương VII: Thiết kế cấp thoát nước trong công trình xanh;
- Chương VIII: Sử dụng vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường;
- Chương IX: Cây xanh cải thiện môi trường và tiết kiệm năng lượng trong công trình xanh.

Phân công biên soạn trong tập thể tác giả đối với từng chương cụ thể của tập sách này như sau: GS.TSKH. Phạm Ngọc Đăng là chủ biên, đồng thời trực tiếp biên soạn 4 chương: I, II, III và VIII; ThS. Phạm Thị Hải Hà biên soạn 2,5 chương: IV, IX và chương V (phối hợp với TS. Nguyễn Văn Muôn); TS. Nguyễn Văn Muôn biên soạn 1,5 chương: VI và VII (chủ trì và phối hợp với ThS. Phạm Thị Hải Hà) và PGS.TS. Nguyễn Việt Anh biên soạn chương VIII.

Tập thể tác giả tỏ lòng chân thành cảm ơn Bộ Xây dựng, Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, trước hết là chân thành cảm ơn TS. Nguyễn Thanh Nghị - Thứ trưởng Bộ Xây dựng và TS. Nguyễn Trung Hòa - Vụ trưởng vụ KHCN&MT- đã tin tưởng giao cho Hội Môi trường xây dựng VN thực hiện Đề tài "Nghiên cứu xây dựng chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, định hướng đến năm 2030" và luôn luôn quan tâm chỉ đạo tập thể thực hiện Đề tài trong suốt quá trình nghiên cứu và triển khai Đề tài.

Tập thể tác giả tỏ lòng cảm ơn chân thành đến các chuyên gia: GS.TS. Nguyễn Mạnh Kiểm, GS.TS. Trần Ngọc Chấn, GS.TS. Nguyễn Hữu Dũng, PGS.TS. Phạm Đức Nguyên, PGS. TS. Nguyễn Kim Thái, PGS.TS. Trần Đức Hạ, PGS.TS. Bùi Văn Bội, PGS.TS. Nguyễn Quốc Thông, PGS.TS. Lê Nguyên Minh, PGS.TS. Nguyễn Đức Lợi, PGS.TS. Trần Việt Liễn, TS.KTS. Lê Thị Bích Thuận, TS.KTS. Hoàng Vĩnh Hưng, TS. Trần Đình Bắc, TS. Nguyễn Quang Minh, TS. Võ Quang Diệm và ThS. Trần Thanh Ý, đã tham gia nghiên cứu và viết các chuyên đề cho Đề tài "Nghiên cứu xây dựng chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, định hướng đến năm 2030", đã cung cấp nhiều thông tin, tư liệu bổ ích cho tập thể tác giả tham khảo để biên soạn quyển sách này.

Tập thể tác giả thấy rằng không thể tránh được các khiếm khuyết trong việc biên soạn quyển sách này, rất mong nhận được các nhận xét và góp ý quý báu của các độc giả gần xa để chỉnh sửa, bổ sung trong các lần tái bản sau này.

Hà Nội ngày 10-10-2013
GS. TSKH. NGND. Phạm Ngọc Đăng

Chương I

TỔNG QUAN VỀ PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH TRÊN THẾ GIỚI VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

Trong bối cảnh thực tế phát triển của nhiều nước trên thế giới chưa bền vững, vào những năm 70 của thế kỷ trước, Thế giới đã nhận ra môi trường toàn cầu đang bị hủy hoại nghiêm trọng do chính con người gây ra và có nguy cơ xảy ra thảm họa sinh thái trên hành tinh đối với nhân loại. Vì vậy, để cứu lấy Trái Đất - ngôi nhà chung của chúng ta, Liên Hiệp Quốc đã triệu tập Hội nghị Thượng đỉnh Trái đất đầu tiên về “Môi trường và Con người”, họp ngày 5 tháng 6 năm 1972 tại Stockholm, Thụy Điển, từ đó nhân loại đã lấy ngày 5/6 hàng năm làm “Ngày Môi trường” của Thế giới. Hội nghị Thượng đỉnh Trái đất về “Môi trường và Phát triển” tại Rio de Janeiro, Brazil, năm 1992, đã ra Tuyên ngôn Rio về “Chương trình Nghị sự 21”. Hội nghị Thượng đỉnh Thế giới Rio + 10 về “Phát triển Bền vững” ở Johannesburg, Nam Phi, năm 2002, đã ra Tuyên ngôn về cam kết thực hiện Phát triển Bền vững (PTBV). Hội nghị Thượng đỉnh Trái Đất Rio + 20 tại Rio de Janeiro, Brazil, năm 2012, đã bàn về “Tăng trưởng Kinh tế Xanh” để đảm bảo PTBV.

Sự hình thành xu hướng phát triển công trình xanh (cũng có tác giả gọi là cuộc cách mạng công trình xanh) chính là sự hưởng ứng tích cực và có hiệu quả nhất của ngành xây dựng và kiến trúc đối với thực hiện Chương trình nghị sự 21 (Agenda 21), cũng như đối với chiến lược “Tăng trưởng kinh tế xanh” và PTBV.

Theo tài liệu [Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington-Covelo-London. 2008] ông Richard Fedrizzi, Chủ tịch Hội đồng Công trình Xanh Hoa Kỳ (USGBC), năm 1999 đã viết: *"Cuộc cách mạng Công trình Xanh đang diễn ra ở mọi nơi, mọi lúc. Nó đang làm biến đổi thị trường nhà đất, nhà ở, và lối sống của cộng đồng. Nó là một phần của cuộc Cách mạng Phát triển Bền vững rộng lớn, có thể biến đổi mọi thứ chúng ta đã biết. Cuộc cách mạng này làm thay đổi môi trường xây dựng bằng cách tạo ra hiệu quả sử dụng năng lượng, sức khỏe, các công trình hữu ích để giảm thiểu tác động đáng kể của công trình đối với cuộc sống đô thị, môi trường địa phương, khu vực và toàn cầu"*.

Jerry Yudelson - tác giả tài liệu trên khi đó đã dự báo: “Vào năm 2010 làn sóng Công trình Xanh sẽ tràn ngập thế giới, đối với các chủ đầu tư tài chính, phát triển kiến trúc, xây dựng, kỹ thuật công trình, vì Cách mạng Công trình Xanh đáp ứng được khủng hoảng môi trường nghiêm trọng của thế kỷ 21 - sự nóng lên toàn cầu, sự tuyệt chủng của một số loài, hạn hán, lũ lụt, bão tố nghiêm trọng, tất cả chúng đang tấn công Trái Đất của chúng ta theo cách chưa từng xảy ra”.

Trong chương I này trình bày 5 vấn đề sau đây:

1. Khái niệm về công trình xanh, kiến trúc xanh, thành phố xanh và các khái niệm khác có liên quan;
2. Tổng quan về trào lưu phát triển công trình xanh trên thế giới;
3. Hệ thống đánh giá và công nhận công trình xanh trên thế giới;
4. Giới thiệu một số công trình xanh và khu nhà ở xanh ở một số nước trên thế giới;
5. Lợi ích của phát triển công trình xanh và bài học kinh nghiệm đối với Việt Nam.

1.1. KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TRÌNH XANH, KIẾN TRÚC XANH, THÀNH PHỐ XANH VÀ MỘT SỐ KHÁI NIỆM KHÁC CÓ LIÊN QUAN

1.1.1. Công trình xanh (Green Building)

Thông thường “Building” được dịch sang tiếng Việt là “Tòa nhà”, hay “Ngôi nhà”, đôi khi dịch là “Xây dựng”, không nên dịch là “Kiến trúc”. Trong một số văn bản pháp quy của Bộ Xây dựng nước ta đã sử dụng từ “Công trình xây dựng” tương đương với tiếng Anh là từ “Building”, như là Q/CXDVN 09:2005 - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả (Energy Efficiency Building Code). Vì vậy, thuật ngữ “Công trình xanh” tương đương với tiếng Anh là “Green Building”, thực chất là viết ngắn gọn của thuật ngữ “Công trình xây dựng xanh”, tương đương với các thuật ngữ “Tòa nhà xanh” hay “Ngôi nhà xanh”.

Dịch thuật ngữ “Green Building” sang tiếng Nga là “Зеленое строительство”, sang tiếng Trung Quốc, Đài Loan và tiếng Nhật là “绿色建筑”, âm Hán Việt là “Lục sắc kiến trúc”. Nhưng cần chú ý rằng từ “kiến trúc” trong “Lục sắc kiến trúc” của tiếng Trung Quốc, Đài Loan hay Nhật Bản ở trên tương đương với thuật ngữ tiếng Anh là “Construction” hay “Building”, trong ngữ cảnh này không phải tương đương với “Architecture”.

Theo tài liệu [Sustainable Portland Commission. Green Building Initiative - A two- years Action Plan for Promoting Resource-Efficient and Healthy Building Practices. Portland December, 1999] đã **định nghĩa** “*Công trình xanh*” là công trình mà cả vòng đời của nó, từ khi tìm địa điểm xây dựng, thiết kế, xây dựng, đến hết giai đoạn sử dụng nó, đã đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Sử dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên một cách có hiệu quả, tối đa hóa việc sử dụng vật liệu địa phương, và hạn chế chất thải;
- Bảo tồn nước, tái sử dụng nước thải và xử lý nước mưa chảy tràn trên địa điểm xây dựng;
- Sử dụng các sản phẩm và hệ thống năng lượng hiệu quả.
- Giảm diện tích chiếm đất xây dựng, bảo đảm các hệ sinh thái phát triển tự nhiên hơn.
- Tối ưu hóa điều kiện khí hậu dựa vào hướng khu đất và công tác thiết kế.
- Tích hợp ánh sáng ban ngày và thông gió tự nhiên và cải thiện chất lượng không khí trong nhà.
- Phương tiện giao thông vận tải, xe đạp và người đi bộ được tổ chức theo định hướng PTBV.
- Giảm thiểu khai thác và sử dụng các kim loại quý hiếm và các hợp chất tổng hợp có tính độc hại.
- Giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế vật liệu trong tất cả các giai đoạn xây dựng, cải tạo và phá hủy.
- Công trình có đầy đủ các công nghệ viễn thông tiên tiến, cho phép truy cập thông tin điện tử lớn hơn để giảm nhu cầu đi lại của người sử dụng.
- Thiết kế quy hoạch linh hoạt, mềm dẻo, dễ dàng mở rộng nâng cấp và phá dỡ công trình trong tương lai.

Trong tài liệu [WWW.epa.gov/greenbuilding Green Building Strategy. EPA-100-F-08-073, November 2008] Cục BVMT Mỹ đã **định nghĩa công trình xanh như sau:** “*Công trình xanh là công trình xây dựng mà thực tế đã đạt được hiệu quả lớn nhất trong lựa chọn địa điểm xây dựng công trình, sử dụng tài nguyên - năng lượng, nước, và vật liệu - trong khi tác động của công trình đến sức khỏe của con người và môi trường xung quanh là nhỏ nhất trong suốt toàn bộ vòng đời của công trình - từ chọn địa điểm, thiết kế, thi công xây dựng đến vận hành, sửa chữa và tái sử dụng công trình*”.

Công trình xanh là các công trình xây dựng áp dụng các quá trình thích ứng về mặt môi trường và hiệu quả về mặt tài nguyên trong suốt thời gian công trình tồn tại: từ lựa chọn địa điểm đến thiết kế, xây dựng, vận hành,

bảo dưỡng, cải tạo và phá dỡ. Quá trình này đòi hỏi sự hợp tác chặt chẽ của đội ngũ thiết kế, bao gồm quy hoạch gia, kiến trúc sư, kỹ sư và khách hàng trong mọi giai đoạn của dự án. Việc thiết kế công trình xanh, so với quan niệm thiết kế kinh điển về tính kinh tế, tiện dụng, bền chắc và tiện nghi, mở rộng hơn về phạm vi và được bổ sung nhiều hơn về nội dung chi tiết. Tuy công nghệ mới thường xuyên được phát triển để hỗ trợ cho công tác thiết kế hiện nay nhằm tạo ra các công trình xanh hơn, mục tiêu chung mà công trình xanh hướng tới vẫn là giảm thiểu tác động tổng thể của môi trường nhân tạo lên sức khỏe của con người và môi trường tự nhiên bằng cách: (1) Sử dụng có hiệu quả năng lượng, nước và các nguồn tài nguyên khác; (2) Bảo vệ sức khỏe và cải thiện năng suất lao động/công việc của người lao động và (3) Giảm chất thải, ô nhiễm và xuống cấp về môi trường [Nguồn: http://en.wikipedia.org/wiki/Green_building].

Theo Charles J. Kibert: *Công trình xanh* đề cập đến chất lượng và các đặc điểm của một công trình xây dựng sử dụng các nguyên lý và phương pháp xây dựng bền vững, trong đó có nguyên lý sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên, tuân thủ các chu trình sinh thái. Thiết kế sinh thái hay thiết kế bền vững (hoặc thiết kế xanh) là quá trình áp dụng các nguyên lý bền vững trong thiết kế công trình [Nguồn: Charles J. Kibert, *Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery*, Nhà xuất bản Wiley, New York 2007, ISBN 978-0-470-11421-6].

Xây dựng bền vững (sustainable construction): Xây dựng xanh, hay xây dựng bền vững, thường được dùng lẫn cho nhau. Tuy nhiên khái niệm xây dựng bền vững đề cập một cách toàn diện nhất đến các vấn đề môi trường sinh thái, xã hội và kinh tế của một công trình trong bối cảnh hiện nay. Xây dựng bền vững tạo lập nên và vận hành một công trình mà trong đó con người sống khỏe mạnh và thoải mái dựa trên hiệu quả sử dụng các nguồn tài nguyên và thiết kế theo nguyên tắc sinh thái [Nguồn: Charles J. Kibert, *Sustainable Construction - Green Building Design and Delivery*, Nhà xuất bản Wiley, New York 2007, ISBN 978-0-470-11421-6].

Đề xuất định nghĩa về công trình xanh: Từ sự thu thập và phân tích các thông tin nêu trên chúng tôi kiến nghị giải thích thuật ngữ công trình xanh như sau: "**Công trình xanh** là công trình xây dựng mà trong cả vòng đời của nó, từ giai đoạn lựa chọn địa điểm xây dựng, thiết kế, thi công xây dựng, giai đoạn sử dụng, vận hành, cho đến giai đoạn sửa chữa, tái sử dụng, đều đạt được hiệu quả cao trong sử dụng năng lượng, tài nguyên nước, vật liệu và giảm thiểu các tác động xấu đến sức khỏe của con người và môi trường xung quanh, sản sinh ra chất thải ô nhiễm môi trường ít nhất và tạo ra điều kiện sống tốt nhất cho người sử dụng".

Công trình “zero năng lượng” (Zero- Energy Building)

Công trình zero năng lượng hay công trình trung hòa năng lượng là đỉnh cao nhất của công trình xanh đã đạt được, bởi vì sử dụng năng lượng hiệu quả, tự tạo năng lượng tái tạo là tiêu chí quan trọng nhất của công trình xanh.

Công trình zero năng lượng là công trình xây dựng có năng lượng thực sự tiêu thụ (net energy consumption) và mức độ phát thải khí các-bon (carbon emission) bằng không. Hay nói cách khác là năng lượng do bản thân công trình sinh ra (qua công nghệ khai thác năng lượng sạch/tái tạo như năng lượng mặt trời và năng lượng gió) đúng bằng năng lượng sử dụng tiêu thụ của công trình. Về lý thuyết, công trình trung hòa về năng lượng không phụ thuộc vào mạng lưới cung cấp năng lượng của khu vực, bởi vì năng lượng tái tạo có thể được khai thác tại chỗ. Ngoài ra, công trình zero năng lượng cần có hệ thống sưởi, thông gió, làm mát và chiếu sáng nhân tạo đặc biệt hiệu quả, đi đôi với các giải pháp thiết kế không gian tối ưu cũng như cấu tạo lớp kết cấu bao che hợp lý nhằm tiết kiệm năng lượng, hạ mức độ sử dụng năng lượng đến mức thấp nhất có thể [Nguồn: http://en.wikipedia.org/wiki/Zero-energy_building].

1.1.2. Kiến trúc xanh (Green Architecture)

Thuật ngữ “Kiến trúc xanh” ở nước ta tương ứng với tiếng Anh dùng ở hầu khắp các nước trên thế giới là “Green Architecture”. Tuy vậy, khi đọc các tài liệu của Trung Quốc, Đài Loan và Nhật Bản về công trình xanh, kiến trúc xanh hay khi dùng thuật ngữ Hán Việt, thì phải chú ý rằng: văn tự của Trung Quốc, Đài Loan và Nhật Bản thường dùng thuật ngữ Hán văn là “**Lục sắc kiến trúc**”, dịch sang tiếng Việt là “Kiến trúc xanh”. Tuy vậy, thuật ngữ “Lục sắc kiến trúc” của Trung Quốc, Đài Loan và Nhật Bản, khi họ chuyển sang tiếng Anh thì có thể là “Green Building”, “Green Construction” hay “Green Architecture” tùy theo ngữ cảnh cụ thể khác nhau.

Kiến trúc xanh hay còn gọi là kiến trúc bền vững (Green Architecture, Sustainable Architecture): là một thuật ngữ tổng quát, đề cập đến các kỹ thuật thiết kế có ý thức về môi trường trong lĩnh vực kiến trúc. Kiến trúc bền vững được đặt trong phạm vi rộng lớn hơn, có liên quan đến sự bền vững và trong bối cảnh các vấn đề kinh tế và chính trị ngày một cấp bách của thế giới. Trong một ngữ cảnh rộng, kiến trúc bền vững tìm kiếm một giải pháp nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của công trình xây dựng đối với môi trường, bằng cách nâng cao tính hiệu quả và điều tiết sự sử dụng vật liệu, năng lượng và không gian phát triển. Ý tưởng chủ đạo của phát triển bền vững, là đảm bảo rằng những hành động và quyết định của con người ngày nay không gây tổn hại đến cơ hội phát triển của các thế hệ tương lai.

Thuật ngữ này còn được sử dụng để mô tả một quá trình tiếp cận có tính toán đến sinh thái và năng lượng lên quá trình thiết kế và tạo lập chất lượng môi trường trong công trình xây dựng [Nguồn: <http://en.wikipedia.org/wiki/Eco-city>].

Theo tài liệu [Jackie Craven. What is “Green Architecture” and “Green Design”? About.com Architecture. <http://architecture.about.com/od/greenconcepts/g/green.htm>] định nghĩa “Kiến trúc xanh” như sau: “Kiến trúc xanh” hay “Thiết kế xanh” là sự tiếp cận đối với công trình xây dựng sao cho giảm thiểu các tác động nguy hại đối với sức khỏe của con người và môi trường xung quanh. “Kiến trúc sư xanh” hay “người thiết kế xanh” là người hết sức cố gắng bảo vệ an toàn môi trường không khí, nước và đất bằng việc chọn lựa vật liệu và các biện pháp xây dựng thân thiện sinh thái. Công trình kiến trúc xanh có thể có các đặc điểm như sau:

- Hệ thống thông gió được thiết kế có hiệu quả cao về sưởi ấm mùa đông và làm mát công trình trong mùa hè;
- Trang thiết bị chiếu sáng có hiệu quả năng lượng;
- Hệ thống cung cấp nước tiết kiệm;
- Quy hoạch cảnh quan phải giảm thiểu tác động tiêu cực của bức xạ mặt trời;
- Giảm thiểu các nguy hại đối với môi trường sống tự nhiên;
- Đáp ứng tái sử dụng công trình kiến trúc cũ;
- Sử dụng phế liệu xây dựng tái chế;
- Sử dụng không gian hiệu quả.

Theo tài liệu [WiseGEEK. What is Green Architecture? <http://www.wisegeek.com/what-is-green-architecture.htm>] thì “Kiến trúc xanh” là một thuật ngữ rộng lớn đề cập tới sự sáng tạo hay sự cải tạo các công trình xây dựng sao cho tác động của chúng là nhỏ nhất đối với môi trường xung quanh. Có nhiều sự tiếp cận khác nhau so với “công trình xanh”, với rất nhiều ý tưởng đòi hỏi phải đáp ứng tái sinh nguồn tài nguyên hiện có cùng với sử dụng có hiệu quả hệ thống thân thiện với môi trường trong sự cung cấp nước và năng lượng phục vụ cho công trình xây dựng, như là chúng được tạo thành từ sử dụng thiết kế bền vững.

Kiến trúc xanh hay kiến trúc bền vững không chỉ được tạo nên để bảo tồn những gì cần được bảo tồn mà còn phải đảm bảo sự lâu bền của hệ sinh quyển như một tổng thể. Đó là một hệ thống nghiên cứu đầy đủ và toàn diện, bao gồm việc sử dụng có cân nhắc nguồn năng lượng và vật liệu trong suốt quá trình công trình tồn tại, đồng thời làm giảm ảnh hưởng đến tự nhiên khi công trình

vận hành, hay nói khác đi là công trình hòa hợp với tự nhiên [Nguồn: Ken Yeang - *Skyscrapers, Ecologically Considered*, NXB Wiley, London 1996, ISBN 0-471-97764-0, trang 3].

Đề xuất định nghĩa kiến trúc xanh: Từ các khái niệm và định nghĩa nêu trên chúng tôi kiến nghị định nghĩa “**Kiến trúc xanh** là công trình được thực hiện bằng tập hợp các giải pháp thiết kế kỹ thuật kiến trúc sáng tạo, thân thiện với thiên nhiên và môi trường, sử dụng hiệu quả năng lượng, tài nguyên nước, vật liệu, hài hòa kiến trúc với cảnh quan và sinh thái tự nhiên, tạo ra điều kiện sống tốt nhất cho người sử dụng”.

1.1.3. Kiến trúc thích ứng với khí hậu (Climate Responsive Architecture): là cách tạo lập hình khối và cấu trúc của một công trình sao cho hai yếu tố này điều tiết được môi trường trong nhà làm cho người ở cảm thấy thoải mái, dễ chịu [Nguồn: Richard Hyde, *Climate Responsive Design*, NXB Taylor & Francis, London 2005, ISBN 0-419-20970-0, trang 3]. Liên quan đến kiến trúc thích ứng với khí hậu người ta còn phân ra: kiến trúc nhiệt đới, kiến trúc nhiệt đới nóng ẩm, kiến trúc nhiệt đới nóng khô, kiến trúc ôn đới, kiến trúc hàn đới.

1.1.4. Thiết kế sinh thái (Ecological Design) và thiết kế môi trường (Environmental Design)

- **Thiết kế sinh thái (Ecological Design):** được định nghĩa bởi Sim Van der Ryn và Stuart Cowan là bất kỳ loại hình nào của thiết kế làm giảm thiểu tác động phá hủy môi trường bằng cách lồng ghép thiết kế sinh thái vào trong các quá trình hoặc chu trình sống. Thiết kế sinh thái là một bộ quy tắc có tính phối hợp và có tính đến yếu tố sinh thái, môi trường, kết nối những nỗ lực rời rạc trong các lĩnh vực ít nhiều có liên quan như “kiến trúc xanh”, “nông nghiệp bền vững”, “kỹ thuật sinh thái”, “khôi phục hay phục hồi hệ sinh thái” và các ngành nghề khác. Tiền tố Eco- (sinh thái) được sử dụng rộng rãi trong những năm 1990 và đi với các thuật ngữ “thành phố sinh thái”, “quản lý sinh thái”, “kỹ thuật sinh thái”, “kiến trúc sinh thái”, được John Button đề xuất lần đầu tiên vào năm 1998. Bằng cách kết hợp chu trình năng lượng và vật liệu vào mô hình vòng đời của công trình xây dựng nói riêng hay của sản phẩm tiêu dùng nói chung, thiết kế sinh thái có liên hệ với một lĩnh vực liên ngành mới là sinh thái học công nghiệp. Sinh thái học công nghiệp là một công cụ về mặt quan niệm và mô hình mô phỏng từ hệ sinh thái tự nhiên, có tác dụng như một hệ khung cho việc nhận thức hóa các vấn đề về môi trường và kỹ thuật [Nguồn: http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_design].

- **Thiết kế môi trường (Environmental Design):** là một quá trình hướng đến các thông số của môi trường xung quanh, khi thiết lập các kế hoạch,

chương trình, chính sách, các công trình xây dựng, hoặc các sản phẩm. Thiết kế kinh điển hay xem xét cân trọng các nhân tố môi trường, tuy nhiên trào lưu bảo vệ môi trường bắt đầu từ những năm 1970 đã làm cho khái niệm này trở nên rõ ràng hơn. Thiết kế môi trường cũng đề cập đến nghệ thuật và khoa học ứng dụng khi tạo lập môi trường nhân tạo, bao gồm các lĩnh vực kiến trúc, địa lý, quy hoạch đô thị, kiến trúc cảnh quan và thiết kế nội thất. Thiết kế môi trường bao hàm nhiều lĩnh vực hơn nữa, chẳng hạn như bảo tồn di tích lịch sử, thiết kế chiếu sáng, thiết kế tạo dáng các sản phẩm công nghiệp như xe hơi tân tiến, máy phát điện chạy bằng sức gió, thiết bị năng lượng mặt trời,... Ngày nay, thiết kế môi trường được áp dụng nhiều trong các vấn đề về sinh thái và môi trường [Nguồn: http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_design].

1.1.5. Thành phố xanh hay thành phố bền vững môi trường (Green city, Environmentally sustainable city)

Trước đây các thành phố phát triển kinh tế chủ yếu phụ thuộc vào nguồn nhiên liệu hóa thạch, song tương lai sẽ là phát triển kinh tế thông qua các giải pháp công nghệ xanh, công nghệ trí thức ..., với mục tiêu đạt được “Một nền kinh tế phát triển xanh với ít phát thải khí cacbon là cốt lõi của phát triển kinh tế bền vững và cải thiện phát triển KT-XH”.

Hơn một nửa số người trên trái đất hiện đang sống ở các thành phố hoặc các khu đô thị và dự kiến tỷ lệ này sẽ tăng lên trong tương lai (UNDESA, 2010). Thành phố là nơi tập trung vốn, cơ sở hạ tầng, tài chính, sản xuất, và nguồn nhân lực của mỗi quốc gia và toàn thế giới. Vì vậy, hạnh phúc của nhân loại sẽ bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự phát triển bền vững đang được theo đuổi tại các thành phố. Mặc dù sự khác nhau đôi chút về điều kiện xác định thành phố và đô thị, nhưng trong tài liệu này, hai thuật ngữ này được sử dụng thay thế cho nhau, do đó, tương tự thuật ngữ về tính bền vững và phát triển bền vững, khi đề cập đến các khái niệm về tính bền vững đô thị và các thành phố bền vững. Sự bền vững này dựa trên thực tế là lối sống đô thị của người dân thành phố và mô hình liên kết sản xuất và tiêu dùng ở thành phố, là những yếu tố quan trọng hình thành các vấn đề và các giải pháp PTBV địa phương và toàn cầu.

Cải thiện giao thông đô thị, xây dựng các tòa nhà tiết kiệm năng lượng, bảo tồn tài nguyên thiên nhiên và tái sử dụng nước thải và xây dựng cơ sở hạ tầng lưới điện thông minh là các công nghệ có hiệu quả giúp cho các thành phố phát triển bền vững hơn.

Những thách thức của phát triển đô thị bền vững là rất lớn. Trong năm 2010, 82% người Mỹ sống ở các thành phố, vào năm 2050 sẽ là trên 90%. Các thành phố trên thế giới chịu trách nhiệm khoảng 75% tổng năng

lượng được sử dụng, 60% tổng tiêu thụ nguồn nước và 80% tổng các khí nhà kính được sản sinh ra trên thế giới. Để đối chọi với những thách thức phát sinh từ quá trình đô thị hóa và thay đổi nhân khẩu học, các thành phố bền vững đang tìm cách cải thiện cơ sở hạ tầng bảo vệ môi trường của họ. Với các thành phố công nghiệp phải trở nên thân thiện hơn với môi trường, tăng chất lượng cuộc sống cho cư dân của họ, và cắt giảm tất cả các chi phí không hợp lý.

Thành phố xanh hay thành phố bền vững môi trường thường cũng là thành phố nơi có một tỷ lệ diện tích đáng kể của cây xanh, đóng góp vào sự cân bằng sinh thái trên một địa bàn quần cư đông đúc, nơi có nền kinh tế phát triển với phát thải cacbon thấp; tiếp theo là phải thể hiện yếu tố phát triển bền vững với kết cấu hạ tầng hoàn chỉnh, khai thác hợp lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên và ứng phó hiệu quả với tình trạng biến đổi khí hậu và cuối cùng, thành phố này phải đạt đến cấp độ thành phố thông minh (Smart City) nhờ có tích hợp công nghệ thông tin vào việc quản lý, điều hành và phục vụ dân sinh trong thành phố.

"Thành phố bền vững môi trường" hay "Thành phố xanh" là một thành phố được thiết kế với sự cân nhắc và tính toán đến tác động lên môi trường, nơi có mật độ cư dân lớn, nhằm giảm thiểu các nguồn lực đầu vào như năng lượng, nước và thực phẩm, cũng như hạn chế các chất thải đầu ra như nhiệt lượng, ô nhiễm không khí, CO₂, nước thải, rác thải. Nhiều kiến trúc sư và học giả hàng đầu trên thế giới đã đề cập và trình bày thành phố sinh thái hay thành phố môi trường trong các sách chuyên môn cũng như công trình và bài báo khoa học như Richard Register, Paul F Downton, Timothy Beatley và Steffen Lehmann. Hiện vẫn chưa có một định nghĩa nào được các học giả trên thế giới thống nhất tuyệt đối, tuy nhiên về tổng thể, các chuyên gia môi trường nhất trí rằng một thành phố bền vững môi trường cần đáp ứng được nhu cầu hiện tại song vẫn có khả năng đáp ứng được nhu cầu trong tương lai khi thành phố phát triển, dựa trên định nghĩa về phát triển bền vững trong báo cáo Brundtland đã được chấp nhận rộng rãi [Nguồn: <http://en.wikipedia.org/wiki/Eco-city>].

Tại Hội nghị quốc tế lần thứ 2 về "Thành phố Bền vững Môi trường 2010", với tên gọi là Hội nghị "Thành phố xanh (Green City)" được tổ chức vào ngày 28-29 tháng 11 năm 2010 ở Khách sạn Liên Lục địa, thành phố Dubai [Nguồn: *Global experts to discuss Green Cities Concept at EnviroCities 2010 Conference. DuBai, 28-29 November 2010. http://www.enviro_cites.com*], ông Hussain Nasser Lootah, Chủ tịch chính quyền vùng Dubai đã nhấn mạnh "Vào khoảng năm 2050 hai phần ba dân số toàn thế giới sẽ sống trong các thành phố. Các thành phố

ngày nay với đặc tính là bùng nổ phát triển nơi ở của dân cư và công nghiệp đã làm phát sinh rất nhiều chất thải ô nhiễm môi trường, đặc biệt là phát thải các chất ô nhiễm không khí, làm cho thành phố nghèo nàn về cây xanh, suy thoái đa dạng sinh học và gây ra rất nhiều tác động tiêu cực đe dọa sự sống còn của Trái Đất. Do đó mọi người phải nhận thức đúng đắn khái niệm thành phố xanh, xây dựng các tiêu chuẩn và các công cụ để bảo vệ thành công môi trường thành phố an toàn, bền vững và khỏe mạnh”. Ông Lootah nói “Thành phố xanh là một nhận thức toàn cầu hiện đại, rút ra từ thực tế và ý tưởng từ thành phố bền vững môi trường, tương tự như các công trình xanh (Green Building). Thành phố xanh có giao thông bền vững, lục hóa thành phố, phát triển sử dụng năng lượng tái sinh và phát triển kinh tế xanh”.

Tổng hợp và phân tích các thông tin nêu trên thấy rằng tuy có tên gọi khác nhau (thành phố môi trường hay thành phố xanh) nhưng chúng đều hàm chứa nội dung giống nhau, đó là các thành phố có môi trường tự nhiên (môi trường không khí, môi trường nước, môi trường đất - chất thải rắn) trong sạch, bảo tồn đa dạng sinh học, đặc biệt là phát triển không gian xanh, sử dụng năng lượng và tài nguyên thiên nhiên có hiệu quả, phát triển sử dụng năng lượng tái tạo, sản phẩm của thành phố được tạo ra nhiều nhất, nhưng thải ra chất thải lại ít nhất, có hệ thống giao thông bền vững, công trình nhà cửa xanh, điều kiện sống của người dân thuận lợi nhất, an toàn và sức khỏe được bảo đảm, và xã hội thanh bình, hữu nghị.

Đề xuất định nghĩa về thành phố xanh hay thành phố bền vững môi trường: Từ các phân tích nêu trên chúng tôi kiến nghị thống nhất quan niệm *“Thành phố xanh hay thành phố bền vững môi trường là thành phố được thiết kế và xây dựng trong điều kiện xem xét các tác động môi trường ở vị trí hàng đầu, không những chú ý đến sự thịnh vượng cuộc sống của dân cư, giảm thiểu nhu cầu tài nguyên đầu vào của thành phố, như là nhu cầu đối với nguồn nước, năng lượng, vật liệu và thực phẩm, mà còn phải bảo đảm thành phố sản sinh ra chất thải ô nhiễm môi trường ít nhất, bảo tồn đa dạng sinh học, bảo đảm không khí sạch, nước sạch, đất sạch và điều kiện sống tốt nhất cho dân cư”*.

1.1.6. Thành phố sinh thái (eco-city)

Khái niệm về thành phố sinh thái xuất hiện đầu tiên trên thế giới vào cuối thập kỷ 80, đầu thập kỷ 90 của thế kỷ 20 ở các nước phát triển, đề cập đến chất lượng môi trường của các đô thị với các tiêu chí rất cụ thể nhằm nâng cao điều kiện và chất lượng sống cho các cư dân. Tổ chức Hợp tác và Phát

triển Kinh tế Thế giới (OECD) chính thức ban hành một chương trình có tên là “Thành phố sinh thái-Ecocity”, được đánh dấu bằng các Hội nghị Ecocity Quốc tế được tổ chức 2 năm 1 lần và đã trở thành những diễn đàn quan trọng nhất về phát triển thành phố sinh thái.

Hiểu một cách nôm na, một thành phố sinh thái là một thành phố trong sạch và lành mạnh về mặt sinh thái. Mỗi một thành phố có một đặc điểm riêng cho nên không có một mô hình đô thị sinh thái nào phù hợp với tất cả các trường hợp, và cũng không phải chỉ có một hướng tiếp cận vấn đề. Tuy nhiên, các đô thị sinh thái có thể chia sẻ các đặc điểm cơ bản tương tự nhau về hệ sinh thái và các sinh vật sống. Đô thị sinh thái là nơi con người sinh sống một cách lành mạnh về mặt sinh thái, được tạo dựng trên một hệ thống cấu trúc mềm dẻo có khả năng tự cung cấp, cùng các chức năng của hệ sinh thái tự nhiên và các sinh vật sống trong đó. Đô thị sinh thái cũng là một thực thể bao gồm các cư dân và những tác động về mặt sinh thái mà cộng đồng ấy gây ra. Đô thị sinh thái là một bộ phận cấu thành nên hệ sinh thái của khu vực, và rộng hơn là của cả hành tinh. Đô thị sinh thái cũng là một mắt xích trong mạng lưới nền kinh tế của khu vực, quốc gia và thế giới [Nguồn: *Ecocity Builders and the International Ecocity Standards advisory team, 2/20/10, Vancouver, Canada*].

Lu Wang và các cộng sự (2003) [Nguồn: Lu Wang, Huayi Wu, Hong Song. *A framework of Integrating city and Eco-city*. http://www.ohk.dupad/asiagis/fall03/full_paper/wang_lu.pdf] cho rằng “Khái niệm về thành phố sinh thái ngày nay trực tiếp bắt nguồn từ lý thuyết về thành phố vườn (Garden City) của Edenezer Howard (người Anh)”. Các lý thuyết về Garden City cho thấy những vẻ đẹp sinh thái của sự phát triển hài hòa của thành phố và thiên nhiên. Thành phố Letchworth được công nhận rộng rãi là thành phố vườn ở Anh, được thiết kế bởi Edenezer Howard và được xây dựng vào năm 1903. Sau hơn một thế kỷ, nay nó vẫn là một trong các đô thị có môi trường sống hấp dẫn nhất của Anh Quốc [Nguồn: *The World Bank data. Urban population (% of toatal), Frand & Corruption Hotline 2010*].

Những nhà quy hoạch đô thị có tiếp thu các nguyên tắc của ý thức hệ sinh thái trong nghiên cứu đô thị thừa nhận rằng thành phố được xem như là một hệ sinh thái nhân tạo. Nhà sinh thái học O. Yanitsky (1987) của Liên Xô trước đây cho rằng thành phố sinh thái là một mô hình thành phố lý tưởng và là nơi sinh sống tốt nhất. Roseland (1997) đề xuất ý tưởng rằng hệ tư tưởng về thành phố sinh thái cùng tồn tại với các ý thức hệ khác, và càng không phải là tồn tại độc lập.

Lý thuyết về thành phố sinh thái xem xét thành phố từ điểm tương tác với hệ sinh thái. Nội dung cơ bản của lý thuyết phát triển thành phố sinh thái là khai thác triệt để tiềm năng xây dựng sinh thái trong điều kiện tài nguyên môi trường hiện có với mục đích xây dựng một thành phố hiệu quả, hài hòa, sức khỏe và giàu có. Nó từ chối theo cách truyền thống là xây dựng thành phố có năng suất thấp và tiêu thụ tài nguyên theo cách hiện đại. Như vậy, có nghĩa là ý tưởng xây dựng thành phố sinh thái là giải quyết vấn đề đô thị từ quan điểm sinh thái. Nó làm thay đổi các thành phố hiện có thành một thành phố có cấu trúc “entropy” thường xuyên là thấp với các chức năng hoàn hảo, sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên thiên nhiên và có chất lượng môi trường tốt hơn. Quá trình phát triển thành phố sinh thái sẽ mang lại lợi ích về hệ thống sinh thái, môi trường và xã hội. Do đó, thành phố sinh thái là một thành phố phát triển bền vững với sự hài hòa giữa con người và thiên nhiên.

Thành phố sinh thái thường chú ý đến việc tự đầu tư phát triển các nguồn năng lượng tái tạo. Thành phố bền vững phải tự có nguồn tài nguyên dự trữ thích hợp tối thiểu hoặc không có sự quá phụ thuộc vào các vùng nông thôn xung quanh. Thành phố không bao giờ được coi là hệ thống đóng. Tất cả các thành phố của Trái Đất được xây dựng như là một phần của cấu trúc toàn cầu, nó có quyền sử dụng, giảm thiểu, và bổ sung nguồn lực toàn cầu. Tuy nhiên, các thành phố này phải phát thải ra số lượng chất ô nhiễm môi trường thấp nhất trong điều kiện có thể, sử dụng hiệu quả đất đai, tái chế chất thải thành phân hữu cơ, và chuyển đổi tất cả các chất thải thành năng lượng hoặc các vật liệu tái sử dụng. Các lợi ích khác do xây dựng thành phố sinh thái mang lại là cho phép tối thiểu hóa ảnh hưởng đến BĐKH, bảo tồn động vật hoang dã và những nơi hoang dã, và chất lượng cuộc sống của dân cư đạt chất lượng tốt.

Giáo sư Yang, Viện Công nghệ Quy hoạch Georgia, [Nguồn: *Eco-cities, USA - Atlanta green building. Jan 6, 2011*] trong các cuộc hội thảo đã xác định những gì mà một thành phố sinh thái cần phải có. Phần lớn các thành phố của Mỹ được biết đến đã phát triển và đang phát triển để thích ứng với các tiêu chuẩn và công nghệ mới của một thành phố sinh thái. Quy hoạch thành phố sinh thái hay cải tạo thành phố hiện hữu thành thành phố sinh thái thì phải có các sáng kiến tạo thành các dải cây xanh (đường phố xanh), các mảng cây xanh (vườn hoa, công viên, rừng cây)... không phải chỉ trên các mảnh đất công, mà cả ở khu vực tư nhân, không thể chỉ ở trong phạm vi thành phố mà còn phải có tính lan rộng ra cả vùng xung quanh thành phố.

Những thành phố sinh thái được thực hiện thông qua các phương tiện khác nhau, chẳng hạn như:

- Bảo tồn hệ thống nông nghiệp khác nhau trong thành phố, như là bảo tồn các mảnh đất trồng rau xanh, hoa quả và ao hồ nuôi thủy sản trong thành phố (ở vùng ngoại thành, hay trong trung tâm). Điều này có thể làm giảm khoảng cách cung cấp thực phẩm tươi sống cho thành phố. Thực tế duy trì các mảnh đất nông nghiệp trong thành phố có thể được thực hiện bởi quy mô nhỏ/ lô đất nông nghiệp tư nhân hoặc thông qua các lô đất nông nghiệp công cộng có quy mô lớn hơn;

- Tạo ra các nguồn năng lượng tái tạo cho thành phố, chẳng hạn như tua-bin gió, tấm pin mặt trời hay khí sinh học được tạo ra từ chất thải;

- Áp dụng các phương pháp khác nhau để làm giảm nhu cầu điện cho hệ thống điều hòa không khí (một nhu cầu năng lượng lớn của thành phố), chẳng hạn như trồng cây xanh xung quanh và làm sáng màu sắc bề mặt công trình, áp dụng hệ thống thông gió tự nhiên, tăng cường diện tích mặt nước và vòi phun nước, và các diện tích đất cây xanh ít nhất bằng 20% bề mặt đất của thành phố. Những biện pháp này loại trừ được hiện tượng "hiệu ứng đảo nhiệt", gây ra bởi một sự phát triển tràn lan các bề mặt bê tông hóa và nhựa đường, có thể làm cho nhiệt độ ở các khu đô thị tăng hơn một vài độ so với các vùng nông thôn lân cận, chênh lệch nhiệt độ này có thể tăng cao nhất là tới 4-5°C;

- Cải thiện giao thông công cộng, tăng giao thông xe đạp và đi bộ để giảm lượng khí thải của ô tô, xe máy; Điều này đòi hỏi một cách tiếp cận hoàn toàn khác trong quy hoạch thành phố, bố trí hợp lý các khu kinh doanh tổng hợp, công nghiệp, khu dân cư; Có thể tạo ra những con đường được thiết kế để làm cho lái xe ô tô đi lại khó khăn;

- Giải pháp để làm giảm sự mở rộng đô thị, bằng cách tìm kiếm những cách thức quy hoạch mới cho phép mọi người trong đô thị sống gần gũi hơn đối với các không gian làm việc của mình;

- Phát triển cây xanh trên mái nhà;

- Giao thông vận tải phát thải "zero CO₂";

- Công trình xây dựng "zero năng lượng";

- Hệ thống thoát nước đô thị bền vững;

- Hệ thống vườn hoa, cây xanh và thiết kế cảnh quan để bảo tồn nguồn nước.

1.1.7. Thành phố môi trường theo Hiệp định Thành phố Môi trường của Liên Hiệp Quốc-2005 (2005, United Nations Urban Environmental Accords)

Tại thành phố San Francisco (Hoa Kỳ), vào ngày 5 tháng 6 năm 2005, nhân dịp Ngày Môi trường Thế giới UNEP đã tổ chức Hội nghị quốc tế về phát triển thành phố bền vững môi trường, có hơn 100 nước và rất nhiều tổ chức quốc tế tham dự. Trong Hội nghị này “Hiệp định Thành phố Môi trường của Liên Hợp Quốc - 2005” (2005, United Nations Urban Environmental Accords) đã được thông qua và công bố. Hội nghị quốc tế này đã đưa ra nhận thức chung là các thành phố trên thế giới đang phải đối mặt với thách thức về ô nhiễm môi trường ngày càng tăng, và lưu tâm đến tác động xấu của suy thoái môi trường và tài nguyên đối với đời sống của dân đô thị và sức khỏe của nền kinh tế của các thành phố, chủ đề “Thành phố Xanh” đã được lựa chọn. Thị trường từ các thành phố trên khắp thế giới đã đến San Francisco dự lễ kỷ niệm ngày môi trường thế giới để:

- Chia sẻ ý tưởng và kinh nghiệm về xây dựng thành phố xanh;
- Thiết lập các mục tiêu cải thiện môi trường đô thị;
- Xác định các phương tiện để đạt được các mục tiêu này.

Kết quả công việc của họ đã được biên soạn thành tài liệu “Hiệp định Thành phố Môi trường của Liên Hiệp Quốc - 2005”.

Các thành phố đã ký kết Hiệp định này với thời hạn thực hiện đầu tiên là 7 năm (từ năm 2005 đến năm 2012) để thực hiện chương trình hành động bao gồm 7 lĩnh vực riêng biệt và mỗi lĩnh vực lại bao gồm 3 hoạt động, cụ thể 7 lĩnh vực hoạt động như sau:

- *Năng lượng*: Năng lượng tái tạo; Hiệu quả năng lượng; Biến đổi khí hậu;
- *Giảm chất thải*: Thành phố không chất thải; Trách nhiệm của nhà sản xuất; Trách nhiệm của người tiêu dùng;
- *Thiết kế thành phố*: Công trình Xanh; Quy hoạch đô thị; Nhà ở chuốt;
- *Thiên nhiên của thành phố*: Công viên, vườn hoa; Phục hồi nơi sinh cư của các loài; Động vật hoang dã;
- *Giao thông vận tải*: Giao thông công cộng; Phương tiện giao thông sạch; Giảm tắc nghẽn;
- *Sức khỏe môi trường*: Chất độc giảm; Hệ thống thực phẩm an toàn sức khỏe; Không khí sạch;
- *Nước*: Cấp nước & hiệu quả; Bảo tồn nguồn nước; Giảm thiểu nước thải;

Thành phố môi trường của ASEAN

Theo đề xuất của Singapore (2005), Hội nghị các Bộ trưởng Bộ Môi trường các nước ASEAN đã thông qua Chương trình “Xây dựng các thành phố môi trường của các nước ASEAN” và thống nhất giao cho Singapore chủ trì thực hiện Chương trình này. Bốn tiêu chí cơ bản của thành phố môi trường ASEAN là:

- Môi trường nước sạch;
- Môi trường không khí sạch;
- Môi trường đất (bao gồm cả chất thải rắn) sạch;
- Bảo tồn đa dạng sinh học.

Thành phố Hạ Long của Quảng Ninh, nước ta, đã được công nhận là “Thành phố Môi trường ASEAN” năm 2009 và thành phố Đà Nẵng cũng đã được công nhận là “Thành phố Môi trường ASEAN” năm 2011.

1.2. XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH TRÊN THẾ GIỚI

1.2.1. Bối cảnh ra đời của xu hướng phát triển công trình xanh

Xu hướng phát triển công trình xanh được hình thành đầu tiên ở Anh Quốc và Hoa Kỳ và xuất phát từ bối cảnh về môi trường và phát triển của Thế giới như sau:

- *Dân số thế giới đã tăng lên quá nhanh trong thế kỷ 20*

Như ở hình 1.1 giới thiệu vào giữa thế kỷ 20 (1950) tổng dân số của Thế giới mới vào khoảng 2,5 tỷ người, đến năm 2000, sau 50 năm tổng dân số Thế giới đã tăng lên tới khoảng 6,0 tỷ người và đến năm 2010, sau 10 năm tổng dân số Thế giới đã tăng thêm khoảng 0,9 tỷ người, dự báo đến năm 2020 tổng dân số Thế giới sẽ tăng lên tới khoảng 7,7 tỷ người và đến năm 2030 tổng dân số Thế giới sẽ tăng lên tới khoảng 8,5 tỷ người, trong khi đó diện tích bề mặt Trái Đất không hề thay đổi và tài nguyên thiên nhiên ngày lại càng cạn kiệt hơn.

Tốc độ đô thị hóa ngày càng tăng, gây áp lực lên tài nguyên và môi trường ngày càng lớn

Cách đây 6 năm, năm 2007 Liên Hiệp Quốc đã công bố: Thế giới bước sang “Kỷ nguyên đô thị” với trên 50% dân số thế giới đã và đang sinh sống ở các đô thị. Quá trình đô thị hóa đang diễn ra ngày càng mạnh mẽ ở các nước đang phát triển, trong đó có nước ta. Vậy quá trình đô thị hóa trên thế giới đã bắt đầu từ khi nào và diễn ra như thế nào?

Đô thị là một hình thức tổ chức cuộc sống của một quần thể dân cư đông đúc trên một phạm vi diện tích đất có giới hạn, hoạt động kinh tế bằng các nghề nghiệp phi nông nghiệp.

Theo tài liệu [Loh Ah Tuan - Chairman of AWGESC. Support Mechanisms from ASEAN Working Group on Environmentally Sustainable Cities (AWGESC). Singapore National Environment Agency] khoảng 3.500 - 4.000 năm trước Công Nguyên các đô thị nhỏ bé đầu tiên (dân số khoảng 25.000 người) đã được hình thành ở vùng Lưỡng Hà.

Dân cư ở các đô thị luôn luôn phụ thuộc vào sự cung cấp thực phẩm từ vùng nông thôn xung quanh, khi mà phát triển nông nghiệp ở vùng nông thôn xung quanh có thể cung cấp thực phẩm không những cho người dân của họ mà còn đủ để nuôi sống dân cư đô thị trong vùng thì các đô thị mới có điều kiện hình thành và phát triển. Cả một thời gian dài của quá trình phát triển của xã hội loài người, từ khi hình thành các đô thị nhỏ bé đầu tiên đến cách đây hơn 2 thế kỷ, thời kỳ tiền cách mạng công nghiệp của thế giới, kinh tế nông nghiệp mang lại thặng dư nhỏ bé, không đủ lương thực nuôi sống nhiều dân cư đô thị; công nghiệp, thương mại, dịch vụ hầu như chưa phát triển; cho nên chưa có quá trình đô thị hóa trên thế giới. Cho đến cách đây khoảng hơn 200 năm về trước tỷ lệ dân số đô thị chỉ giới hạn trong khoảng 5% dân số của toàn thế giới.

Đô thị hóa là một quá trình, trong đó tỷ lệ dân số sống ở các đô thị và các vùng ngoại ô của đô thị ngày càng tăng. Trong lịch sử, nó đã được kết nối chặt chẽ với phát triển công nghiệp. Khi mà các nguồn tài nguyên và năng lượng nhiều hơn được sử dụng để nâng cao năng suất sản xuất của con người (công nghiệp), thặng dư kinh tế tăng lên ở cả nông nghiệp và công nghiệp thì mới có điều kiện để đô thị hóa. Đô thị hóa làm cho tỷ lệ dân số có thể sống ở các thành phố lớn hơn và ngày càng lớn hơn. Các thành phố trở thành nơi lý tưởng để xây dựng nhà máy và nhà ở tập trung công nhân, kinh tế đô thị dần dần trở thành lực lượng kinh tế mạnh nhất của xã hội.

Báo cáo của Liên Hiệp Quốc [Nguồn: United Nation. 2009 Revision of World Urbanization Prospect 1. http://www.esa.un.org/undp/wup/Documents/WUP2009_Press_Release_F], ngày 25 tháng 3 năm 2010 cho biết tỷ lệ dân số đô thị trên thế giới đã đạt 50,5% hay 3,5 tỷ người trên trái đất đang sống trong các thành phố và tỷ lệ dân cư đô thị vẫn đang ngày càng tăng lên. Tuy nhiên, có sự chênh lệch lớn về mức độ đô thị hóa trong các khu vực khác nhau trên thế giới. Bắc Mỹ, Mỹ Latinh và vùng Caribê, châu Âu và châu Đại Dương là các vùng có tốc độ đô thị hoá mạnh hơn, với tỷ lệ dân số đô thị khác nhau, từ 70% tại châu Đại

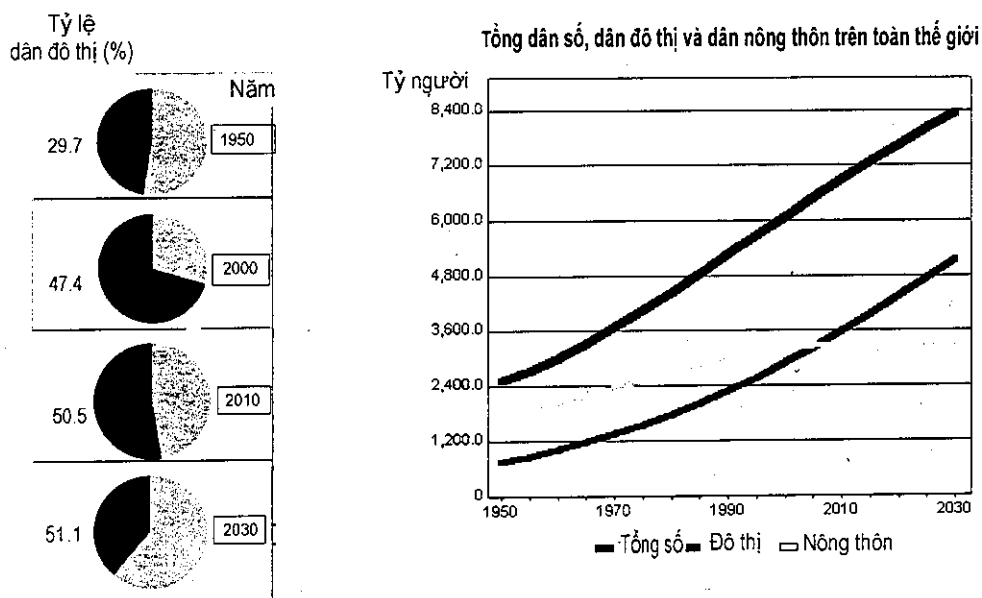
Dương, 82% ở Bắc Mỹ, và mức độ đô thị hóa dự kiến sẽ tiếp tục tăng, dự báo vào năm 2050 ở tất cả các vùng này, trừ châu Đại Dương, tỷ lệ dân số đô thị sẽ tăng hơn 84%.

Ngược lại, châu Phi và châu Á vẫn chủ yếu là nông thôn, với tỷ lệ dân số đô thị chỉ là 40% và 42% tương ứng trong năm 2010, và thậm chí vào năm 2050, dự kiến sẽ được đô thị hoá ít hơn đáng kể hơn so với các khu vực phát triển ở trên, đạt tỷ lệ đô thị chỉ là 62% đối với Châu Phi và 65% ở châu Á.

Theo tài liệu [United Nation. 2009 Revision of World Urbanization Prospect 1. http://www.esa.un.org/undp/wup/Documents/WUP2009_Press_Release_FJ] một phần ba tổng số cư dân đô thị (1,2 tỷ dân) sống tại các đô thị nhỏ với dân số mỗi đô thị dưới 100.000 người. Khoảng 0,6 tỷ dân sống tại các đô thị với dân số từ 100.000 đến 500.000 dân. Trong đó, 52% dân số đô thị sống trong các đô thị với dân số khoảng một nửa triệu dân. Phần còn lại sống ở 958 thành phố có dân số hơn một nửa triệu dân, chỉ có 54 đô thị trong số các đô thị đó có số dân vượt quá 5 triệu người. Có 21 thành phố lớn, đó là các thành phố có ít nhất là 10 triệu dân. Tổng dân số của 21 siêu đô thị này chiếm khoảng 9% dân số đô thị của thế giới (324 triệu người). Dự kiến đến năm 2025 sẽ có 29 siêu đô thị chiếm khoảng 10% dân số đô thị thế giới. Tiếp theo sau là 33 thành phố có dân số từ 5 triệu đến 10 triệu dân, chiếm khoảng 7% dân số đô thị thế giới. Các thành phố tiếp theo, với hơn một triệu dân nhưng ít hơn 5 triệu là rất nhiều (388 đô thị trong năm 2010 tăng lên 506 đô thị vào năm 2025) và chiếm khoảng 22% dân số đô thị thế giới, và tỷ lệ này sẽ phân lớn không thay đổi cho đến năm 2025. Số lượng thành phố nhỏ hơn, với dân số từ 500.000 người đến 1.000.000 người dân, thậm chí còn nhiều hơn (516 đô thị trong năm 2010 tăng lên 667 đô thị vào năm 2025), chỉ chiếm 10% dân số đô thị thế giới và dự kiến sẽ không thay đổi nhiều trong 15 năm tới. Trong năm 2010, các đô thị nhỏ với dân số ít hơn nửa triệu dân chiếm 52% dân số đô thị thế giới (1,8 tỷ người).

Trên thế giới có 958 thành phố với dân số ít hơn nửa triệu người đang tập trung chủ yếu ở châu Á, 52% trong số đó nằm ở châu Á. Tại các nước phát triển hơn, châu Âu có 14%, Bắc Mỹ 9 % và châu Đại Dương 1%. Châu Phi có 12%. Riêng Trung Quốc có 25% trong tổng số thành phố có dân số ít hơn nửa triệu dân. Bắt đầu từ những năm 1990, số lượng thành phố của Trung Quốc với dân số ít nhất là nửa triệu người đã tăng lên đáng kể. Năm 1980, Trung Quốc chỉ có 51 thành phố với quy mô đó. Từ năm 1980 đến 1995, đã tăng thêm 50 và từ năm 1995 đến 2010, bổ sung thêm 134 thành phố tại Trung Quốc. Đến năm 2025, ở Trung Quốc dự kiến sẽ bổ

sung thêm 107 thành phố cho nhóm này. Sự gia tăng nhanh chóng về số lượng của thành phố phản ánh đô thị hóa nhanh chóng của Trung Quốc, có tỷ lệ dân đô thị tăng hơn gấp đôi từ 1980 đến năm 2010 (tăng tỷ lệ dân đô thị từ 19% lên 47%) và dự kiến sẽ đạt 59% vào năm 2025.



Hình 1.1. Tổng dân số, dân số đô thị và dân số nông thôn trên thế giới từ 1950-2010 và dự báo đến năm 2030

Châu Á cũng có số lượng lớn nhất các siêu đô thị (11 siêu đô thị vào năm 2010) và tiếp theo là Châu Mỹ La Tinh với 4 siêu đô thị và sau đó là châu Phi, châu Âu và Bắc Mỹ, với 2 siêu đô thị ở mỗi châu. Đến năm 2025, số lượng các siêu đô thị dự kiến sẽ đạt 29, thêm 5 ở châu Á (Thâm Quyển, Trùng Khánh, Quảng Châu, Jakarta và Thành phố Hồ Chí Minh), hai ở châu Mỹ Latinh (Bogota và Lima), và một ở châu Phi (Kinshasa). Ba trong số 8 siêu đô thị tăng thêm này dự kiến sẽ xuất hiện vào năm 2025 ở Trung Quốc.

Sự chênh lệch về mức độ đô thị hóa giữa các khu vực vẫn tồn tại

Năm 2009, 140 nước trong số 230 quốc gia và lãnh thổ trên thế giới đã đạt tỷ lệ dân đô thị trên 50%. Trong thập kỷ tới, 66 quốc gia hoặc các lãnh thổ, chiếm 29% tổng số quốc gia đó, dự kiến sẽ lần đầu tiên có tỷ lệ dân số đô thị đạt ngưỡng 50%, 30 trong số đó là nằm ở châu Phi, 17 ở châu Á, 10 ở Mỹ Latinh và vùng Caribe, 5 ở châu Âu và châu Đại Dương. Vào năm 2050, chỉ có 24 quốc gia hoặc lãnh thổ này dự kiến có tỷ lệ dân số đô thị sẽ giảm đi, trong đó có 8 quốc gia ở châu Phi, 8 ở châu Đại Dương và 5 ở châu Á.

Theo số liệu của Ngân hàng Thế giới công bố, tỷ lệ dân số đô thị ở các nước trên thế giới năm 2009 [Nguồn: The World Bank data. Urban population (% of total). Frand & Corruption Hotline 2010] chênh lệch nhau rất lớn: có một số nước và vùng lãnh thổ đã đạt tỷ lệ dân số đô thị gần 100%, như là: Belgium (97%), Bermuda (100%), Cayman Island (100%), Hồng Kông (100%), Kuwait (98%), Macao (100%), Monaco (100%), Puerto Rico (98%), Qatar (95%), Singapore (100%); Nhiều nước đã đạt trên 80% như là America Samoa (93%), Australia (89%), Bahrain (89%), Brazil (86%), Canada (88%), Chile (89%), Denmark (87%), Guam (93%), Iceland (92%), Israel (92%), Hàn Quốc (82%), Luxembourg (82%), Saudi Arabia (82%), Sweden (85%), Anh (90%), Hoa Kỳ (82%), Uruguay (92%), Venezuela (94%); Một số nước xung quanh nước ta cũng đã đạt tỷ lệ dân số đô thị ở mức trung bình thế giới: Trung Quốc (44%), Nhật Bản (67%), Indonesia (53%), Malaysia (71%), Myanmar (33%), Philippines (66%), Thailand (34%). Trong khi đó, tỷ lệ dân số đô thị ở nước ta năm 2009 mới đạt 29,6%, Lào (32%), Cambodia (22%). Những nước có tỷ lệ dân số đô thị vào loại thấp nhất thế giới là: Burundi (11%), Ethiopia (17%), Niger (17%), Nepal (18%), Papua New (13%), Srilanka (15%), Uganda (13%).

Đô thị hóa ở Việt Nam

Trong 25 năm gần đây cùng với quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, tốc độ đô thị hóa ở nước ta tương đối nhanh, đặc biệt là ở 4 vùng trọng điểm phát triển kinh tế quốc gia. Năm 1986 nước ta mới có khoảng gần 500 đô thị từ loại IV (thị trấn) trở lên, dân số đô thị mới có khoảng 11,87 triệu người, chiếm tỷ lệ khoảng 19% tổng dân số cả nước; năm 1990 là 12,88 triệu người, chiếm tỷ lệ 19,51%; năm 1995 dân số đô thị là 14,94 triệu người, chiếm tỷ lệ 20,75%, năm 2006 dân số đô thị đã chiếm tỷ lệ 27,12%, năm 2009 tỷ lệ dân số đô thị ở nước ta đã đạt 29,6%, và đến năm 2012 số lượng đô thị đã tăng lên 765 đô thị lớn nhỏ, tỷ lệ dân số đô thị đã tăng tới khoảng 32%, trong đó tập trung nhiều nhất ở 5 thành phố lớn (Hà Nội, Tp. Hồ Chí Minh, Hải Phòng, Đà Nẵng, và Cần Thơ).

Dân số tăng nhanh kéo theo nhu cầu sản phẩm phục vụ sinh hoạt gia tăng, sử dụng tài nguyên gia tăng, các dịch vụ phục vụ đời sống gia tăng. Cùng với quá trình đô thị hoá diễn ra mạnh mẽ, xu hướng di dân từ nông thôn vào thành phố, mở rộng quy mô đô thị về không gian, tăng cường hoạt động xây dựng, cải tạo hạ tầng cơ sở là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm trầm trọng đối với môi trường không khí, môi trường nước, môi trường đất của các đô thị.

Quá trình đô thị hóa mạnh mẽ trên thế giới trong nửa thế kỷ gần đây đã gây ra áp lực rất mạnh mẽ đối với tài nguyên và môi trường. Số liệu trung bình thống kê của nhiều nước trên thế giới cho thấy: Ngành xây dựng nhà cửa đã tiêu thụ tới khoảng 30% đến 40% tổng tiêu thụ năng lượng, tiêu thụ khoảng 20% đến 30% tổng lượng nước sạch và sử dụng khoảng 50% đến 70% tài nguyên vật liệu không thể tái tạo của quốc gia. Tỷ lệ % trên ở mỗi nước có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn tùy theo mức độ đô thị hóa của mỗi quốc gia. Đó chính là lý do cần phải phát triển công trình xanh để ngành xây dựng- kiến trúc phát triển bền vững.

Phát triển kinh tế - xã hội rất mạnh mẽ trên toàn thế giới, đặc biệt là phát triển công nghiệp trong thế kỷ 20, không kèm theo các giải pháp bảo vệ môi trường (BVMT) tương ứng, đã gây ra sức ép rất to lớn lên tài nguyên và môi trường tự nhiên, đã làm cho môi trường ngày càng bị ô nhiễm, tài nguyên thiên nhiên ngày càng bị suy thoái và cạn kiệt.

Chính vì dân số thế giới tăng nhanh, phát triển kinh tế-xã hội, mà trong đó hạt nhân là công nghiệp hóa và đô thị hóa mạnh mẽ chưa từng có trong thế kỷ 20, đã làm cho cả Thế giới phải đối mặt với các thách thức nghiêm trọng, thậm chí còn có thể đe dọa sự sinh tồn của cả loài người, đó là:

- + Biến đổi khí hậu (BĐKH);
- + Khủng hoảng năng lượng;
- + Môi trường sống ngày càng bị ô nhiễm;
- + Nguồn nước sạch ngày càng khan hiếm;
- + Diện tích rừng bị thu hẹp và đa dạng sinh học bị suy thoái nghiêm trọng.

Tất cả các thách thức nêu trên đã làm cho sự phát triển của mỗi quốc gia cũng như sự phát triển của toàn thế giới trở nên không bền vững.

Nguyên nhân chính gây ra BĐKH của Trái Đất là do sự gia tăng các hoạt động tạo ra “khí nhà kính - Greenhouse Gas”. Khí nhà kính có nồng độ lớn nhất trong khí quyển là carbon dioxide (CO_2), có nguồn gốc chủ yếu từ đốt các nhiên liệu, trong đó đốt nhiên liệu hóa thạch để sản xuất điện năng là lớn nhất. Các công trình xây dựng đóng góp khoảng gần một nửa lượng CO_2 trong khí quyển. Theo Hội đồng Công trình Xanh Mỹ (USGBC), tổng năng lượng tiêu thụ cho nhà cửa là 48% và lượng CO_2 phát thải do nhà cửa gần bằng tổng lượng phát thải của giao thông vận tải và công nghiệp.

Trong bối cảnh đó đã xuất hiện xu hướng phát triển “*Công trình Xanh / Green Building*”- đó là hoạt động được coi là đóng góp quan trọng, tích cực và hiệu quả nhất của lĩnh vực xây dựng để ứng phó với BĐKH và góp phần

vào sự phát triển bền vững của Thế giới. Những năm đầu tiên (1990 - 2000) hoạt động “*Công trình Xanh/Green Building*”, mới được coi như một làn sóng (the Wave), đến năm 2006 trở thành cơn bão (the Storm) và đến 2009 - 2010 đã trở thành “Cuộc cách mạng Công trình Xanh- The Green Building Revolution” [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington. Covelco. London. 2008] trong lĩnh vực xây dựng và kiến trúc trên toàn Thế giới.

1.2.2. Sự hình thành xu hướng phát triển “Công trình Xanh” trên Thế giới

Như chúng ta đã biết xu hướng phát triển công trình xây dựng xanh (Green Building Development)” đã ra đời vào các năm 90 của thế kỷ trước, được xem như một cuộc cách mạng trong ngành xây dựng - kiến trúc để đáp ứng với các hiểm họa mà loài người đang phải đối mặt, đó là ô nhiễm môi trường, suy thoái - cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên, khủng hoảng năng lượng và biến đổi khí hậu.

Xu hướng phát triển công trình xây dựng xanh được khởi đầu từ năm 1990 do tổ chức Nghiên cứu Xây Dựng Anh (Building Research Establishment - BRE) và một số tổ chức nghiên cứu tư nhân cùng đưa ra phương pháp đánh giá môi trường đối với công trình, được gọi là BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) với mục đích chỉ đạo thực tiễn xây dựng công trình xanh một cách có hiệu quả để giảm thiểu tác động tiêu cực của hoạt động xây dựng đối với môi trường khu vực và toàn cầu. Năm 1991 do sáng kiến của một số nhà đầu tư tư nhân ở Hoa Kỳ đã thiết kế và xây dựng một số ngôi nhà có chất lượng môi trường tốt và sử dụng tiết kiệm năng lượng. Các ngôi nhà này đã trở thành kiểu mẫu về công trình xanh, thu hút sự quan tâm của nhiều chuyên gia xây dựng, kiến trúc và môi trường của Hoa Kỳ. Đến năm 1993 các chuyên gia này đã phối hợp với nhau thành lập Hội đồng Công trình Xanh của Mỹ (US Green Building Council - USGBC), đã đề ra bộ tiêu chí đánh giá và công nhận “Công trình Xanh” theo các mức Kim cương, Vàng và Bạc khác nhau, được gọi là “Chỉ dẫn thiết kế môi trường và năng lượng” (Leadership in Energy and Environmental Design - viết tắt là LEED). Tiếp theo là Canada cũng đã hình thành phong trào phát triển công trình xanh từ năm 1998. Phong trào xây dựng xanh từ Anh, Mỹ, Canada đã phát triển rất mạnh mẽ và nhanh chóng lan rộng ra rất nhiều nước trên thế giới, nên ngày nay người ta còn gọi đây là “Cuộc cách mạng xây dựng xanh” trên thế giới.

Đến nay trên thế giới có khoảng gần 100 nước đã triển khai phát triển công trình xây dựng xanh của nước mình. Hội đồng Công trình Xanh thế

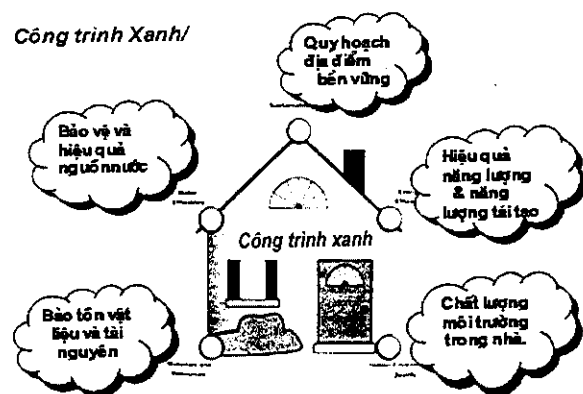
giới (WGBC) được thành lập từ năm 2002, trụ sở đặt ở Canada. Phần lớn Hội đồng Công trình Xanh là tổ chức NGO, một số ít là tổ chức chuyên môn thuộc chính quyền Nhà nước. Ở hầu hết các nước đã có Hội đồng Công trình Xanh đều đã ban hành các quy chuẩn, tiêu chuẩn quốc gia về “Công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả”, là một cơ sở pháp lý quan trọng, làm căn cứ trong việc đánh giá, công nhận công trình xanh. Quy chuẩn quốc gia là các quy định bắt buộc phải thực hiện, còn bộ tiêu chí đánh giá công trình xanh đưa ra các chỉ tiêu đối với công trình xanh cao hơn (nhưng có tính khả thi) các chỉ tiêu của các quy chuẩn quốc gia, nhưng lại dựa trên cơ sở tự nguyện áp dụng.

Công trình xanh, theo định nghĩa của USGBC (hình 1.2), là những công trình xây dựng (hiện nay mới chủ yếu nói đến các tòa nhà), sau khi hoàn thành đáp ứng được các tiêu chí của “*Chỉ dẫn thiết kế môi trường và năng lượng - Đánh giá công trình xanh*” (*The Leadership in Energy and Environmental Design- Green Building Rating, viết tắt là LEED*) [Nguồn: US GBC. *Green Building Rating System For New Construction & Major Renovations. Version 2.2. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). October 2005*], cụ thể là :

(1) *Địa điểm bền vững (Sustainable Sites)*: xét đến việc lựa chọn địa điểm xây dựng, biết bảo tồn và khôi phục thiên nhiên, thuận tiện giao thông, có đường cho xe đạp, ít xe có động cơ, mái ít hấp thụ nhiệt mặt trời, giữ nước, chống xói mòn...;

(2) *Hiệu quả sử dụng nước (Water Efficiency)*: có ao, hồ giữ nước, kiểm soát nước mưa, giảm dùng nước sạch tưới cây, tiết kiệm nước sạch, áp dụng công nghệ xử lý nước thải để tái sử dụng nước thải...;

(3) *Hiệu quả năng lượng (Energy Efficiency)*: tối ưu hóa các thiết bị năng lượng, sử dụng năng lượng tái tạo tại chỗ, có thiết bị kiểm soát năng lượng, sử dụng năng lượng xanh, kết quả giảm được từ 30% đến 50% năng lượng có nguồn gốc từ đốt nhiên liệu hóa thạch. Khi giảm trên 80% năng lượng, công trình được gọi là “*công trình*



Hình 1.2. Định nghĩa công trình xanh của Hội đồng Công trình Xanh Hoa Kỳ (USGBC)

zero năng lượng” (“zero energy building”), hoặc công trình “trung hòa cacbon” (“carbon neutral”).

(4) *Vật liệu và tài nguyên (Materials & Resources)*: Lưu giữ, thu gom, tái chế vật liệu, tái sử dụng cấu kiện, quản lý chất thải xây dựng, vật liệu địa phương, sử dụng tối thiểu 50% vật liệu và sản phẩm có nguồn gốc từ gỗ ...;

(5) *Chất lượng môi trường trong nhà (Indoor Environment Quality)*: kiểm soát khói thuốc, kiểm soát ô nhiễm không khí ngoài nhà, tăng cường thông gió, kiểm soát chất ô nhiễm hóa học, tiện nghi ánh sáng và sử dụng ánh sáng tự nhiên, tiện nghi vi khí hậu, âm thanh, có tầm nhìn 90% không gian xung quanh...

Để đánh giá và xếp hạng các công trình xanh, cần thiết phải có một *Hệ thống đánh giá công trình xanh (Green Building Rating System)*.

Hệ thống LEED hiện nay đã có 12 phiên bản cho các loại công trình khác nhau, như:

LEED - NC (for New Construction & Major Renovation) - cho các công trình xây dựng mới & cải tạo lớn;

LEED - EB (for Existing Buildings) - cho các công trình hiện hữu;

LEED - CS (for Core & Shell) cho nhà cho thuê;

LEED - CI (for Commercial Interiors) - cho nội thất thương mại...

LEED là hệ thống đánh giá nổi tiếng nhất hiện nay, được nhiều nước áp dụng.

David Gottfried, sáng lập viên Hội đồng Công trình Xanh của Hoa Kỳ, cũng như của Thế giới, đã phát biểu tại Hội thảo “Sustainable Building Pathway”, ngày 8-10 tháng 2 năm 2006, tại Mt Eliza Campus, Trường Kinh Doanh Melbourne, Australia như sau: Công cụ đánh giá công trình xanh LEED đã trở thành ngôn ngữ chung “thế nào là công trình xanh” được chấp nhận rộng rãi và là một hệ chuẩn mực cho công trình xanh ở Hoa Kỳ; Có một hệ chuẩn mực như vậy đã giúp người tiêu dùng có được một sự hiểu biết tốt hơn về những gì mà ngành công nghiệp xây dựng cung cấp cho thị trường nhà cửa, và do đó đã trở thành một công cụ rất mạnh mẽ để thu hút sự quan tâm của mọi người hướng về phát triển công trình xanh. Cũng theo ông David Gottfried phát biểu tại Hội thảo: Tổng giá trị ước tính của các dự án đăng ký để được đánh giá theo bộ tiêu chí LEED tăng gấp 10 lần trong vòng 4 năm, từ 792 triệu đô-la Mỹ năm 2000 đã tăng lên 7,73 tỷ đô-la Mỹ năm 2004. Những nghiên cứu thống kê ở Mỹ cho thấy “không có sự tăng chi phí lớn cho công trình xanh so với các công trình xây dựng truyền thống thông thường”.

1.3. HỆ THỐNG ĐÁNH GIÁ, CÔNG NHẬN VÀ CẤP CHỨNG CHỈ CÔNG TRÌNH XANH TRÊN THẾ GIỚI

Thông thường, một hệ thống đánh giá được phát triển dựa trên nền tảng của một hoặc một vài hệ thống đánh giá gốc. Bảng 1.1 liệt kê 30 hệ thống đánh giá phổ biến hiện hành và nguồn gốc phát triển của chúng. Có thể dễ dàng thấy rằng rất nhiều hệ thống được phát triển dựa trên BREEAM hoặc LEED.

Bảng 1.1. Các bộ tiêu chí đánh giá phổ biến trên thế giới

STT	Bộ tiêu chí đánh giá	Cơ sở phát triển
1	BEES (US)	Chuỗi tiêu chuẩn ISO 14040, Tiêu chuẩn ASTM
2	BUILDING INDEX Malaysia (GREEN BUILDING INDEX - MS1525:2007)	n/a
3	BREEAM (UK)	Bản gốc
4	CASBEE (Japan)	Bản gốc
5	CEEQUAL (UK)	Bản gốc
6	CEPAS (Hong Kong)	LEED, BREEAM, HK-BEAM
7	DQI (Design Quality Indicator) (UK)	Chưa tiết lộ
8	Earth Advantage (Commercial Buildings) (US)	Chưa tiết lộ
9	EEWH (Taiwan)	LEED
10	Envest 2 (UK)	Bản gốc
11	Green Building Certification System (Korea)	BREEAM, LEED, BEPAC
12	Evaluation standard for green building (China)	LEED
13	Green Globes (US, Canada, UK)	BREEAM
14	Green Leaf Eco-Rating Program (US, Canada)	Bản gốc
15	Green Mark (Singapore)	BREEAM, LEED
16	Green Star (Australia)	BREEAM, LEED
17	HK BEAM (Hong Kong)	BREEAM
18	HQE (France)	Chưa tiết lộ
19	LEED (US)	Bản gốc
20	Living Building Challenge (US)	LEED
21	M4i (UK)	Bản gốc
22	MSBG (US)	LEED, BREEAM
23	NABERS (Australia)	Chưa tiết lộ
24	'Quality of Life Counts' Indicator (UK)	Bản gốc
25	SBTool/GBTool (International)	Bản gốc
26	SBAT (Africa)	Bản gốc
27	SE Checklist (UK)	Bản gốc
28	SPeAR (UK)	Bản gốc
29	SPiRiT (Sustainable Project Rating Tool) (US)	LEED
30	TERI GRIHA (India)	Bản gốc

Dưới đây giới thiệu một số bộ tiêu chí đánh giá công trình xanh có tiếng trên thế giới.

1.3.1. LEED (Bộ tiêu chí của Hoa Kỳ)

Bộ tiêu chí LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) của Hoa Kỳ do Hội đồng Công trình Xanh Hoa Kỳ (USGBC) đề xuất vào năm 1998. Cho đến nay sự phát triển của hệ thống đã được coi là hoàn thiện và dễ sử dụng. Dựa trên định nghĩa về Công trình xanh của USBGC, LEED bám sát và đưa ra 5 tiêu chí lấy trên 5 phần của định nghĩa công trình xanh (hình 1.2), tiêu chí thứ 6 là sáng tạo (Innovation). Cho đến nay LEED được coi là hệ thống tiêu chí đánh giá có uy tín và có ảnh hưởng nhất trên thế giới với 12 phiên bản cho các loại công trình khác nhau. Bộ tiêu chí công trình xanh của nhiều nước khác cũng đã tham khảo hệ thống đánh giá LEED của Hoa Kỳ.

Hệ thống tiêu chí đánh giá LEED, phiên bản cho các công trình mới và cải tạo lớn được công bố vào tháng 10/2005, có 6 tiêu chí (hạng mục), cho ở bảng 1.2 dưới đây.

Bảng 1.2. Bộ tiêu chí đánh giá công trình xanh của LEED

<p>Tiêu chí 1: Địa điểm bền vững (Sustainable Sites), 14 điểm, tương đương với tiêu chí sử dụng đất và sinh thái (Land use and Ecology) của Green Star, Australia, gồm các tín chỉ (credit) như:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chọn địa điểm: Tránh phát triển không phù hợp và giảm tác động môi trường do đặt công trình lên địa điểm, giảm áp lực môi trường lên đất chưa phát triển; - Bảo vệ lớp đất màu; - Mật độ phát triển hợp lý (tỷ lệ giữa đất xây dựng và đất tự nhiên) và kết nối cộng đồng; - Giao thông: tiếp cận giao thông công cộng; có chỗ cho xe đạp, xe ít phát thải; - Bảo vệ và khôi phục môi trường sống; - Không gian mở (open space) tối đa; - Hạn chế phá vỡ nước ngầm do giảm bề mặt thấm nước, quản lý nước mưa; - Chống "Hiệu ứng đảo nhiệt đô thị", để giảm tối thiểu tác động vi khí hậu đối với đời sống con người và thú hoang dã; - Giảm ô nhiễm ánh sáng.
<p>Tiêu chí 2: Hiệu quả nguồn nước (Water Efficiency), 5 điểm, gồm các tín chỉ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hạn chế dùng nước sạch tưới cây trong sân vườn, dùng nước mưa, nước xám; - Giảm tiêu thụ nước sạch; - Có hồ giữ nước mưa, kiểm soát nước mưa gây úng ngập. - Sử dụng công nghệ xử lý nước thải để tái sử dụng.
<p>Tiêu chí 3: Năng lượng và khí quyển (Energy & Atmosphere), 17 điểm, gồm các tín chỉ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tòa nhà và các hệ thống sử dụng năng lượng ở mức tối thiểu, tối ưu hóa các thiết bị năng lượng. - Không sử dụng máy điều hòa không khí có chất làm mát gốc CFC (Carbon - Flo - Clo); - Sử dụng năng lượng xanh, năng lượng tái tạo tái chế; - Giảm tiêu hao năng lượng của hệ thống điều hòa không khí và các thiết bị trong nhà.

Bảng 1.2. (tiếp theo)

<p>Tiêu chí 4: Vật liệu và tài nguyên (Materials & Resources), 13 điểm, gồm các tín chỉ:</p> <ul style="list-style-type: none">- Lưu giữ, thu gom, quản lý chất thải xây dựng;- Tái sử dụng cấu kiện, vật liệu;- Sử dụng vật liệu địa phương;- Sử dụng vật liệu và sản phẩm có nguồn gốc từ gỗ.
<p>Tiêu chí 5: Chất lượng môi trường trong nhà (Indoor Environment Quality), 15 điểm, gồm các tín chỉ:</p> <ul style="list-style-type: none">- Thông gió tự nhiên và thông gió cơ khí;- Kiểm soát khói thuốc;- Sử dụng vật liệu ít phát thải chất độc hại (sơn, vecni đồ gỗ, composite, ...);- Ánh sáng đủ, kiểm soát hệ thống chiếu sáng nhân tạo;- Môi trường vi khí hậu tiện nghi; Môi trường âm thanh tiện nghi;- Chiếu sáng tự nhiên 75% không gian; tầm nhìn 90% không gian.
<p>Tiêu chí 6: Sáng tạo (Innovation), 5 điểm.</p> <ul style="list-style-type: none">- Có các sáng tạo trong thiết kế.

Tổng cộng số điểm đánh giá công trình xanh theo hệ thống đánh giá của LEED là 69 điểm. Các công trình xây dựng đạt 6 tiêu chí nêu trên được cấp chứng chỉ LEED theo 4 cấp: nếu tổng số điểm công trình đạt 26-32 điểm thì công trình được cấp chứng chỉ LEED; nếu tổng số điểm công trình đạt 33-38 điểm thì công trình được cấp chứng chỉ LEED với mức Bạc; nếu tổng số điểm công trình đạt 39-51 điểm thì công trình được cấp chứng chỉ LEED với mức Vàng; nếu tổng số điểm công trình đạt 52-69 điểm thì công trình được cấp chứng chỉ LEED với mức Kim cương. Phiên bản LEED-2009 đã đổi thành 100 + 10 điểm (tương ứng là 26, 10, 35, 14, 15 và 6 điểm sáng tạo + 4 điểm về đặc điểm vùng = 10).

1.3.2. BREEAM (Bộ tiêu chí của Vương quốc Anh)

Phương pháp đánh giá công trình xanh theo bộ chỉ tiêu BREEAM do tổ chức Nghiên cứu Xây Dựng Anh (Building Research Establishment - BRE) và một số tổ chức nghiên cứu tư nhân cùng đưa ra năm 1990 với mục đích chỉ đạo thực tiễn xây dựng xanh một cách có hiệu quả và giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực của hoạt động xây dựng đối với môi trường khu vực và toàn cầu.

Nội dung đánh giá gồm 3 mặt: tính năng kiến trúc, thiết kế xây dựng và vận hành quản lý.

- Đối với kiến trúc ở giai đoạn thiết kế, giai đoạn mới xây dựng và giai đoạn mới xây xong và khi tu sửa thì đánh giá hai mặt kiến trúc và thiết kế xây dựng, tính toán đẳng cấp BREEAM và chỉ số tính năng môi trường.

- Đối với kiến trúc hiện có đang được sử dụng hoặc một bộ phận thuộc về hạng mục quản lý môi trường đang được đánh giá thì đánh giá hai mặt kiến trúc, quản lý và vận hành, tính toán đẳng cấp BREEAM và chỉ số tính năng môi trường.

- Đối với kiến trúc hiện có chỉ cần tiến hành kiểm tra kết cấu và cấu trúc phục vụ có liên quan thì đánh giá tính năng kiến trúc và tính toán chỉ số tính năng môi trường mà không cần tính toán đẳng cấp BREEAM.

Đây là bộ tiêu chí đánh giá công trình xanh xuất hiện đầu tiên trên thế giới, BREEAM không những được áp dụng trong phạm vi Vương Quốc Anh, mà còn có phiên bản BREEAM Europe và BREEAM Gulf, được áp dụng ở nhiều nước Châu Âu và vùng Vịnh.

Bảng 1.3. Hệ thống tiêu chí đánh giá của BREEAM

1. Quản lý Các bước mời thầu Ảnh hưởng trong quá trình xây dựng An ninh	2. Sức khoẻ và tiện nghi Ánh sáng tự nhiên Nhiệt độ Âm thanh Chất lượng không khí Chiều sáng
3. Năng lượng Khí thải CO ₂ Công nghệ phi Carbon Thống kê năng lượng Các hệ thống tiết kiệm năng lượng	4. Giao thông Giao thông công cộng Tiện nghi cho người đi bộ và người đi xe đạp Tiện nghi khác Thông tin giao thông công cộng
5. Cung cấp nước Tiết kiệm nước Phát hiện rò rỉ Tái sử dụng	6. Rác thải Rác thải xây dựng Tái sử dụng Hệ thống phân loại rác thải
7. Ô nhiễm Chất làm lạnh Nguy cơ úng lụt Ô nhiễm NOx Ô nhiễm nguồn nước Ô nhiễm ánh sáng và tiếng ồn	8. Sử dụng đất và sinh thái Chọn địa điểm xây dựng Bảo vệ sinh thái Bảo tồn và nâng cao các giá trị sinh thái
9. Vật liệu Tác động môi trường của vật liệu Tái sử dụng Nguồn vật liệu Độ bền	10. Cải tiến

Nguồn: (BREEAM, 2008)

Hệ thống tiêu chí đánh giá của BREEAM được chia thành 9 nhóm chính và một nhóm phụ (Sáng tạo-Innovation) - xem bảng 1.3. Mỗi nhóm chia ra nhiều tiêu chí nhỏ, tiến hành đánh giá công trình lần lượt trên 3 mặt tính năng kiến trúc hoặc thiết kế và xây dựng hoặc quản lý và vận hành. Đáp ứng yêu cầu tức là có thể có được số điểm tương ứng.

Phương pháp đánh giá của BREEAM là cho điểm đối với 10 tiêu chí nêu trên. Mức độ đạt tiêu chí công trình xanh phụ thuộc vào tổng số điểm của 10 tiêu chí nêu trên. Căn cứ vào tổng số điểm, BRE quy định 4 đẳng cấp đánh giá BREEAM là: Đạt, tốt, rất tốt và xuất sắc.

1.3.3. CASBEE (Bộ tiêu chí của Nhật Bản)

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) được phát triển tại Nhật Bản từ năm 2001. CASBEE được áp dụng tại Nhật Bản cho cả hai khối xây dựng tư nhân và nhà nước, và được phân loại thành hai thể loại công trình dân dụng và công trình công cộng. CASBEE có bốn phiên bản dành cho các giai đoạn khác nhau trong vòng đời của công trình: *thiết kế, xây dựng mới, công trình đang sử dụng, và công trình cải tạo*. Quá trình đánh giá của CASBEE bỏ qua các yếu tố về thẩm mỹ công trình và tính kinh tế, như là giá cả và lợi nhuận, cũng như các yếu tố xã hội.

CASBEE được phát triển dựa trên ba ý tưởng chủ đạo. Thứ nhất, nó dựa trên sự đánh giá công trình tương ứng với vòng đời của nó. Thứ hai, các tiêu chí đánh giá của CASBEE được chia thành hai nhóm chính: tác động môi trường (environmental load - LR) và chất lượng sử dụng công trình (quality of building performance - Q). Thứ ba, CASBEE dựa trên một hệ số duy nhất để xếp loại công trình - hệ số hiệu quả môi trường xây dựng BEE (Building Environmental Efficiency) - dựa trên ý tưởng cân bằng sinh thái (Reed *et al.*, 2009).

Hệ thống tiêu chí của CASBEE được chia làm hai nhóm chính, mỗi nhóm có ba mục (xem bảng 1.4):

Mỗi tiêu chí đánh giá của CASBEE có năm bậc: bậc 1 là những quy định tối thiểu, còn bậc 5 là những tiêu chuẩn cao nhất. Đã ban hành cuốn Hướng dẫn Kỹ thuật để chỉ dẫn cụ thể tiêu chí của mỗi bậc, cách tính điểm và các tài liệu cần thiết cho việc tính toán. Tổng điểm của mỗi mục trong một nhóm (ví dụ Q1, Q2, Q3 của nhóm Q) được tính toán, sau đó được nhân với quyền số của mỗi mục (tổng quyền số của cả nhóm là 1.0). Tổng số điểm (sau khi nhân quyền số) của hai nhóm là Q và LR là trị số để phân cấp công trình xanh.

Bảng 1.4. Hệ thống tiêu chí đánh giá của CASBEE

Q- Chất lượng công trình	LR- Giảm thiểu tác động môi trường
<p>Q1: Vi khí hậu công trình</p> <ul style="list-style-type: none"> - Âm thanh: tiếng ồn, cách âm, hấp thụ âm thanh. - Nhiệt độ: kiểm soát nhiệt độ phòng, kiểm soát độ ẩm, hệ thống điều hoà không khí. - Ánh sáng: ánh sáng ban ngày, chống loá, kiểm soát chiếu sáng. - Chất lượng không khí: kiểm soát nguồn thải khí, thông gió, v.v. 	<p>L1: Năng lượng</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khả năng giữ nhiệt của công trình. - Các nguồn năng lượng: sử dụng các nguồn năng lượng tự nhiên, sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo. - Sử dụng hiệu quả các hệ thống kỹ thuật: Hệ thống HVAC, Hệ thống thông gió, hệ thống chiếu sáng, hệ thống cấp nước nóng, thang máy, các hệ thống tiết kiệm năng lượng khác. - Vận hành: Theo dõi, vận hành, quản lý thiết bị.
<p>Q2: Chất lượng thiết kế</p> <ul style="list-style-type: none"> - Các vấn đề về vận hành - Các vấn đề về độ bền và độ ổn định - Thiết kế thích ứng với các thay đổi về tổ chức không gian và chức năng. 	<p>L2: Tài nguyên và vật liệu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng nước - Giảm thiểu sử dụng các nguồn tài nguyên không tái tạo - Giảm thiểu sử dụng các vật liệu có độc tính.
<p>Q3: Chất lượng môi trường khu đất bên ngoài công trình</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bảo vệ sinh thái. - Cảnh quan khu vực - Nâng cao chất lượng cuộc sống của khu vực lân cận. 	<p>L3: Giảm thiểu tác động môi trường</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sự ấm lên của trái đất - Tác động tiêu cực: Ô nhiễm không khí, hiện tượng "Đảo nhiệt", tác động đến hạ tầng của khu vực. - Các tác động khác: tiếng ồn, độ rung, ô nhiễm mùi, tác động gió, ngăn cản tia nắng mặt trời, ô nhiễm ánh sáng.

Nguồn: JSBC, 2010

CASBEE phân loại kết quả đánh giá thành 5 cấp (JSBC, 2010a), cho ở bảng 1.5.

Bảng 1.5. Phân loại kết quả đánh giá của CASBEE

Xếp loại	Đánh giá	Giá trị BEE	Cấp độ CTX
S	Xuất sắc	$BEE \geq 3.0, Q \geq 50$	★★★★★
A	Rất tốt	$BEE = 1.5 \sim 3.0$	★★★★
B+	Tốt	$BEE = 1.0 \sim 1.5$	★★★
B-	Đạt	$BEE = 0.5 \sim 1.0$	★★
C	Kém	$BEE \leq 0.5$	★

Hệ thống tiêu chí đánh giá của CEPAS được chia làm 8 nhóm: Sử dụng tài nguyên, Tác động, Ảnh hưởng đến khu đất xây dựng, Ảnh hưởng đến khu vực xung quanh, Tiện nghi công cộng, Tiện nghi dự án, Tiện nghi trong công trình, Vi khí hậu công trình. Mỗi nhóm tiêu chí này lại được đánh giá qua bốn giai đoạn chính trong vòng đời của công trình.

Phương pháp đánh giá của CEPAS khá đơn giản: Các công trình được cho điểm dựa trên sự đáp ứng các tiêu chí đánh giá; Số điểm nhận được trên tổng số điểm phản ánh độ bền vững công trình.

1.3.4. EEWH (Bộ tiêu chí của Đài Loan)

Ở Đài Loan cho tới năm 1999 mới có hệ thống đánh giá EEWH, nhưng cũng được coi là nước có hoạt động công trình xanh đứng thứ ba trên thế giới. Năm 1999, hệ thống EEWH được khởi động thì năm 2001 "Chương trình đẩy mạnh công trình xanh" (GB Promotion Program) được Chính phủ phê chuẩn. Năm 2002 phát triển Công trình Xanh ở Đài Loan đã trở thành "Chính sách quốc gia" (National Policy) và được xếp như là phần quan trọng của "Thách thức 2008 - Chương trình trọng đại phát triển quốc gia" (Challenging 2008 - National Major Development Plan). Nhờ đó đã hình thành một bộ máy điều hành tập trung, có năng lực, nên chỉ trong 7 năm (2000 - 2007) đã đạt được thành tựu to lớn: tiết kiệm được 432 triệu kWh điện, giảm được 285.000 tấn CO₂, tương đương lượng hấp thụ của 950 ha rừng, giảm 18,3 triệu m³ nước sạch.

Đài Loan cũng đã thành lập "Hội đồng thực hành của chương trình đẩy mạnh công trình xanh," cùng với Viện Nghiên cứu Kiến trúc và Xây dựng (thuộc Bộ Nội vụ) chịu trách nhiệm tổ chức và giám sát các hoạt động của Chương trình Công trình Xanh.

Hệ thống tiêu chí đánh giá của EEWH được chia làm bốn Tiêu chí lớn (Major Index) là Sinh thái, Tiết kiệm năng lượng, Giảm chất thải và Sức khoẻ, trong đó có 9 tiêu chí nhỏ (Indicator) là Đa dạng sinh học (1), Cây xanh (2), Đất giữ nước (3), Tiết kiệm năng lượng (4), Giảm phát thải CO₂ (5), Giảm rác thải (6), Môi trường trong nhà (7), Nguồn nước (8), và Cải tiến xử lý nước và rác (9) - xem bảng 1.6.

Bảng 1.6. Hệ thống tiêu chí đánh giá EEWH

Phân hạng	Chỉ tiêu	Nội dung
Sinh thái (21 chỉ tiêu)	T1. Chỉ tiêu đa dạng sinh học (9 chỉ tiêu)	T1-1 Hệ thống cây xanh quần xã T1-2 Bảo tồn mặt đất T1-3 Ao hồ Sinh thái T1-4 Thủy vực sinh thái T1-5 Bờ kè sinh thái và hàng rào sinh thái T1-6 Môi trường nhiều hang hốc T1-7 Thiết kế đa dạng sinh học sân trong T1-8 Thiết kế đa dạng sinh học vườn trường T1-9 Chống chói loá từ mặt kính nhà cao tầng.
	T2. Chỉ tiêu xanh hoá (6 chỉ tiêu)	T2-1 Xanh hóa sinh thái T2-2 Xanh hóa khối nhà T2-3 Tưới nước, xanh hóa mặt tường T2-4 Xanh hóa mặt nền nhân tạo T2-5 Xanh hóa kỹ thuật phòng ngập, thoát nước T2-6 Xanh hóa chống gió, lọt khí
	T3. Chống thấm nền (6 chỉ tiêu)	T3-1 Hệ phổ thấm nước T3-2 Hồ chứa nước cảnh quan T3-3 Bãi trống lưu trữ nước thấm thấu T3-4 Giếng thấm thấu và ống thấm thấu T3-5 Lưu trữ nước nhân tạo T3-6 Thiết kế cây xanh, thảm cỏ, vùng đất được che phủ
Chỉ tiêu tiết kiệm năng lượng hàng ngày (41 chỉ tiêu)	T4. Chỉ tiêu tiết kiệm năng lượng	<u>Tiết kiệm vỏ ngoài công trình (8 chỉ tiêu)</u> T4-1 Tiết kiệm trong bố cục kiến trúc T4-2 Tỷ lệ mở cửa thích hợp T4-3 Che nắng bên ngoài T4-4 Vật liệu kính T4-5 Tính kín khí và cách nhiệt của các lỗ cửa T4-6 Vật liệu và cấu tạo kết cấu bao che T4-7 Vật liệu và cấu tạo mái nhà T4-8 Tường bằng kính <u>Hiệu quả thông gió (9 chỉ tiêu)</u> T4-9 Lợi dụng gió địa hình T4-10 Bố trí thông gió theo mùa

Bảng 6.1 (tiếp theo)

Phân hạng	Chỉ tiêu	Nội dung
		<p>T4-11 Lợi dụng gió sân trong</p> <p>T4-12 Trồng cây điều khiển gió</p> <p>T4-13 Đặc tính thông gió của cửa mở</p> <p>T4-14 Chống gió nhà cao tầng</p> <p>T4-15 Thiết kế thông gió xuyên phòng</p> <p>T4-16 Thiết kế thông gió bằng áp lực nhiệt</p> <p>T4-17 Ứng dụng tháp thông gió trên nóc công trình</p> <p><u>Tiết kiệm đối với điều hòa không khí (14 chỉ tiêu)</u></p> <p>T4-18 Phân khu điều hòa không khí.</p> <p>T4-19 Thiết kế tiết kiệm năng lượng điều hòa không khí trung tâm</p> <p>T4-20 Hệ thống sử dụng quạt gió</p> <p>T4-21 Phân tầng điều hòa không khí trong không gian lớn</p> <p>T4-22 Thái nhiệt, gió hồi trong điều hòa không khí</p> <p>T4-23 Điều khiển số nguồn nhiệt và máy lạnh kiểu hấp thụ</p> <p>T4-24 Hệ thống giữ lạnh</p> <p>T4-25 Hệ thống điều hòa VAV (Variable Air Volume)</p> <p>T4-26 Hệ thống điều hòa VRV (Variable Refrigerant Volume)</p> <p>T4-27 Hệ thống điều hòa VWV (Variable Water Volume)</p> <p>T4-28 Hệ thống trao đổi nhiệt toàn phần</p> <p>T4-29 Hệ thống kiểm soát nồng độ CO₂ của không khí bên ngoài</p> <p>T4-30 Hệ thống làm mát bằng khí ngoài trời</p> <p>T4-31 Hệ thống quản lí nguồn năng lượng trong nhà</p> <p><u>Tiết kiệm trong chiếu sáng (7 chỉ tiêu)</u></p> <p>T4-32 Các loại nguồn sáng</p> <p>T4-33 Phương thức chiếu sáng</p> <p>T4-34 Ánh sáng tán xạ và chiếu sáng đồng đều</p> <p>T4-35 Điều khiển bật tắt đèn</p> <p>T4-36 Lấy ánh sáng từ các cửa sổ</p> <p>T4-37 Lấy ánh sáng từ nóc nhà</p> <p>T4-38 Kết cấu che nắng ngoài nhà</p> <p><u>Các nguồn năng lượng khác (3 chỉ tiêu)</u></p> <p>T4-39 Hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời.</p> <p>T4-40 Hệ thống Pin mặt trời</p> <p>T4-41 Kỹ thuật tiết kiệm năng lượng cho nhà ở.</p>

Bảng 6.1 (tiếp theo)

Phân hạng	Chỉ tiêu	Nội dung
Giảm phé thải khí thải (12 chỉ tiêu)	T5. Giảm CO ₂ (5 chỉ tiêu)	T5-1 Tạo hình kiến trúc và trang trí nội thất đơn giản T5-2 Hệ thống kết cấu hợp lý T5-3 Sử dụng kết cấu nhẹ T5-4 Kết cấu gỗ T5-5 Lợi dụng vật liệu tái chế
	T6. Chỉ tiêu giảm phé liệu (7 chỉ tiêu)	T6-1 Cân bằng khối lượng đất T6-2 Tự động hóa xây dựng T6-3 Ngăn cách kiểu khô T6-4 Xí tắm hoàn chỉnh T6-5 Phòng ngừa ô nhiễm không khí trong xây dựng T6-6 Thiết kế các đường ống đê trần (không đi ngầm) T6-7 Sử dụng lại kiến trúc cũ
Chỉ tiêu sức khỏe (19 chỉ tiêu)	T7. Chỉ tiêu môi trường nội thất (11 chỉ tiêu)	T7-1 Chống ồn T7-2 Chống rung T7-3 Chiều sáng tự nhiên trong phòng T7-4 Quy hoạch thông gió trên mặt bằng T7-5 Kiểm soát ô nhiễm trong phòng T7-6 Thiết bị lọc sạch không khí trong phòng T7-7 Chống đọng sương, ngưng tụ ẩm T7-8 Chống ẩm thấp cho mặt đất và nền nhà (chống nồm) T7-9 Vật liệu chống ẩm mốc T7-10 Vật liệu xây dựng xanh T7-11 Thiết kế trang trí xanh
	T8. Chỉ tiêu nguồn nước (4 chỉ tiêu)	T8-1 Thiết bị tiết kiệm nước T8-2 Kế hoạch lợi dụng nước xám T8-3 Tái sử dụng nước mưa T8-4 Tiết kiệm nước tưới cây
	T9. Chỉ tiêu cải thiện nước ô nhiễm và rác thải (4 chỉ tiêu)	T9-1 Phân dòng nước mưa ô nhiễm T9-2 Cải tiến bãi tập trung rác T9-3 Xử lí nước ô nhiễm bằng vùng đất ướt nhân tạo T9-4 Rác nhà bếp và mùn phân lá rụng

Nguồn: STSIPA, 2011

EEWH phân kết quả đánh giá thành năm bậc: cấp Chứng chỉ đạt, Đồng, Bạc, Vàng, Kim cương. [Nguồn: <http://gsp.stsipa.gov.tw/eng/main03_2.htm>].

1.3.5. GBCS (Bộ tiêu chí của Hàn Quốc)

Hệ thống chứng chỉ công trình xanh (Green Building Certification System - GBCS) của Hàn Quốc là hệ thống được phát triển bởi Hội đồng Công trình Xanh Hàn Quốc (Korea Green Building Council - KGBC) - một tổ chức phi lợi nhuận được thành lập bởi Chính phủ Hàn Quốc trong lộ trình thúc đẩy sự phát triển bền vững của ngành xây dựng và các ngành liên quan thông qua việc phổ biến các công nghệ xanh mới. KGBC bắt đầu phát triển các tiêu chuẩn công trình xanh từ năm 2000. GBCS đánh giá bốn loại công trình: nhà chung cư, nhà ở hỗn hợp, cao ốc văn phòng và trường học.

Hệ thống tiêu chí đánh giá của GBCS được chia thành 9 nhóm chính (xem bảng 1.7).

Bảng 1.7. Hệ thống tiêu chí đánh giá của GBCS

Nhóm	Các tiêu chí chính	Điểm
Tài nguyên đất	Các giá trị sinh thái Sử dụng đất Tác động đến khu đất và MT xung quanh	7
Giao thông công cộng	Giảm thiểu phương tiện giao thông cá nhân	5
Năng lượng	Sử dụng năng lượng hợp lý Bảo tồn năng lượng	23
Sử dụng vật liệu và các nguồn tài nguyên	Bảo tồn các nguồn tài nguyên, tái sử dụng	21
Tài nguyên nước	Tối ưu hoá quá trình sử dụng nước Bảo vệ nguồn tài nguyên nước	14
Ô nhiễm bầu khí quyển	Ngăn chặn thay đổi khí hậu	6
Quản lý	Quản lý quá trình xây dựng	10
Môi trường sinh thái	Không gian xanh trong công trình Bảo tồn và cải tạo môi trường sinh thái	19
Chất lượng vi khí hậu công trình	Chất lượng không khí, nhiệt độ, mức ồn, tạo ra môi trường sống dễ chịu, chăm sóc người già và người đau ốm	31
Tổng cộng		136

Nguồn: Kim, 2009

Phương pháp đánh giá của GBCS rất đơn giản. Công trình hoặc dự án được cho điểm dựa trên sự đáp ứng tiêu chí đánh giá. Tổng số điểm đạt được sẽ quyết định bậc của công trình/dự án. Ví dụ, công trình đạt được hơn 85 điểm sẽ được xếp hạng “Xuất sắc”, công trình đạt được hơn 65 điểm sẽ được xếp hạng “Tốt”. [Nguồn: <<http://www.greenbuilding.or.kr>>].

1.3.6. ESGB (Bộ tiêu chí của Trung Quốc)

“Tiêu chuẩn Đánh giá công trình Xanh” của Trung Quốc được dịch từ tiếng Trung Quốc với phiên âm Hán Việt là “Lục sắc kiến trúc bình giá tiêu chuẩn” và được dịch sang tiếng Anh là “Evaluation Standard for Green Building”. Dựa vào tiêu chí đánh giá theo tiêu chuẩn này thường gọi là tiêu chuẩn “Ba Sao”, vì được chia ra làm 3 thứ hạng và gắn sao cho từng cấp. Trước kia ở Trung Quốc, dự án đầu tư nước ngoài có xu hướng sử dụng bộ tiêu chí LEED. “Lục sắc kiến trúc bình giá tiêu chuẩn” cũng được xây dựng dựa trên nhiều điểm quan trọng của bộ tiêu chí LEED của Hoa Kỳ.

“Tiêu chuẩn Ba sao” dùng để đánh giá các tòa nhà ở và các tòa nhà văn phòng, trung tâm mua sắm, khách sạn và công trình công cộng khác. Hệ thống chỉ số đánh giá của “Tiêu chuẩn Ba sao” này bao gồm sáu chỉ tiêu sau đây:

1. Tiết kiệm đất đai với môi trường ngoài nhà;
2. Tiết kiệm năng lượng với việc sử dụng tài nguyên;
3. Tiết kiệm nước với sử dụng nước;
4. Tiết kiệm vật liệu với sử dụng nguyên liệu ;
5. Chất lượng môi trường trong nhà;
6. Các hoạt động quản lý (xây dựng nhà ở), tính năng tổng hợp của toàn bộ chu kỳ phục vụ (xây dựng công cộng).

Toàn bộ tiêu chuẩn bao gồm trên 100 tiêu chí. Các chỉ tiêu cụ thể được chia thành ba cấp là các cấp bắt buộc, cấp chung và cấp ưu tiên. Trong đó, cấp bắt buộc được xem như là một điều khoản cần thiết của công trình xanh; cấp ưu tiên chủ yếu để thực hiện cho các hạng mục khó khăn hơn, đòi hỏi yêu cầu cao hơn. Với cùng một đối tượng, có thể dựa vào khả năng và nhu cầu để lựa chọn các yêu cầu về chỉ tiêu tương ứng với các cấp bắt buộc, cấp chung và cấp ưu tiên.

Điều kiện bắt buộc của công trình xanh là phải đáp ứng toàn bộ các yêu cầu của cấp bắt buộc của tiêu chuẩn công trình xanh. Khác hẳn với các tiêu chuẩn của các nước, tiêu chuẩn công trình xanh và tiết kiệm năng lượng của Trung Quốc không dùng khái niệm OTTV (Overall Thermal Transfer Value) để đánh giá hiệu quả cách nhiệt của lớp vỏ bao che công trình, mà sử dụng 2 phương pháp để hạn chế tính năng truyền nhiệt của tường. Thứ nhất là quy định hệ số truyền nhiệt (U-Value) cho cửa đi, cửa sổ, tường, mái nhà, sàn nhà..., đặc tính che nắng của kính, tỉ số diện tích cửa sổ trên diện tích tường v.v... Thứ hai là dùng “phương pháp kiến trúc tham khảo”, tức là sự tiêu hao năng lượng thiết kế kiến trúc rút ra từ mô hình tính toán trên máy tính không được cao hơn trị số tiêu hao năng lượng kiến trúc có hình dạng

tương đồng được quy định. Cách làm này không khác gì đáng kể so với bộ tiêu chí LEED của Hoa Kỳ.

1.3.7. Green Globes (U.S, Canada, UK)

Hệ thống Green Globes là một trong những hệ thống mang tính cách mạng trong quá trình phát triển của các hệ thống đánh giá công trình xanh. Green Globes đưa ra một cơ chế đánh giá, hướng dẫn trực tuyến cho quá trình thiết kế, vận hành và quản lý công trình xanh, tuy về bản chất nó vẫn được xây dựng dựa trên BREEAM. Các phiên bản của Green Globes đang được sử dụng tại Mỹ, Canada và Anh Quốc. Đánh giá trực tuyến đang là xu hướng mới và đang có khá nhiều tổ chức đang phát triển những hệ thống đánh giá theo hướng này.

Hệ thống tiêu chí đánh giá Green Globes được chia thành 7 nhóm chính (xem bảng 1.8).

Bảng 1.8. Hệ thống tiêu chí đánh giá của Green Globes

Nhóm tiêu chí	Điểm (1000)	Các tiêu chí chính
1. Năng lượng	360	Hiệu suất, hiệu quả sử dụng, giảm nhu cầu năng lượng. Sử dụng năng lượng tái tạo, khuyến khích giao thông công cộng.
2. Vi khí hậu công trình	200	Thông gió, chiếu sáng, nhiệt độ, độ ồn.
3. Địa điểm xây dựng	140	Tác động tới hệ sinh thái xung quanh
4. Nguồn tài nguyên	100	Sử dụng vật liệu ít tác động đến môi trường, tái sử dụng, quản lý quá trình phá hủy công trình, độ bền công trình.
5. Nước	100	Hiệu suất sử dụng nước, bảo tồn nguồn tài nguyên nước, xử lý nước.
6. Khí thải và các tác động môi trường	50	Khí thải, tác động đến tầng Ozon, kiểm soát chất thải, v.v.
7. Quản lý dự án	50	Quá trình thiết kế, quá trình mời thầu, quá trình thi công, v.v.

Nguồn: GBI, 2010

Người sử dụng bắt đầu quy trình tự đánh giá bằng cách hoàn thành một bản câu hỏi trực tuyến. Chất lượng công trình được đánh giá dựa trên thang điểm gồm 1000 tín chỉ, được chia làm 7 nhóm lớn. Green Globes cũng đưa ra những phân tích kết quả bằng sơ đồ và bảng biểu, chỉ rõ những nhược điểm và ưu điểm trong thiết kế. Sau đó chương trình trực tuyến sẽ tự động đưa ra kết quả cuối cùng và chi tiết các tiêu chí đạt được hay chưa đạt được trong một báo cáo tổng kết.

1.3.8. Green Mark (Bộ tiêu chí của Singapore)

BCA Green Mark là bộ tiêu chuẩn công trình xanh được ban hành năm 2005 bởi Cục Xây dựng và Công trình (BCA) của Singapore. Bộ tiêu chuẩn có mục đích thúc đẩy phát triển bền vững và nâng cao nhận thức về môi trường đối với các nhà đầu tư, nhà thiết kế và nhà xây dựng. Những lợi ích của việc áp dụng BCA Green Mark bao gồm giảm thiểu việc tiêu thụ năng lượng và nước, giảm tác dụng của công trình đến môi trường xung quanh, nâng cao chất lượng vi khí hậu vì sức khoẻ và năng suất lao động của người sử dụng. Có 7 phiên bản của Green Mark cho các dạng công trình khác nhau, được phân chia theo tính chất và mục đích sử dụng:

- Công trình công cộng mới;
- Công trình nhà ở mới;
- Công trình hiện hữu;
- Nội thất văn phòng;
- Biệt thự;
- Cơ sở hạ tầng;
- Quy hoạch khu dân cư.

Hệ thống tiêu chí đánh giá của Green Mark được chia thành 5 nhóm chính (xem bảng 1.9)

Bảng 1.9. Hệ thống tiêu chí đánh giá Green Mark

Tiết kiệm năng lượng	Tiết kiệm nước	Vi khí hậu công trình
Vỏ công trình Hệ thống điều hoà không khí Thông gió tự nhiên Chiếu sáng tự nhiên Thông gió trong nhà để xe	Các thiết bị tiết kiệm nước Phát hiện chỗ rò rỉ Hệ thống tưới tiêu Tháp làm mát	Nhiệt độ Độ ồn Ô nhiễm không khí trong công trình Đèn hiệu suất cao
Thông gió tại các khu vực công cộng Thang máy và thang cuốn Sử dụng năng lượng hợp lý Năng lượng tái tạo	Bảo vệ môi trường Các phương pháp xây dựng xanh Quản lý tác động tới môi trường Giao thông công cộng Chất làm lạnh	Các giải pháp và sáng tạo

Nguồn: (BCA, 2010a; 2010b)

Phương pháp đánh giá và tính điểm của Green Mark khá gần gũi với LEED. Dựa trên số điểm cuối cùng công trình sẽ được phân loại vào một trong bốn cấp sau: Bạch Kim (Platinum), Vàng Cộng (Gold ^{Plus}), Vàng (Gold) và Đạt tiêu chuẩn (Certified) [Nguồn: <<http://greenmark.sg/>> hoặc <http://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_buildings.html>].

1.3.9. Green Star (Bộ tiêu chí của Australia)

Green Star là một hệ thống đánh giá công trình xanh không bắt buộc của Australia, được phát triển vào năm 2003 bởi Hội đồng Công trình Xanh Australia. Đây là một trong hai hệ thống lớn nhất đang hiện hành ở Australia (hệ thống khác là NABERS). Green Star quan tâm đến các giải pháp thực tế trong việc giảm thiểu tác động tiêu cực tới môi trường của công trình, và áp dụng các công nghệ mới nhất trong lĩnh vực xây dựng phát triển bền vững. Green Star cũng quan tâm tới các vấn đề về sức khỏe của người sử dụng công trình, cũng như các vấn đề kinh tế (Smith, 2010). Cho tới nay tại Australia đã có hơn 4 triệu mét vuông sàn được đánh giá bởi Green Star, và hơn 8 triệu mét vuông sàn nữa đang được đăng ký chờ thẩm định. Có thể nói Green Star thực sự đã làm thay đổi thị trường bất động sản và hoạt động xây dựng của Australia. Bảng 1.10 liệt kê danh sách các phiên bản hiện hành của Green Star.

Hệ thống tiêu chí đánh giá của Green Star được chia thành 9 nhóm chính (xem Bảng 1.10).

Bảng 1.10. Hệ thống tiêu chí đánh giá của Green Star

<p>1. Chất lượng vi khí hậu công trình</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vận tốc thông gió - Hiệu quả thông gió - Kiểm soát và theo dõi nồng độ CO₂ - Ánh sáng ban ngày và chống chói - Đèn hiệu suất cao - Độ sáng - Tâm nhìn - Nhiệt độ - Kiểm soát nhiệt độ theo phân khu - Vật liệu độc hại - Tiếng ồn - Các chất hữu cơ dễ bay hơi - Hạn chế sử dụng Formaldehyde - Ngăn chặn mốc - Hệ thống thoát khí 	<p>2. Ô nhiễm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chất làm lạnh có chứa ODP - Chất làm lạnh có chứa GWP - Rò rỉ chất làm lạnh - Vật liệu cách nhiệt, cách âm có chứa ODP - Ô nhiễm nguồn nước - Hệ thống thải - Ô nhiễm ánh sáng - Ngăn chặn vi khuẩn gây viêm phổi cấp
---	---

Bảng 1.10. (tiếp theo)

<p>3. Vật liệu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khu chứa vật liệu tái chế - Tái sử dụng công trình - Tái sử dụng vật liệu - Vỏ và lõi công trình - Bê tông - Thép - Hạn chế PVC - Sử dụng gỗ từ nguồn bền vững - Quan tâm đến quá trình tháo dỡ - Hạn chế tính vật chất (Dematerialisation) 	<p>4. Sử dụng đất và sinh thái</p> <ul style="list-style-type: none"> - Điều kiện tự nhiên khu vực - Điều kiện lớp đất mặt (topsoil) - Tái sử dụng đất - Sử lý đất bị ô nhiễm - Thay đổi giá trị sinh thái
<p>5. Năng lượng</p> <ul style="list-style-type: none"> - Điều kiện bắt buộc - Khí nhà kính - Kiểm soát mức sử dụng năng lượng - Mật độ chiếu sáng - Phân khu chiếu sáng - Giảm thiểu nhu cầu sử dụng vào giờ cao điểm 	<p>6. Quản lý</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sự tham gia của chuyên gia Green Star - Quá trình mời thầu - Quản lý nhà thầu - Hướng dẫn sử dụng - Quản lý các vấn đề môi trường
<p>7. Nước</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nước cho các tiện nghi trong công trình - Theo dõi mức sử dụng nước - Tưới tiêu - Nước cho hệ thống làm mát - Nước cho hệ thống cứu hoả 	<p>8. Giao thông</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bố trí chỗ đậu xe - Giao thông tiết kiệm nhiên liệu - Tiện nghi cho người đi xe đạp - Sử dụng phương tiện công cộng
<p>9. Cải tiến - sáng tạo</p>	

Nguồn: GBCA, 2010

Green Star cho điểm (tín chỉ) dựa trên mức độ hoàn thành của các tiêu chí đánh giá. Tổng số điểm của mỗi nhóm (9 nhóm tất cả) sẽ được tổng hợp sau đó được nhân với quyền số môi trường (environment weighting) của nhóm đó nhằm thể hiện mức độ quan trọng của nhóm tiêu chí đó trong tổng quan các vấn đề về PTBV. Số điểm của 9 nhóm sau khi nhân quyền số được cộng dồn (cộng thêm cả điểm thưởng - innovation points) để ra kết quả cuối cùng. Công trình được phân hạng dựa trên số điểm cuối cùng này (xem bảng 1.11) (GBCA, 2009).

Bảng 1.11. Phân hạng công trình theo số điểm đánh giá

1 Sao: 10 - 19 pts	2 Sao: 20 - 29 pts	3 Sao: 30 - 44 pts
4 Sao: 45 - 59 pts (thực tế tốt)	5 Sao: 60 - 74 pts (xuất sắc của Úc)	6 Sao: 75+ pts (dẫn đầu thế giới)

Đặc biệt, Green Star là một trong những hệ thống đi đầu trong việc sử dụng quyền số để giải quyết sự khác nhau giữa điều kiện khí hậu, hành chính, v.v của các vùng miền. Hệ thống quyền số của Green Star không cố định mà thay đổi giữa các bang của Australia. Hội đồng Công trình Xanh hoạt động tại một bang có quyền thiết lập, sửa đổi hệ thống quyền số được áp dụng tại bang đó sao cho phù hợp nhất.

1.4. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH XANH ĐIỂN HÌNH ĐẦU TIÊN CỦA CÁC NƯỚC CHÂU Á

Trong các năm gần đây, khu vực châu Á cũng là vùng có xu hướng phát triển công trình xanh tương đối nhanh. Thí dụ ở Trung Quốc, nước đông dân nhất trên thế giới, năm 2008 Bộ Xây dựng đã ban hành chính sách bắt buộc các tòa nhà tại các thành phố phải cắt giảm 65% lượng tiêu thụ điện năng vào năm 2020. Singapore đã quy định Bộ tiêu chí công trình xanh Green Mark là yêu cầu bắt buộc thực hiện đối với công trình xây mới vào năm 2030. Bảng 1.12 dưới đây cho số lượng các công trình đã được công nhận là công trình xanh ở một số nước của châu Á, tính đến cuối năm 2012.

Bảng 1.12. Số lượng các công trình đã được công nhận là công trình xanh ở một số nước của châu Á, tính đến năm 2012

Quốc gia	Công cụ đánh giá công trình xanh	Số lượng công trình đã được cấp chứng chỉ CTX	Số lượng công trình đã đăng ký chứng chỉ
Malaysia	Green Building Index	69	290
Singapore	Green Mark	1180	-
Indonesia	Greenship	3	16
Hong kong	Beam HK	149	101
Australia	Green Star	501	520
India	Leed India	276	1745
Taiwan	EEWH	500	-
China	3-Star	-	242
Philippines	BERDE	-	5
Vietnam	LOTUS	1	7

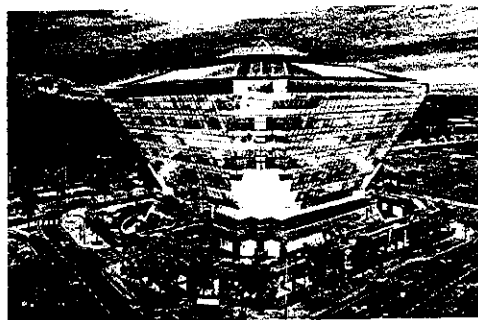
[Nguồn: VGBC, 2012]

Dưới đây giới thiệu một số công trình xanh điển hình đầu tiên của các nước ASEAN.

1.4.1. Tòa nhà Kim cương (Diamond) - Một Công trình Xanh hoàn hảo tại Putrajaya - Malaysia [Nguồn: Phạm Hải Hà. Báo cáo thu hoạch đợt đi khảo sát các công trình xanh tại Singapore và Malaysia, tháng 5/2013]

1. Giới thiệu chung

Tòa nhà Kim cương (Diamond), trụ sở của Hội đồng năng lượng Malaysia (EC) tại Putrajaya (hình 1.3), là công trình xanh đầu tiên ở Malaysia đã đạt cùng lúc Chứng chỉ Bạch kim Green Mark của Singapore (95/120 điểm) và Chứng chỉ Bạch kim GBI của Malaysia (88/100 điểm). Công trình này cũng giành được hai giải thưởng CIDB và MCIEA năm 2010 bao gồm: Giải thưởng nhà thầu G7 và Giải thưởng đặc biệt về tính sáng tạo. Đặc biệt, công trình đã giành giải nhất trong cuộc thi giải thưởng tiết kiệm năng lượng của ASEAN năm 2012 và đã đứng thứ nhì cuộc thi giải thưởng công nghệ ASHRAE (Mỹ) năm 2013.



Hình 1.3. Phối cảnh tổng thể tòa nhà Kim cương - Diamond

Tòa nhà Diamond được tập đoàn Senandung Budiman đầu tư xây dựng để giới thiệu các công nghệ giảm thiểu tiêu thụ năng lượng và nước sạch trong công trình, tiết kiệm các nguồn tài nguyên tự nhiên, thúc đẩy việc sử dụng các vật liệu xây dựng bền vững và tăng cường chất lượng môi trường trong nhà. Phương pháp tiếp cận toàn diện cho vỏ bao che công trình, sảnh thông tầng - sân trong, hệ thống cơ điện, hệ thống chiếu sáng tự nhiên, kiến trúc cảnh quan và lựa chọn vật liệu cho phép thiết kế - xây dựng một tòa nhà bền vững về môi trường.

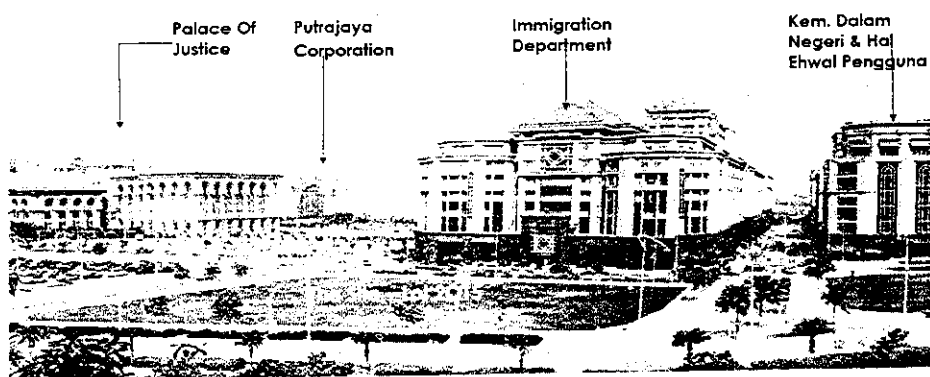
Các thông tin cơ bản về công trình:

- Chủ đầu tư: Hội đồng năng lượng của Malaysia
- Quản lý dự án: Senandung Budiman Sdn Bhd
- Thiết kế Kiến trúc: NR Architect & NR Interior Design (Malaysia)
- Thiết kế cơ điện (M&E): Primetech Engineers
- Tư vấn Năng lượng Xanh: IEN Consultants
- Thiết kế C&S: Công ty Perunding SM Cekap
- Nhà thầu: Putra Perdana Construction
- Công ty vận hành: Pureaire Sdn Bhd
- Thời điểm hoàn thành: 3/2010
- Số tầng cao: 8 tầng và 1,5 tầng hầm.
- Diện tích xây dựng: 4.928m²
- Tổng diện tích sàn: 14.691m²
- Tổng diện tích sử dụng: 11.668,4m²
- Tổng mức đầu tư: 76,5 triệu RM
- Chi phí gia tăng cho năng lượng xanh: 3,2%;
- Thời gian hoàn vốn < 3 năm.

Tổng quan thiết kế

Việc thiết kế phát triển công trình Diamond trên lô đất 2C15 ở Putrajaya đã tuân thủ tất cả các quy định về tỷ lệ lô đất, diện tích chiếm đất tối đa, chiều cao tối đa trong Hướng dẫn thiết kế đô thị Putrajaya (UDG). Riêng hình dáng thiết kế ban đầu là hình chữ U có sân trong đã bị loại trừ và Chính quyền địa phương đã đưa ra một hình dáng mới cho công trình có thể tạo ra hiệu suất năng lượng tối ưu - đó là hình Viên Kim Cương.

Khu vực xây dựng công trình bằng phẳng, thiếu thảm thực vật và khung cảnh mềm, nên mặt trời chiếu nắng gần như suốt cả ngày, dẫn đến tiềm năng tăng lượng nhiệt truyền vào nhà, không chỉ do bức xạ mặt trời trực tiếp mà còn có cả bức xạ mặt trời phản chiếu từ khung cảnh xây dựng và mặt đất không thấm nước ở xung quanh (hình 1.4).



View 1 - View of Site from the East, Pancarona Park



Hình 1.4. Toàn cảnh khu đất từ hướng Đông - công viên Pancarona

Các ý tưởng về việc sử dụng gió để tạo ra hệ thống thông gió tự nhiên cho công trình không được chấp thuận do công trình cần phải được đóng kín hoàn toàn để duy trì nhiệt độ trong nhà ổn định là 24°C. Tuy nhiên, bãi đậu xe ở tầng hầm đã được thiết kế cẩn thận để được thông gió tự nhiên với các khoảng mở dọc theo chu vi công trình và cả một khu vườn lớn phía dưới. Kết quả là, các quạt kiểm soát khí CO ở khu đỗ xe hiếm khi phải hoạt động.

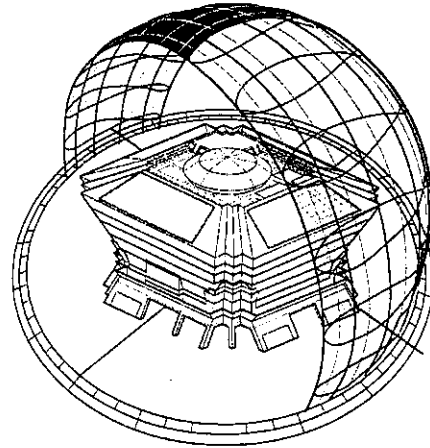
Chiến lược thiết kế

Công trình được lấy cảm hứng từ hình dạng của viên kim cương, tượng trưng cho sự minh bạch, giá trị và bền vững; đại diện cho vai trò và nhiệm

vụ của Hội đồng Năng lượng Quốc gia. Hình dạng viên kim cương được đưa ra cũng là kết quả của việc thiết kế có tính đến điều kiện khí hậu và đường chuyển động biểu kiến của Mặt trời của nước gành xích đạo Malaysia (3,15° Bắc). Theo nghiên cứu về đường chuyển động biểu kiến của mặt trời, các mặt đứng nghiêng sẽ tự tạo bóng đổ với góc nghiêng 25 độ (hình 1.5).

Trong quá trình thiết kế, việc mô phỏng trên máy tính đã được tiến hành để đảm bảo rằng hiệu suất năng lượng đạt yêu cầu, ánh sáng tự nhiên đầy đủ và phân bố tốt. Dữ liệu từ các thí nghiệm mô phỏng cũng cung cấp thông tin hữu ích về các giải pháp thích hợp có thể áp dụng trong việc giảm tiêu thụ năng lượng mà không ảnh hưởng đến mức độ tiện nghi của người sử dụng.

Tòa nhà được thiết kế với chỉ số BEI (chỉ số năng lượng công trình của Malaysia) là 85kWh/m²/năm với thời gian hoạt động là 2800 giờ/năm - giảm 65% tiêu thụ năng lượng so với một tòa nhà văn phòng điển hình ở Malaysia (chỉ số BEI trung bình là 210kWh/m²/năm). Theo số liệu đo năm 2011, chỉ số BEI trung bình của tòa nhà Kim cương là 65kWh/m²/năm, tương ứng với lượng điện được tiết kiệm hàng năm là 63%.



Hình 1.5. Mặt đứng tự tạo bóng đổ

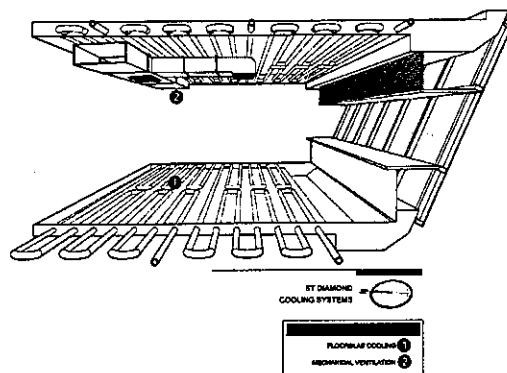
2. Thiết kế chủ động

Hệ thống điều hòa không khí

Tòa nhà Kim cương được thiết kế để tạo ra sự tiện nghi nhiệt với hai hệ thống làm mát sau đây:

- * Tầm sàn bức xạ lạnh giải quyết tải lượng nhiệt hợp lý của không gian điều hòa không khí;

- * Hệ thống đối lưu không khí giải quyết tải lượng nhiệt tiềm ẩn, chuyển động không khí và lọc không khí ở các không gian điều hòa.



Hình 1.6. Hệ thống làm mát trong nhà
1. Sàn được làm mát; 2. Hệ thống thông gió

Bức xạ lạnh từ mặt tấm sàn được thực hiện bằng cách làm lạnh các tấm sàn bê tông RC với nước lạnh từ 18-20°C. Ống hấp thụ nhiệt Polyethylene (PERT) được đặt vào trong các tấm bê tông, chúng được cấp nước lạnh để làm lạnh các tấm sàn và làm lạnh cho công trình (hình 1.6). Các tấm bê tông đóng vai trò như một lưu trữ nhiệt, mà sẽ được xả vào ban đêm từ 10:00 đêm đến 6:00 giờ sáng và sẽ xả nhiệt thụ động làm mát suốt cả ngày bằng cách làm mát bức xạ và đối lưu nhiệt. Nhiệt độ bề mặt của tấm sàn được làm mát được thay đổi trong khoảng 20-23°C. Nhiệt độ này cao hơn nhiệt độ điểm sương là 17°C và do đó, sự đọng sương sẽ không xảy ra trên tấm sàn.

Hệ thống chiếu sáng: 4,0 W/m²

Ba nguyên tắc chính để kiểm soát ánh sáng trong công trình là:

Cảm biến ánh sáng tự nhiên cho tất cả các văn phòng tiếp xúc với mặt ngoài và sân trong. Nếu mức độ ánh sáng tự nhiên đủ, đèn được tự động tắt. Nếu người sử dụng muốn sử dụng ánh sáng điện để bổ sung, họ phải sử dụng đèn bàn cá nhân của mình;

Cảm biến chuyển động cho nhà vệ sinh kiểm soát khoảng 50% ánh sáng;

Nhiều mạch ánh sáng phân vùng trong tòa nhà.

Tổng tiêu thụ năng lượng chiếu sáng của công trình là 138 MWh/năm, giảm 74% so với công trình bình thường (522 MWh/năm). Mức tiêu thụ ánh sáng được thiết kế cho khu vực văn phòng là 8,6W/m² (đèn huỳnh quang T5), trong khi mức tiêu thụ ánh sáng trung bình thực tế đo được trong giờ làm việc là 4,0W/m² - đây là bằng chứng về quyền tự chủ ánh sáng tự nhiên cao. Mức độ chiếu sáng điện trung bình là từ 300 - 400lux .

Các ứng dụng cho văn phòng hiệu quả năng lượng

Tòa nhà Diamond là một tòa nhà văn phòng nơi các máy tính và thiết bị công nghệ thông tin (CNTT) khác nhau chiếm đa số phụ tải ổ cắm điện. Hai năm trước khi kết thúc quá trình xây dựng, chính sách mua thiết bị máy tính xanh đã được thông qua, trong đó cam kết chỉ mua các sản phẩm thiết bị CNTT được dán nhãn Energy Star (hoặc tương đương). Điều này đã có kết quả là một phụ tải ổ cắm thấp và chỉ là 2,8 W/m² trong giờ làm việc.

Vận chuyển theo phương đứng (thang máy)

Thang máy hiệu quả năng lượng sử dụng VVVF và tắt đèn và quạt khi không sử dụng. Một cầu thang bộ được đặt bên cạnh thang máy. Cầu thang bộ khuyến khích nhân viên đi bộ thay vì dùng thang máy cho các di chuyển ngắn. Thang máy chỉ tiêu thụ 3% tổng mức tiêu thụ năng lượng của tòa nhà.

Tổng năng lượng tiêu thụ/m² (EEI) của các khu vực được làm lạnh thông thường

Các phân tích năng lượng của tòa nhà Kim cương dựa trên các dữ liệu được đo đầy đủ trong một năm từ tháng 1/2011 - 12/2011. Theo phân tích năng lượng cho thấy rằng tỷ lệ năng lượng làm mát tòa nhà là tương đối cao - 68%, bao gồm các thành phần: năng lượng làm mát của quận 51% (tại Putrajaya, yêu cầu bắt buộc đối với các công trình là phải kết nối với mạng lưới làm mát của quận), bơm nước lạnh 8% và các máy điều hoà không khí 9%.

Kết quả là Tòa nhà Diamond có chỉ số EEI = 76,3 kWh/m²/năm; chỉ bằng 1/3 so với các tòa nhà văn phòng lân cận khác trong Putrajaya.

3. Thiết kế thụ động

Hướng và thiết kế công trình

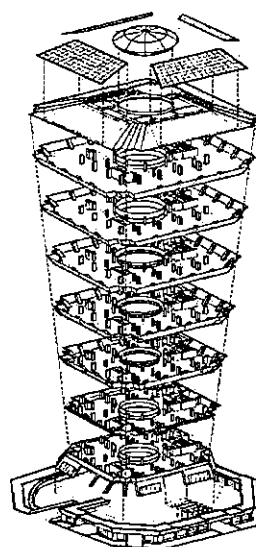
Hướng của công trình

Tòa nhà có 4 hướng phía Bắc, Đông, Nam và Tây; trong đó mặt đứng chính phải đối mặt với hướng Tây. Trong khi tất cả các mặt đứng khác có một đường chân trời rộng mở thì mặt chính phía Tây lại bị che bóng một phần của công trình liền kề.

Hình dạng của công trình

Hình dạng kim cương của công trình ngăn gió xâm nhập vào công trình; gió thổi trên mặt đứng nghiêng sẽ đi xuống phía dưới giúp thông gió cho tầng đỗ xe ở tầng hầm thay vì thổi thẳng vào mặt đứng và xâm nhập vào hệ thống điều hoà của công trình. Ngoài ra mặt đứng nghiêng làm cho chân đế của công trình nhỏ hơn cho phép nhiều diện tích cảnh quan xung quanh công trình. Đến lượt cảnh quan xung quanh giúp giảm tăng nhiệt vào công trình làm cho nhiệt độ môi trường quanh công trình là thấp hơn nhiều (hình 1.7).

Mặt đứng nghiêng tự tạo bóng đổ tối ưu thiết kế bị động tiếp cận với hiệu quả năng lượng. Diện tích tường bên ngoài nghiêng 65 độ so với phương nằm ngang. Kết quả là, mặt đứng phía Nam và Bắc của công trình không bị chiếu bức xạ mặt trời trực tiếp và mặt đứng phía Đông và phía Tây cũng được giảm đáng kể tia nắng xiên chiếu.



Hình 1.7. Phối cảnh hình dạng và mặt bằng các tầng công trình

Bố trí lõi phục vụ

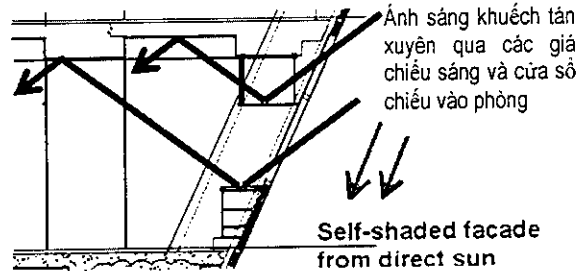
Lõi phục vụ bao gồm các sảnh thang máy, lối thoát hiểm và nhà vệ sinh được quy hoạch lại với nhau trong vùng lõi nơi mức sử dụng ánh sáng tự nhiên là tối thiểu để tối ưu hóa không gian văn phòng với ánh sáng tự nhiên.

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên

Chiếu sáng tự nhiên của tòa nhà Diamond đáp ứng 50% nhu cầu, bao gồm 3 hệ thống chính là:

Hệ thống chiếu sáng mặt ngoài (hình 1.8)

Hệ thống chiếu sáng tự nhiên mặt ngoài bao gồm một giá ánh sáng có gương và bộ cửa sổ sơn màu trắng. Cả hai làm chệch hướng ánh sáng ban ngày để phản xạ ánh sáng vào trần nhà màu trắng nhằm cải thiện và phân phối ánh sáng ban ngày trong phạm vi 5 mét tính từ mặt tiền. Do công trình tự tạo bóng đổ nên kính 2 lớp (DGUs) là không cần thiết. Thay vào đó, kính an toàn được sử dụng cho tất cả các mặt đứng; riêng đối với mặt đứng hướng Đông và hướng Tây kính được phủ thêm lớp low-e.

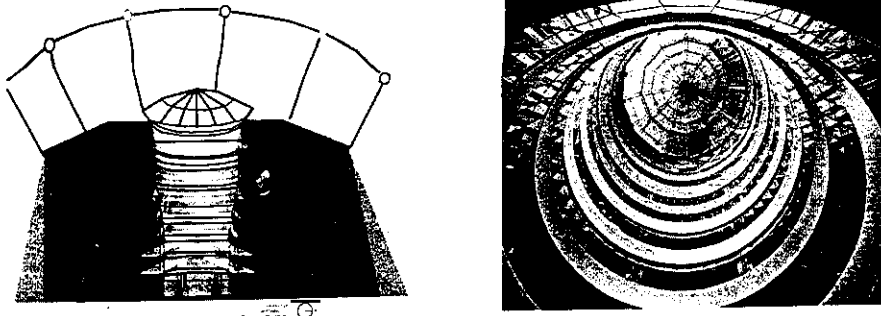


Hình 1.8. Hệ thống chiếu sáng mặt ngoài

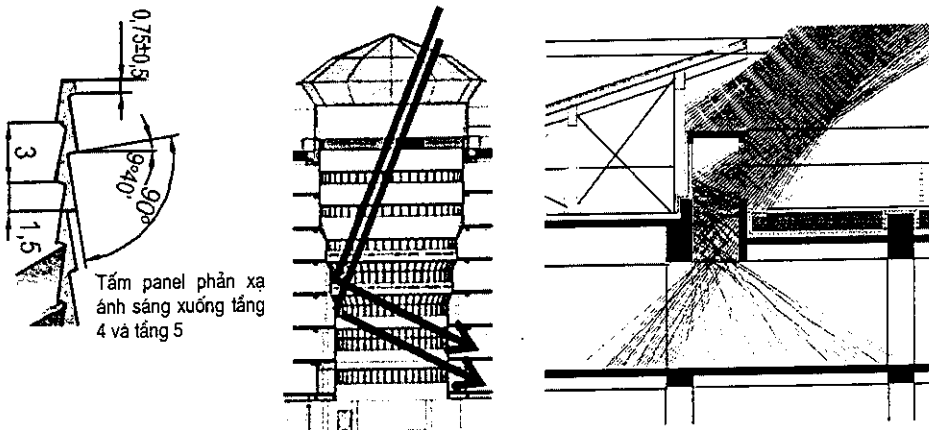
Hệ thống chiếu sáng tự nhiên ở sân trong - đại sảnh với vòm mái kính có màng che chống chói tự động để duy trì mức độ ánh sáng tự nhiên ổn định ở sân trong và chống chói từ ánh sáng trực tiếp. Hệ thống vòm kính bao phủ sân trong - đại sảnh có thể cung cấp một dải ánh sáng tự nhiên 2m xung quanh không gian đại sảnh cho tất cả các tầng. Kính của mái sảnh là kính an toàn nhưng không có low-e, do hệ thống rèm tự động sẽ loại bỏ hầu hết nhiệt bức xạ. Rèm che có thể cho phép 30% ánh sáng đi qua (hình 1.9). Một dải các tấm phản xạ Tannenbaum đã được sử dụng cho tầng 4 và tầng 5 để làm chệch hướng ánh sáng trên đại sảnh hướng vào tầng 1 và tầng 2, nơi mà mức ánh sáng tự nhiên là thấp nhất. Các tấm phản xạ "Christmas tree" được cấu tạo nghiêng 10° và phản xạ 85% ánh sáng bán khuếch tán, do đó, chống chói cho người sử dụng (hình 1.10).

Hệ thống lấy ánh sáng mái với các ô cửa ở mặt hướng Nam để lấy ánh sáng khuếch tán từ bầu trời. Các bức tường của cửa mái được sơn màu nhẹ

và tạo sân nhón làm lệch ánh sáng tự nhiên nhẹ nhàng vào không gian ngồi đọc hay thu nhận thông tin ở phía dưới (hình 1.11).



Hình 1.9. Mái kính và hệ thống rèm tự động che đại sảnh - sân trong



Hình 1.10. Các tấm phản xạ ánh sáng ở sân

Hình 1.11. Hệ thống mái lấy tạo độ

Hệ mái nhà xanh: mái của công trình được tích hợp 3 hệ mái xanh, đó là:

Các tấm Panel tích hợp quang điện (PV): Các tấm Voltaics (BIPV) được bố trí trên 4 cạnh của tòa nhà và được lắp đặt với góc nghiêng 20° và thẳng hướng chính Bắc, Nam, Đông và Tây. Tổng công suất của các tấm PV được lắp đặt là 71,4kWp với 1.112 tấm PV màng mỏng và bao phủ một diện tích là 834m². Đo lường cho thấy rằng các tấm PV sản xuất được 98 MWh, chiếm gần 10% lượng tiêu thụ năng lượng hàng năm của tòa nhà;

Cây xanh trên mái: Cỏ (zoysiamatrella) được trồng bao phủ 17% mái nhà. Giá trị hệ số truyền nhiệt U của mái xanh là 0,29W/m²K. Các thảm cỏ giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt, giảm nước mưa chảy tràn, tạo ra lớp cách

nhật bổ sung và tạo được tính thẩm mỹ trên đỉnh mái. Khi nhiệt độ ở tại bề mặt của mái bê tông cách nhiệt đo được là $35,1^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt độ tại diện tích trống có chỉ là 30°C ;

Mái bê tông cách nhiệt: Mái nhà bê tông được thiết kế cách nhiệt với tấm cách nhiệt dày 100mm loại Dow Roofmate dạng tấm xốp bọc cách điện. Giá trị U của mái nhà là $0.24\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, cách nhiệt tốt hơn so với yêu cầu tiêu chuẩn là $0.6\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

Sử dụng nước hiệu quả: Công trình đã kết hợp quản lý hiệu quả tài nguyên nước thông qua các hệ thống sau:

Thu nước mưa: Nước mưa được sử dụng để xả nước nhà vệ sinh và hệ thống tưới nước nhỏ giọt cho cây xanh, giúp giảm sử dụng nước sạch cho khu vệ sinh và tưới cây đến 40%.

Xử lý tái chế nước thải: nước thải (nước xám) từ chậu rửa và lỗ thoát sàn vệ sinh được thu gom và chảy ra vùng đất ngập nước nhỏ để nuôi hệ thống thực vật lau sậy.

Lắp đặt các thiết bị tiết kiệm nước như các vòi nước có sục khí, xí vệ sinh kép và bồn tiểu tiết kiệm giúp tiết kiệm được hơn 67% nước sạch so với lắp đặt các thiết bị ở các công trình thông thường.

4. Tăng cường chất lượng môi trường trong nhà

Các vật liệu nội thất chứa hàm lượng thấp hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC) như sơn và thảm được lựa chọn để giảm thiểu các nguy cơ về sức khỏe cho người sử dụng. Hơn nữa, hàm lượng CO_2 được theo dõi liên tục để đảm bảo rằng không khí sạch được cung cấp đầy đủ tại mọi thời điểm (mức độ CO_2 dưới 900 ppm). Các phòng làm việc cũng được thiết kế và xếp đặt để làm sao cho hầu hết người sử dụng có tầm nhìn ra ngoài.

Người sử dụng công trình này sẽ cảm thấy tiện nghi nhiệt trong công trình tốt hơn vì vật liệu kính và tường được sử dụng có hiệu suất cao nên nhiệt truyền rất ít vào trong công trình. Một cuộc điều tra được tiến hành cho thấy rằng 89% những người sử dụng đều hài lòng với chất lượng không khí trong nhà và 86% những người sử dụng đã hài lòng với tiện nghi nhiệt.

5. Bảo trì và quản lý

Tòa nhà Diamond được trang bị mạng máy tính dựa trên hệ thống tự động hóa công trình (BAS) từ Delta Controls ORCA với một Hệ thống quản lý năng lượng trong công trình (EMS). Hoạt động của các thiết bị hệ thống cơ điện được lập trình, giám sát và vận hành được quản lý thông qua các nhân viên bảo trì của BAS. BAS có thể truy cập thông qua giám sát từ xa và

cảnh báo lỗi được gửi qua dịch vụ tin nhắn đến số điện thoại di động các nhân viên bảo trì để thực hiện các hành động cần thiết khắc phục hậu quả. Hệ thống EMS sẽ giúp bảo trì theo dõi, kiểm soát, tối ưu hóa và phân tích tiêu thụ năng lượng.

6. Các tác động môi trường

Quản lý chất thải: Thực hiện Kế hoạch kiểm soát xói mòn và bồi lắng (ESC) trong suốt thời gian xây dựng, giảm tại chỗ chất thải xây dựng. Các nỗ lực đã được thực hiện để giảm thiểu ô nhiễm từ hoạt động xây dựng bằng cách kiểm soát xói mòn, bồi lắng hệ thống nước và bụi trong không khí.

Chỗ đậu xe dành cho xe xanh được ưu tiên: Bãi đậu xe dành riêng được bố trí cho các loại xe xanh, qua đó khuyến khích việc sử dụng các loại xe như: xe xanh và xe sử dụng chung (lái xe theo nhóm) để giảm sử dụng xe cá nhân. Giá đỗ xe đạp và vòi hoa sen cũng được tạo ra ở trong công trình để khuyến khích các nhân viên, những người sống trong vùng lân cận công trình đi xe đạp thay vì lái xe ô tô đi làm.

Hàm lượng vật liệu tái chế: Việc sử dụng hàm lượng tái chế được xác định phù hợp với các tiêu chuẩn ISO 14021 trong tòa nhà được xác lập trong giai đoạn thiết kế. Hàm lượng tái chế từ các loại vật liệu được sử dụng trong công trình chiếm ít nhất là 30% tổng giá trị của dự án.

Vật liệu địa phương: 82,9% chi phí vật liệu bao gồm các thanh cốt thép, nhôm khung, ván sàn kim loại, sắt mạ kẽm và thép nhẹ đã được lấy trong vòng bán kính 500 km của khu vực dự án.

Bảo tồn khu đất xây dựng: Ít nhất 50% diện tích khu đất đã được phục hồi với thảm thực vật bản địa hoặc thích nghi. Khu vực phục hồi bao gồm mặt đất và cảnh quan mái nhà, vỉa hè dạng grasscrete, điều này vượt quá yêu cầu của khu vực (tối thiểu ít nhất 25%).

Lưu trữ và thu gom rác tái chế: Trong quá trình xây dựng, khu vực dành riêng để lưu trữ và thu gom rác tái chế đã được thiết lập, tại đó vật liệu phế thải được phân loại tại chỗ và được đóng gói vào các thùng riêng biệt để chuyên chở đến các cơ sở tái chế. Trong quá trình vận hành, các thùng rác được cung cấp đến từng phòng làm việc và từng phòng in. Sau đó chúng được các nhân viên quét dọn thu gom hàng ngày và đặt tại kho rác tái chế để được chuyên chở một lần /tuần do một công ty tái chế của chính quyền địa phương.

Tóm lại, có thể nói rằng Tòa nhà Diamond của Hội đồng năng lượng Malaysia là một bằng chứng hiệu quả của các chiến lược được thiết kế, xây dựng và hoạt động hiệu quả. Tiết kiệm năng lượng hàng năm đạt được là

2.029 MWh/năm, tương đương tránh được 1.388 tấn CO₂ mỗi năm thải vào khí quyển, đạt được 100% các tiêu chí công trình xanh đã đề ra.

1.4.2. Thư viện quốc gia Singapore

Công trình Thư viện quốc gia Singapore (hình 1.12) đã đạt được nhiều giải thưởng, như là giải nhất Công trình hiệu quả năng lượng ASEAN năm 2007, giải Bạch kim công trình xanh “Green Mark” của Cơ quan quản lý Xây dựng của Singapore (BCA), năm 2005.

Các thông tin cơ bản của công trình:

- Tổng diện tích sàn: 58.783m², diện tích khu đất: 11.304m², công trình tọa lạc tại quận Bugis-Bras của Singapore.

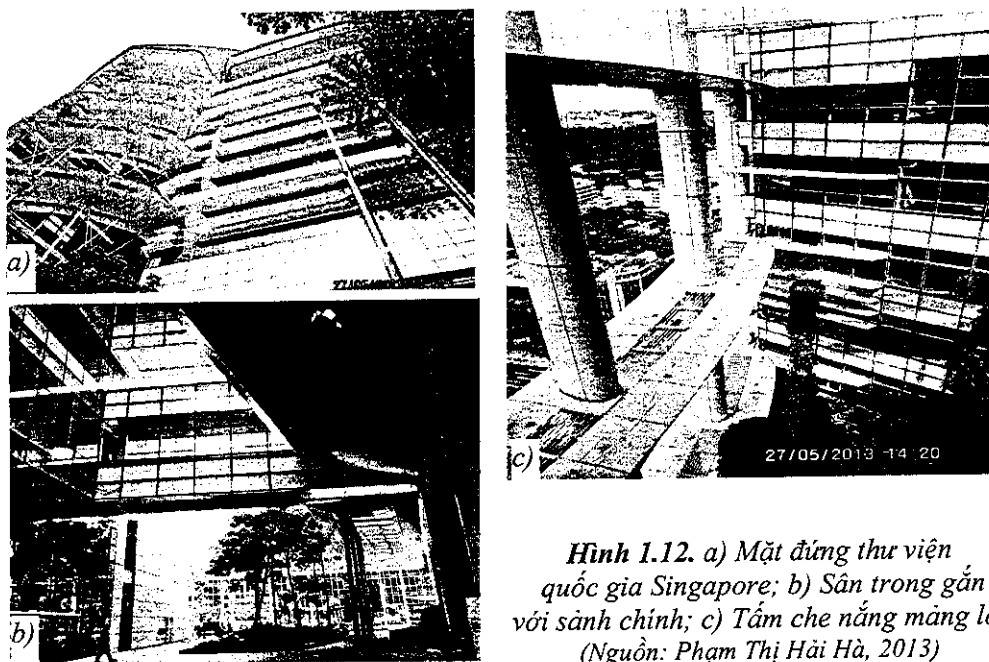
- Chiều cao tổng thể: 102,8m, bao gồm 3 tầng hầm và hai khối nhà: 1 khối 15 tầng và 1 khối 16 tầng; nối giữa hai khối nhà là sảnh lớn - sân trong có mái che cao 100m.

- Chi phí xây dựng thực tế: 204,4 triệu đô la Singapore; nhỏ hơn so với tổng mức đầu tư dự định ban đầu là 230 triệu đô la Singapore (nhỏ hơn đáng kể so với các dự án của Chính phủ tương tự về quy mô và thời gian xây dựng).

Thiết kế cho vùng nhiệt đới

Công trình được thiết kế để đáp ứng với khí hậu nhiệt đới. Việc xem xét chủ yếu là năng lượng nhiệt mặt trời, độ chói và độ ẩm của vùng nhiệt đới có thể gây khó chịu cho người sử dụng thư viện cũng như ảnh hưởng đến độ bền của vật liệu. Một yếu tố cần xem xét là phải khai thác hiệu quả ánh sáng tự nhiên mạnh mẽ của vùng nhiệt đới để chiếu sáng nội thất, giảm sự phụ thuộc vào ánh sáng nhân tạo. Để giảm sức nóng mặt trời truyền qua mặt ngoài, công trình cần phải được che nắng tốt. Triệt tiêu nắng chiếu ở góc 30° đã được phê duyệt. Khi góc cao của mặt trời bằng hoặc lớn hơn 30°, cần phải không cho tia nắng của mặt trời trực tiếp chiếu vào trong công trình, bảo đảm hầu như không có tia nắng mặt trời trực tiếp chiếu vào trong công trình từ 10:00 giờ sáng đến 04:00 giờ chiều trong ngày, nhưng thiết kế mặt đứng cần cho phép ánh sáng tự nhiên chiếu vào công trình càng nhiều càng tốt, để giảm thiểu việc sử dụng ánh sáng nhân tạo. Những tấm che nắng nhôm ra khỏi mặt kính tới 1,8m. Những tấm che nắng được lắp đặt trên toàn bộ xung quanh chu vi tòa nhà, chúng kiểm soát bức xạ mặt trời và độ chói có hiệu quả nhưng tối đa hóa ánh sáng tự nhiên của bầu trời ban ngày. Toàn bộ mặt đứng sử dụng kính trong suốt hai lớp. Kính hai lớp ngăn chặn hiệu quả năng lượng truyền từ bức xạ mặt trời và nhiệt độ môi trường xung quanh vào trong nhà, cho phép truyền ánh sáng nhìn thấy và đã được giảm bớt độ

chói. Khi hệ thống che nắng không đạt hiệu quả, tức là khi mặt trời xuống thấp dưới 30 độ, rèm tự động được lắp đặt tại một số khu vực của tòa nhà được kích hoạt để che bức xạ mặt trời, nhưng vẫn bảo đảm hệ số chiếu sáng tự nhiên đạt khoảng 2% (bảo đảm độ rọi tối thiểu cho phép). Các tấm che nắng màng lớn tạo ra một môi trường khép kín ấn tượng với sự mát mẻ đáng kinh ngạc. Với chức năng là tạo ra sự thẩm mỹ, các tấm che nắng màng lớn này dẫn dòng gió thổi tự nhiên vào không gian quảng trường (giữa hai khối nhà) và tạo ra một môi trường tiện nghi ở tất cả các thời điểm trong ngày.



Hình 1.12. a) Mặt đứng thư viện quốc gia Singapore; b) Sân trong gần với sảnh chính; c) Tấm che nắng màng lớn (Nguồn: Phạm Thị Hải Hà, 2013)

Thông gió tự nhiên

Các luồng gió khí hậu nhiệt đới được tận dụng vào hệ thống thông gió tự nhiên. Một đại sảnh cao 100m, nằm giữa hai khối nhà, tạo điều kiện cho sự chuyển động của không khí nóng bay lên cao và thu hút không khí lạnh ở mặt đất vào đại sảnh. Hiệu ứng ống thông gió tự nhiên này đạt được bằng việc nâng cao cửa sổ phía trên đại sảnh ở bên trên tầng mái, tạo ra một khoảng mở thẳng đứng tại bên trên để thoát không khí nóng ra ngoài. Hiệu ứng “đào nhiệt đô thị” của công trình do đó cũng được giảm thiểu. Các tính toán khí động học bằng máy tính và thử nghiệm trong ống tunnel khí động trên các mẫu thiết kế trong thời gian 24 giờ được thực hiện để chứng minh các mức độ tiện nghi chấp nhận được tại đại sảnh công trình.

Chiếu sáng tự nhiên

Thiết kế tối ưu hóa việc sử dụng chiếu sáng tự nhiên ở tất cả các tầng của công trình, đặc biệt là trong khối thư viện. Tại các không gian văn phòng và không gian đi dạo, ánh sáng tự nhiên bổ sung cho ánh sáng nhân tạo. Các tấm nhô che nắng khuếch tán ánh sáng tự nhiên mạnh hay phản xạ chói ra khỏi trần nhà. Chiếu sáng tự nhiên tạo điều kiện đọc dễ dàng, đặc biệt là cho người già, trong khi vẫn đạt được kết quả tiết kiệm năng lượng.

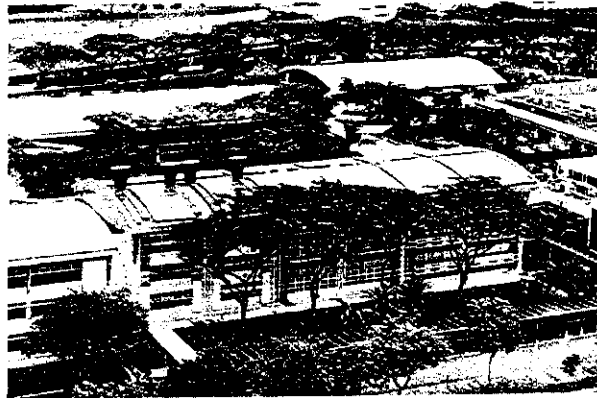
Hiệu suất tiết kiệm năng lượng của công trình

Các mô phỏng đã được thực nghiệm để xác định tiêu thụ năng lượng và hiệu suất năng lượng của thiết kế công trình và các kết quả cho thấy hệ số tiêu thụ năng lượng khoảng 185kWh/m²/năm, thấp hơn so với một cao ốc văn phòng thương mại điển hình (230kWh/ m²/năm) tại Singapore.

1.4.3. Tòa nhà “zero năng lượng (ZEB)” - đỉnh cao của công trình xanh của Singapore [Nguồn: Nguyễn Văn Muôn. Báo cáo thu hoạch đợt đi khảo sát các công trình xanh tại Singapore và Malaysia, tháng 5/2013]

Tòa nhà “zero năng lượng (ZEB)” (hình 1.13) thuộc Học viện Kiến trúc và Xây dựng của Singapore (Building and Construction Academy - BCA) là tòa nhà đầu tiên ở Đông Nam Á được tái trang bị đầy đủ thành một tòa nhà không dùng năng lượng nhân tạo, nói đúng hơn, đó là một tòa nhà tự sản xuất đủ năng lượng để sử dụng trong tòa nhà. Ban đầu là một khối nhà xưởng có ba tầng, ZEB bây giờ là những khu lớp học với đầy đủ chức năng đào tạo, 1 thư viện, 1 hội trường đa năng, và các văn phòng. Nó được sử dụng như là điểm thử nghiệm cho thiết kế xây dựng sáng tạo và giải pháp xây dựng tiết kiệm năng lượng, đặc biệt là cho việc cải tạo các tòa nhà hiện có.

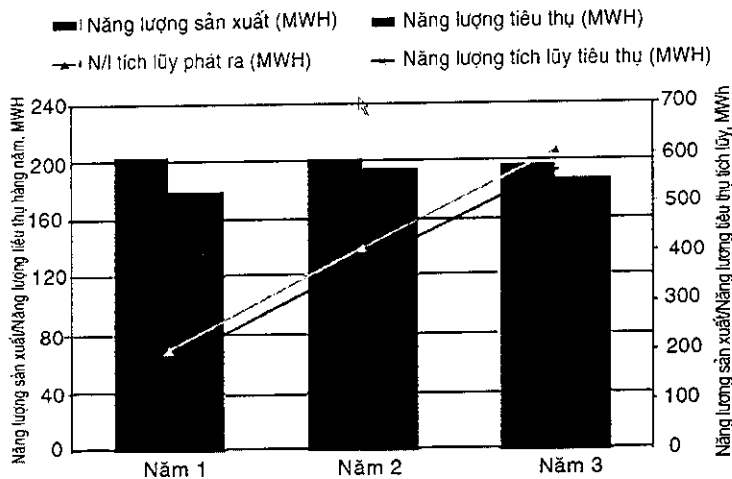
Một phương án thiết kế tích hợp đã được thông qua, giúp ZEB có thể tiết kiệm được năng lượng từ 40 đến 50% so với một tòa nhà văn phòng điển hình khác. ZEB khai thác năng lượng tái tạo từ môi trường thông qua khoảng



Hình 1.13. Tòa nhà zero năng lượng ở Singapore
[Nguồn: BCA Singapore]

1.540 m² các tấm pin mặt trời (quang điện) đặt trên mái nhà và mặt tiền bên ngoài nhà. Nó tạo ra khoảng 200.000 kWh điện mỗi năm, cung cấp cho tất cả các nhu cầu năng lượng của ZEB.

Bên cạnh đó có một hệ thống để tạo ra năng lượng để sử dụng hàng ngày, năng lượng tiêu thụ của hệ thống điều hòa không khí của tòa nhà cũng thấp hơn so với một tòa nhà văn phòng tương đương. ZEB đạt được điều này thông qua việc sử dụng một hệ thống thông gió quạt kép (fan-coil) lạnh đơn (SCTF), một sáng chế của Đại học Quốc gia Singapore. SCTF làm giảm tiêu thụ năng lượng với một hệ thống thông gió theo yêu cầu. Năng lượng được bảo toàn vì hệ thống kiểm soát được khí tươi và gió hồi riêng rẽ. Các kênh SCTF làm lạnh khí tươi và gió hồi vào trong phòng dựa theo nhu cầu sử dụng và phụ tải nhiệt. Điều này cho phép SCTF tiêu thụ một lượng năng lượng chính xác, do đó cải thiện hiệu quả năng lượng. Tính năng tiết kiệm năng lượng khác bao gồm hệ thống cây xanh, kệ hấp sáng, và các kết cấu che nắng có thể trợ giúp để giảm thiểu truyền nhiệt từ bên ngoài của tòa nhà vào trong nhà. Một giải pháp tiết kiệm năng lượng khác nữa là việc sử dụng các bộ cảm biến để kích hoạt bật ánh sáng nhân tạo khi ánh sáng tự nhiên không đủ.



Hình 1.14. ZEB có thể sản xuất ra năng lượng nhiều hơn năng lượng mà nó tiêu thụ

Kể từ khi khai trương, ZEB đã liên tục sản xuất năng lượng nhiều hơn so với tiêu thụ. Một trong những lý do chính cho sự thành công của ZEB trong việc đáp ứng mục tiêu năng lượng tiêu thụ bằng không là đội ngũ tích cực của Trung tâm Công trình và kiến trúc bền vững (CSBC), và Viện Nghiên cứu năng lượng mặt trời Singapore (SERIS), là tổ chức chịu trách nhiệm thường xuyên theo dõi mức tiêu thụ năng lượng của tòa nhà và đề xuất các

giải pháp cho các hoạt động tinh chỉnh và tiết kiệm điện. Ví dụ, một gợi ý tắt thiết bị làm lạnh dự phòng và chỉ tái kích hoạt chúng một vài giờ trước khi hoạt động giúp tiết kiệm được khoảng 3MWh điện từ hệ thống điều hòa không khí trong một năm. Hình 1.14 giới thiệu số liệu thống kê thực tế về năng lượng tự sản xuất tại chỗ của ZEB nhiều hơn năng lượng tiêu thụ của nó.

Giai đoạn tiếp theo của bộ phận điều khiển tại chỗ của ZEB: ZEB liên tục tìm cách để cải thiện hiệu suất năng lượng của nó. Công nghệ mới sẽ được áp dụng để điều khiển tại chỗ cho ZEB bao gồm:

- **Hệ thống Redwood:** Hệ thống Redwood sử dụng một cấp dữ liệu cho cả hai loại công suất và kiểm soát ánh sáng, kết quả là tiết kiệm 50% chi phí hệ thống dây điện. Nó cũng có tính linh hoạt cao, cho phép người sử dụng thay đổi nhóm các bộ đèn. Mỗi bộ đèn có cảm biến riêng cho phép người dùng có thể thiết lập cho mỗi bộ đèn một mức độ ánh sáng mà mình mong muốn.

- **Thông gió hút thụ động (PDV):** PDV cung cấp điều hòa không khí cho người dùng bằng cách dùng lực nổi, mà không sử dụng quạt. Không khí lạnh được cung cấp ở mức thấp. Khi không khí nhận nhiệt, nó dâng lên cao một cách tự nhiên quay trở lại với hệ thống PDV ở mức cao hơn. Chu kỳ làm mát này không cần sử dụng bất kỳ hệ thống cơ khí, do đó tiết kiệm chi phí hoạt động.

- **Màng phản xạ:** Màng phản xạ là một màng mỏng sáng tạo với một khung từ, được phát triển bởi NASA dùng cho du hành vũ trụ. Nó có thể được dễ dàng dán vào kính khung cửa sổ kim loại hiện có và trong các tòa nhà hiện có để giảm sức nóng và ánh sáng chói mắt.

- **Tiện nghi cho con người là quan trọng:** Sự thoải mái của con người không bị ảnh hưởng ngay cả khi ZEB làm giảm nhu cầu năng lượng và cải thiện hiệu quả năng lượng. Một khảo sát đánh giá đã được thực hiện gần đây nhằm đánh giá các thông số môi trường trong nhà như tiện nghi nhiệt, ánh sáng, âm thanh, chất lượng không khí và môi trường xây dựng tổng thể, phát hiện ra rằng 90% người sử dụng ZEB đều hài lòng với điều kiện môi trường trong nhà. Cho đến nay, ZEB được mở cửa cho công chúng tham quan và đã thu hút hơn 20.000 du khách đến từ các học viện trong nước và quốc tế, cũng như các tổ chức công cộng và tư nhân kể từ khi khai trương (10/2009).

1.5. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN KHU NHÀ Ở XANH Ở MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

Trào lưu phát triển công trình xanh trên thế giới đã trải qua gần ¼ thế kỷ, nên đã có rất nhiều dự án xây dựng công trình xanh thành công trở thành thực tế

xây dựng ở nhiều quốc gia, đặc biệt là ở các quốc gia phát triển. Trong mục này chỉ đề cập đến một số khu ở xanh tiêu biểu trên thế giới, bao gồm cả khu ở xanh được xây dựng mới và khu ở cũ được cải tạo, thay đổi trong điều kiện có thể để trở thành khu ở xanh.

1.5.1. Khu đô thị xanh Hammarby Sjöstad (Stockholm, Thụy Điển)

[Nguồn: *Eco cities - Ecological Cities as Economic Cities*; Hiroaki Suzuki, Arish Dastur, Sebastian Moffatt, Nanae Yabuki, Hinako Maruyama; *The World Bank*]

Dự án Hammarby Sjöstad - "khu đô thị trên hồ Hammarby" - được đặt trên một khu công nghiệp và bến cảng cũ (brownfield) ở bờ phía Nam của hồ Hammarby và phía Nam trung tâm thành phố Stockholm. Mục đích của dự án là chuyển đổi một khu công nghiệp xuống cấp thành khu đô thị hỗn hợp hiện đại, bền vững để mở rộng khu nội thành của thành phố trở thành một khu đô thị có môi trường hấp dẫn. Đất được làm sạch bằng cách loại bỏ hàng tấn dầu, mỡ và kim loại nặng. Khu vực sẽ được hồi sinh (bao gồm cả hệ sinh thái), và hệ sinh thái hiện có (bao gồm cả cây xanh và công viên) được bảo tồn. Khoảng 11.000 dân cư mới và 200.000 m² khu văn phòng và dịch vụ mới được tạo ra.

Hammarby Sjöstad là khu đô thị mới phát triển của Stockholm: một khu ở mở, hiện đại, gắn kết pha trộn giữa các khối truyền thống bên trong thành phố và khu đô thị mở và hiện đại này. Kích thước đường nội đô, chiều dài khối công trình, chiều cao xây dựng, mật độ xây dựng rất hài hoà và rộng mở với trần đầy ánh sáng, công viên, và cảnh quan nước. Rất nhiều thiết kế được tạo ra bởi các kiến trúc sư khác nhau để tạo nên sự đa dạng, sống động và chất lượng môi trường đô thị cao (hình 1.15 và 1.16).



Hình 1.15. Khu ở trong Hammarby Sjöstad

Nguồn: Lennart Johansson



Hình 1.16. Toàn cảnh mũi Hammarby Sjöstad

Nguồn: Lennart Johansson

Khu vực này được kết nối với hệ thống tàu điện công cộng. Theo khảo sát năm 2005, 2/3 hành trình thường xuyên của người dân sử dụng phương tiện giao thông công cộng, xe đạp, đi bộ, và 1/3 là bằng xe hơi [Nguồn: CABE 2009]. Việc sử dụng giao thông công cộng, đi xe đạp và đi bộ đã giúp giảm lượng khí thải xe hơi và các loại khí gây hiệu ứng nhà kính. Khuyến khích công trình đa năng và yêu cầu công trình dọc theo đường phố chính phải sử dụng tầng trệt làm kinh doanh thương mại. Điều này khuyến khích mọi người đi bộ hoặc xe đạp tham quan đường phố với các cửa hàng sinh động ở mặt tiền. Để thu hút các cửa hàng và dịch vụ cho khu vực phát triển mới, thành phố đã cấp khoản tài chính hỗ trợ.

Stockholm đã là một thành phố bền vững, nhưng hội đồng thành phố hy vọng dự án Hammarby Sjöstad chứng minh thêm sự đổi mới trong phát triển đô thị bền vững, đặc biệt là đạt được năng lượng hiệu quả nhất trên một mét vuông sàn nhà. Tỷ lệ sử dụng năng lượng trung bình hàng năm của một số khu mới phát triển ở Stockholm là 200 kilowatt-giờ/m², mục tiêu của dự án Hammarby Sjöstad là 100 kilowatt-giờ/m² sàn nhà. Dự án cũng đặt ra các mục tiêu khác: bảo vệ nguồn nước, giảm chất thải và tái sử dụng nước thải, giảm lượng khí thải, giảm việc sử dụng vật liệu xây dựng có tính độc hại, ứng dụng các nguồn năng lượng tái tạo, và thực hiện các giải pháp giao thông vận tải tích hợp.

Mô hình Hammarby

Mô hình Hammarby tích hợp các giải pháp môi trường của khu vực có thể được hiểu như là một chu trình sinh thái. Mô hình này là một nỗ lực để biến một quá trình trao đổi chất trong đô thị tuyến tính, bao gồm tiêu thụ các nguồn tài nguyên nội tại và loại bỏ chất thải ra ngoài, thành một hệ thống theo chu kỳ tối ưu hóa việc sử dụng các nguồn tài nguyên và giảm thiểu chất thải như sau:

- *Vật liệu xây dựng*: cân nhắc về yếu tố môi trường khi sử dụng tất cả các vật liệu, cho dù được sử dụng ở mặt đứng, dưới lòng đất, hoặc nội thất, bao gồm vỏ cấu trúc và thiết bị lắp đặt. Chỉ các sản phẩm bền vững và thân thiện với môi trường mới được sử dụng.

- *Nước và thoát nước*: Nước mưa từ đường phố hoặc nước mưa không phải từ hộ gia đình được thu gom, lọc sạch khi qua một bộ lọc cát, và chảy thẳng vào hồ. Nước mưa xung quanh nhà và vườn chảy vào hệ thống cống thoát nước hở. Nước này chạy qua một loạt các hố ga nhỏ, như một bộ phận cân bằng, và sau đó chảy đến hồ.

- *Biogas*: Biogas được sản xuất tại nhà máy xử lý nước thải từ quá trình phân hủy chất thải hữu cơ và bùn. Nước thải từ mỗi gia đình được xử lý và sản xuất ra khí sinh học đủ cho bếp gas của chính gia đình họ. Hầu hết khí hóa lỏng được sử dụng làm nhiên liệu thân thiện với môi trường dùng cho xe hơi và xe buýt.

- *Không gian xanh*: Mái nhà được bao phủ bởi vườn cây cỏ đầy hấp dẫn. Rừng sồi, vườn cây xanh và các loại cây khác được trồng và chăm sóc chu đáo giúp hấp thụ bớt nước mưa và đảm bảo không khí sạch hơn, cân bằng cảnh quan đô thị có mật độ cao.

- *Chất thải*: chất thải có thể cháy, thức ăn thừa, giấy và các loại rác khác được phân loại và đổ vào các ống đổ rác khác nhau ở bên trong hoặc cạnh tòa nhà. Các ống đổ rác kết nối hệ thống đến đường ống ngầm vận chuyển rác bằng chân không dẫn đến một trạm thu gom rác trung tâm. Một hệ thống điều khiển tiên tiến sẽ đổ chất thải vào các container chứa lớn, theo từng loại chất thải. Như vậy xe thu gom rác chỉ thu gom các container mà không cần lái xe vào từng hộ dân cư.

- *Hệ thống sưởi và làm mát*: nước thải đã qua xử lý và được làm mát bằng bơm nhiệt được sử dụng trong mạng lưới làm mát của thành phố. Nhà máy điện Hammarby kết hợp sử dụng chất thải sinh hoạt làm nhiên liệu để sản xuất điện và sưởi ấm.

- *Điện năng lượng mặt trời*: Các tấm pin mặt trời trên mái nhà dân cung cấp năng lượng đủ để đáp ứng một nửa các yêu cầu điện năng và cấp nước nóng hàng năm cho các tòa nhà.

1.5.2. Khu đô thị mới Vauban (Freiburg, CHLB Đức)

[Nguồn: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http://www.cabe.org.uk/case-studies/vauban>]

Khu đô thị mới Vauban có diện tích 38ha, nằm ở ngoại ô Freiburg, được xây dựng trên khu đất mà thành phố Freiburg mua lại từ doanh trại cũ của Pháp. Khởi đầu là các buổi thảo luận về kế hoạch phát triển; các khái niệm chi tiết được hoàn thành giữa năm 1997 và 1999, và đến năm 2000, giai đoạn phát triển đầu tiên đã được hoàn tất. Mục tiêu là quy hoạch tổng thể để tạo ra một khu ở mới cho 5000 người dựa trên nguyên tắc giao thông bằng xe miễn phí và tiết kiệm năng lượng với tổng vốn đầu tư khoảng 500.000.000 Euro.

Thành phố Freiburg đã thông qua nguyên tắc đối với khu đô thị Vauban là: “Học khi Quy hoạch”, cho phép linh hoạt trong việc ứng phó với sự phát

triển và các đề xuất mới. Hiệp hội công dân “Diễn đàn Vauban” điều phối quá trình “tham gia rộng mở của người dân” vào quy hoạch và được công nhận là cơ quan pháp luật của thành phố Freiburg vào năm 1995.

Các dạng nhà ở bao gồm:

- Khu ký túc xá sinh viên (SUSI) - 596 phòng ký túc xá và 45 khối nhà;
- Nhà ở bao gồm 2 dạng: nhà ở chung cư và nhà ở liên kế.

Giai đoạn 1 - 422 căn hộ: 233 căn hộ do tư nhân xây dựng (185 trong số 233 là nhóm hợp tác nhà ở - Baugruppen); 36 căn hộ do Hiệp hội Nhà ở Genova và 153 căn hộ là của các công ty phát triển.

Giai đoạn 2 - khoảng 645 căn hộ.

Giai đoạn 3 - khoảng 85 căn hộ.

Các đặc điểm về thiết kế và quy hoạch

Quy hoạch phát triển Vauban bao gồm một số quy định cho việc thiết kế và quy hoạch khu đô thị, bao gồm cả việc cấm xây dựng dạng nhà biệt thự, hạn chế các tòa nhà quá bốn tầng nên đã tạo một cấu trúc xây dựng đô thị nhỏ gọn.

Sự đa dạng và khác biệt đã được khuyến khích thông qua việc phân bổ ưu đãi đất cho các nhà xây dựng tư nhân và các dự án xây dựng hợp tác. Điều này được minh họa bằng rất nhiều mặt tiền được thiết kế riêng biệt tạo nên một không gian đặc biệt. Sự đa dạng của các hình dạng công trình đã được tạo ra thông qua việc phân chia đất thành những lô nhỏ và rõ ràng thông qua quy hoạch tổng thể, tạo ra khu thương mại và khu ở riêng biệt.

Khái niệm tiết kiệm năng lượng tại Vauban đã được phát triển thông qua sự hợp tác ở Diễn đàn Vauban, thành phố Freiburg và Công ty Năng lượng Freiburg (FEW). Năm 1992, Hội đồng thành phố đã quyết định rằng khi bán đất thành phố phải xây sẵn nhà ở tiết kiệm năng lượng. Tất cả các nhà ở Vauban được xây dựng theo mức tiêu chuẩn tiết kiệm năng lượng tối thiểu, nhiều trường hợp nhà vượt mức tối thiểu. Ở Vauban có hơn 50 ngôi nhà thụ động và ít nhất 100 block nhà ở đạt tiêu chuẩn “năng lượng dương” (ngôi nhà sản xuất được nhiều năng lượng hơn nhu cầu). Vauban được đánh giá là một trong những “quận năng lượng mặt trời” lớn nhất ở châu Âu. Diễn đàn Vauban đã đặc biệt thành công trong việc khuyến khích các nhà phát triển áp dụng phương pháp tiếp cận sinh thái với mục tiêu là vượt mức tiêu chuẩn sinh thái đã được đặt ra trong kế hoạch phát triển. Diễn đàn Vauban sắp xếp các tư vấn trọng tâm miễn phí tại các buổi họp và trao đổi thông tin để cung cấp dữ liệu quan trọng cho các nhà xây dựng. Họ

cũng sắp xếp các hội thảo thực hành cho các chủ nhà và cung cấp thông tin về kỹ thuật tiết kiệm năng lượng.

Hội sinh viên xây dựng tấm năng lượng mặt trời độc lập lớn nhất ở Vauban (143m²) trên một trong những tòa nhà cũ được cải tạo. Việc lắp đặt các tấm năng lượng cũng được tiến hành trên mái các bãi đậu xe công cộng. Cùng với các tấm pin mặt trời, việc vận hành của nhà máy hợp tác thể hệ mới xử lý gỗ vụn và khí tự nhiên cung cấp nước nóng và 65% sản lượng điện cho khu đô thị. Một hệ thống quản lý nước đã được thiết lập nhằm tăng sự thâm thấu của nước mưa và giảm nước chảy tràn.



*Hình 1.17. Khung cảnh đường phố ở Vauban
[Nguồn: Alex Ely/CABE]*

Các đường phố và không gian công cộng tại Vauban được quy hoạch cẩn thận. Có nhiều sân chơi dành cho trẻ em và các không gian dành cho giao tiếp cộng đồng. Hành lang xanh cung cấp không gian cho các hoạt động xã hội (sân chơi, các khu vực tắm nắng, các hiệu sửa tóc, các chậu rửa tay và máy bơm, các chỗ ngồi nghỉ) đã được tạo ra giữa các lô đất. Trong các cuộc họp và hội thảo với cư dân đã thu được nhiều ý kiến đóng góp cho phát triển công tác thiết kế các không gian xanh công cộng, các đường phố và trung tâm khu ở tại Vauban.

Đường giao thông, bãi đậu xe và lối đi

Khái niệm giao thông sinh thái và di động đã được thực hiện tại Vauban, nơi mà nguyên tắc “xe công cộng miễn phí” và “bãi đỗ xe miễn phí” được áp dụng. Điều này dựa vào việc giảm số lượng ô tô cá nhân, các bãi đỗ xe đều ở vùng ngoại vi của khu đất, và hầu hết cấm xây dựng bãi đậu xe sở hữu tư nhân ở Vauban.

Gần 50% số hộ gia đình Vauban là sử dụng “xe công cộng miễn phí”. Các hộ gia đình được khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông công cộng, một hệ thống phân phối xe thuận lợi và chất lượng cao. Hộ gia đình sử dụng “xe công cộng miễn phí” tiết kiệm chi phí đáng kể cho một không gian đậu xe ở bãi đỗ xe công cộng, cũng như các công ty phát triển đã xây dựng

các căn hộ cho thuê bao gồm gói dịch vụ “xe miễn phí”. Những người dân tham gia sử dụng các xe ô tô được phân phối nhận một năm miễn phí sử dụng tất cả các phương tiện giao thông công cộng trong phạm vi Freiburg.

Môi trường và cộng đồng

Việc hợp nhất các dự án xây dựng (khoảng 30 nhóm hợp tác xây dựng, hợp tác Genova, tổ chức cá nhân SUSI) và Diễn đàn Vauban nhằm mục đích tạo ra sự cân bằng trong cuộc sống, không gian làm việc và cân bằng các nhóm xã hội ở Vauban. Tương tác xã hội là một đặc tính quan trọng của khu ở, và sự tham gia thường xuyên trong suốt quá trình phát triển đã giúp tạo ra một cộng đồng và cơ cấu khu phố ổn định. Cơ cấu này cũng được phát triển thông qua chợ nông phẩm và các cửa hàng hợp tác xã thực phẩm.

Một trong các mục tiêu tại Vauban là một khu đô thị thân thiện với gia đình và trẻ em. Khu trung tâm Vauban bao gồm các cửa hàng, trường tiểu học, các nhà trẻ và các không gian xanh công cộng. Vauban đã được thiết kế để tạo ra “khu đô thị có bán kính nhỏ”, nơi mà các trường học, chợ nông phẩm, các công ty, trung tâm mua sắm, cửa hàng thực phẩm, khu vui chơi giải trí và khoảng 600 việc làm sẽ nằm trong khoảng cách đi bộ và đi xe đạp của người dân.

1.5.3. Khu ở sinh thái Kronsberg (Hannover, CHLB Đức)

Khu ở sinh thái Kronsberg (Hannover) được quy hoạch và xây dựng với các đặc điểm cùng các gói giải pháp đi kèm như sau:

Quy hoạch giao thông tĩnh và động

- Đường tàu điện số 8 kết nối trực tiếp giữa khu Kronsberg và khu trung tâm thành phố Hannover, bao gồm 3 bến đỗ cách đều nhau với bán kính 600 m tính từ các góc xa nhất của khu ở để đảm bảo tiếp cận dễ dàng cho mọi người dân và không quá 10 phút đi bộ.

- Xử lý ngầm hóa gara đỗ xe để tăng diện tích xanh trên mặt đất.

- Chính quyền sở tại khuyến khích người dân đi bộ, đi xe đạp trong phạm vi khu ở và sử dụng các phương tiện giao thông công cộng khi đi ra ngoài khu ở.

- Hệ thống đường đi bộ được kết nối với nhau và hạn chế sự giao cắt giữa luồng xe cơ giới với người đi bộ hoặc đi xe đạp.

Kiến trúc nhà ở đa dạng, bố trí phong phú, tiết kiệm diện tích đất

- Các dạng nhà ở: Chung cư 4 - 5 tầng; nhà liên kế 2 - 3 tầng; biệt thự 2 - 3 tầng có sân vườn rộng rãi. Hạn chế chiều cao công trình song đảm bảo mật độ xây dựng lớn.

- Các khối nhà chung cư tương đối khép kín, tận dụng sân trong và lối đi thông qua tầng 1 làm biện pháp kết nối không gian.

- Nhà khối ghép và biệt thự được tổ hợp với nhau theo nhiều cách (nối tiếp, so le, biệt thự ghép, v.v...).

- Bố trí các cụm công trình tổ hợp theo phương pháp tự do, miễn là phục vụ tốt nhu cầu của người sử dụng và tạo cảnh quan đẹp.

- Tỷ lệ phần trăm loại hình nhà đều căn cứ theo đề xuất của kiến trúc sư, có tham vấn người dân về các mặt như nguyện vọng, khả năng chi trả,... tránh tình trạng thiếu hoặc thừa chỗ ở.

Tổ chức không gian công cộng, không gian trống và không gian xanh

- Đa dạng hóa các loại hình hoạt động cộng đồng để tăng giá trị sử dụng của không gian công cộng. Số lượng công trình công cộng bao gồm 3 nhà trẻ, 1 trường tiểu học với 1 cung thể thao và 1 nhà vui chơi cho trẻ em, cùng với một hệ thống phân phối hàng hóa và dịch vụ. Ngoài ra còn có 15 điểm vui chơi và giao lưu, gặp gỡ cộng đồng trong phạm vi khu ở được phân theo 2 cấp: nhóm nhà và toàn khu ở.

- Tỷ lệ không gian trống cao hơn 10% so với mức độ chung của các khu ở xây dựng trước đó. Sự phân cấp không gian trống ngoài nhà theo 3 mức: mở, bán mở và riêng biệt, cùng sự kết nối các không gian này với nhau thành một mạng lưới liên hoàn.

- Cây xanh được trồng thành dải rộng để ngăn cách khu ở với đường xa lộ chạy rập gianh với khu đất theo hướng Đông Nam. Cây xanh trong khu ở được phân thành 8 khu, mỗi khu trồng theo một loại thực vật đặc trưng riêng và cho bóng mát khác nhau, gọi tên các khu vực này theo tên các loại cây.

Khía cạnh xã hội

- Chú trọng tính hòa nhập cộng đồng của người khuyết tật, thể hiện qua việc thiết kế các lối tiếp cận riêng, nền dốc, khu vệ sinh,... trong công trình.

- Huy động được sự tham gia của cộng đồng, từ các cuộc thi ý tưởng rộng rãi, diễn đàn mở về các vấn đề cần quan tâm dành cho mọi người, mọi công dân.

- Sự trợ giúp của xã hội hướng đến những người có thu nhập thấp, giúp những đối tượng này có cơ hội tiếp cận nhà ở chất lượng tốt mà giá thành hạ.

Các biện pháp tiết kiệm năng lượng

- Tất cả các tòa nhà trong khu ở đều được xây dựng theo tiêu chuẩn tiết kiệm năng lượng của liên bang, với mục đích giảm lượng khí thải CO₂ xuống chỉ còn 20% so với trước đây.

- Hệ thống cung cấp năng lượng theo mô hình tập trung và ở gần nhà, đảm bảo khoảng cách phục vụ tối ưu đến 3.000 hộ dân. Nhiệt năng (dùng để sưởi) được phân phối theo đường ống từ chỗ cung cấp tập trung trong (hoặc gần) khu ở đến từng công trình. Công việc này được công ty Điện lực Stadtwerk Hannover AG đảm nhận. Ngoài ra còn có tập đoàn Getec GmbH cùng tham gia thiết kế và thi công.

- Sử dụng năng lượng mặt trời và năng lượng sạch: Trong một tòa chung cư điển hình bao gồm 104 căn hộ, nhiệt năng dùng để đun nóng nước là từ 1.350m^2 tấm thu năng lượng mặt trời lắp trên mái. Thiết bị trữ nước nóng dưới lòng đất có thể tích chứa nước nóng lên tới 2750m^3 . Ngoài ra còn có một hệ thống trạm năng lượng gió với công suất là 300 kW/trạm.

- Xác định các giá trị cách nhiệt của kết cấu xây dựng, nhất là kết cấu bao che nhà, ví dụ tường ngoài: $0,22\text{ W/m}^2\text{K}$ với lớp vật liệu cách nhiệt dày 14 - 28cm, mái: $0,17\text{ W/m}^2\text{K}$ với lớp vật liệu cách nhiệt dày 20-26 cm, trần tầng hầm: $0,30\text{ W/m}^2\text{K}$, cửa sổ: $0,8\text{ W/m}^2\text{K}$.

- Thông gió: Thiết kế mặt đứng chính và mặt đứng sau nhà với hệ thống cửa sổ để có thể đón gió và thoát gió, đảm bảo gió thổi qua phòng dễ dàng bằng phương pháp đơn giản đến phức tạp (vận hành bằng cơ khí, điện, ...), đặc biệt là trong các chung cư.

- Các chương trình giáo dục về các biện pháp tiết kiệm năng lượng được đưa vào bài học chính khóa cho trẻ em để giáo dục ý thức về bảo vệ môi trường từ nhỏ.

Hệ thống quản lý nước

- Hệ thống xử lý nước thải (nước xám) phi tập trung (chia theo cụm nhà) theo 2 nấc: thiết bị lọc trong công trình (mang tính kỹ thuật, đạt 70 - 75% hiệu suất), sau đó xử lý tiếp trong hồ hay ao lọc ngoài trời (mang tính tự nhiên, 25 - 30% hiệu suất còn lại).

- Kết hợp nước mưa và nước xám đã qua xử lý, chứa trong các ao, hồ, đầm và nối thông với hệ thống thoát nước chung, tạo thành mạng lưới thủy cảnh (biotope network).

- Giảm thiểu sự bịt kín mặt đất đô thị bởi bê tông hay nhựa đường, thay vào đó tạo lớp phủ thực vật và các khoảng mặt đất tự nhiên có thể cho nước mưa ngấm xuống các tầng đất bên dưới.

- Tổ chức mặt nước trong đô thị như một ngôn ngữ tạo hình.

- Các chương trình giáo dục về các biện pháp tiết kiệm nước sạch được đưa vào bài học chính khóa cho trẻ em để giáo dục ý thức về bảo vệ môi trường từ nhỏ.

Vật liệu xây dựng

Chọn các vật liệu thân thiện với môi trường, đã được kiểm định bởi Hiệp hội Kiến trúc sư Liên Bang.

Quản lý rác thải

- Phân loại rác thải ngay trong phạm vi mỗi hộ gia đình.
- Xây dựng các chương trình giáo dục cộng đồng về rác thải, nhất là cho trẻ em.

1.5.4. Khu đô thị sinh thái Augustenborg (Malmö, Thụy Điển)

[Nguồn: <http://www.naturvardsverket.se/en/In-English/Start/Environmental-objectives/Best-practice-examples/Sustainable-cities/Residential-area-in-Malmo-became-an-ecotown/>

<http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/augustenborg-green-roofs-and-storm-water-channels>]

Từ năm 1998, Thành phố Malmö đã chuyển đổi Augustenborg từ một khu dân cư ổ chuột với các vấn đề úng ngập thành một trong những nơi ở nổi tiếng nhất ở Malmö: "Khu đô thị sinh thái Ekostaden Augustenborg" vào năm 2005. Bằng cách lợi dụng đặc trưng của địa điểm xây dựng để cải thiện hệ thống quản lý nước mưa ở địa phương và các giải pháp có lợi để giải quyết các hạn chế trước đó nên hiện nay, khu vực này có một hệ thống quản lý nước mưa sinh thái duy nhất, theo chu trình khép kín, các giải pháp giao thông mới, môi trường xanh, tự sản xuất năng lượng tái tạo và toàn bộ mái nhà duy nhất là màu xanh.

Trước đây, khu phố bao gồm các tòa nhà chung cư thấp tầng được xây dựng từ những năm 1950. Tuy nhiên, do duy tu bảo dưỡng kém, các công trình bị xuống cấp nên nhiều cư dân ban đầu đã chuyển đi và để lại một khu vực đổ nát, đây thách thức về kinh tế và xã hội. Hội đồng thành phố Malmö và các công ty nhà ở MKB đã nỗ lực hợp tác để phục hồi lại tình trạng như ban đầu cho khu vực thông qua một chương trình đổi mới đô thị để tạo ra một khu ở cho khoảng 3000 cư dân. Trước khi được cải tạo, các tầng hầm và sân trường tại khu vực này thường bị



Hình 1.18. Các mái nhà xanh ở Augustenborg

[Nguồn: internet]

ngập do hệ thống thoát nước không đủ, địa tầng đất sét không thấm thấu nước, và các công trình nhân tạo được xây dựng trên mặt đất không thấm nước ngày càng tăng. Tuy nhiên, các vấn đề đã được giải quyết với việc bổ sung tổng cộng khoảng 10.000 m² mái nhà xanh với thảm thực vật và hệ thống quản lý nước mưa mở và liên hợp (hình 1.18). Ba mươi vườn hoa trong khu đô thị cũng được coi như một không gian giải trí xanh cho các cư dân của thành phố và cung cấp "không gian thở" giữa các tòa nhà.

Mái nhà xanh và hệ thống quản lý nước mưa

Mái nhà xanh đã giảm đáng kể lượng nước mưa chảy tràn ở Augustenborg nhờ thảm thực vật trên mái nhà có thể hấp thụ một phần lớn nước mưa và bốc hơi tự nhiên trở lại bầu khí quyển (lượng nước bốc hơi từ mái nhà xanh mỗi năm tương đương với 325.000 bồn tắm đầy nước). Tổng số nước mưa chảy đi của khu đô thị đã giảm tới gần 20%, trong đó lượng nước mưa chảy khỏi khu vực xử lý nước thải đã giảm 60%.

Trong năm 2001, vườn Thực vật trên mái (Roof Garden) đầu tiên của thế giới đã được khai trương ở Augustenborg nhằm thúc đẩy việc sử dụng các mái nhà xanh trong khu vực lân cận cũng như trong tất cả các khu vực vùng Scandinavia.

Hệ thống quản lý nước mới của thị trấn khéo léo tận dụng khu vực đất không hấp thụ nước bằng cách thu gom nước mưa vào các mương và hồ chứa tự nhiên trước khi nó chảy vào hệ thống thoát nước thông thường. Theo cách này, nước mưa từ các mái nhà khác nhau, đường giao thông, bãi đỗ xe sẽ được chảy qua rãnh hờ, mương, ao và khu đất trũng.

Bằng cách thử nghiệm và tích hợp nhiều biện pháp bền vững (trong đó cũng bao gồm tận dụng năng lượng mặt trời, quản lý chất thải, tàu điện, và xe ô tô điện), thị trấn đã trở thành một trong số ít các khu vực đã tạo ra một hệ thống sinh thái gắn kết chặt chẽ với nhau. Như một kết quả của đổi mới, khu ở đã một lần nữa trở lại hấp dẫn và tỷ lệ di cư đã giảm.

Quản lý rác thải

Tại khu đô thị Augustenborg có 1800 đơn vị nhà ở, trong đó có 15 tòa nhà cho thu gom rác thải, tái sử dụng, tái chế và ủ phân. Hiện nay, khu đô thị đã tái chế khoảng 70% rác thải- một số liệu thống kê vô cùng ấn tượng so với hầu hết các khu ở sinh thái khác của thế giới. Tuy nhiên, mục tiêu cuối cùng là tái chế 90% tất cả rác thải và Augustenborg đã và đang tinh chỉnh hệ thống của mình và tìm ra các giải pháp tối tân hơn cho việc xử lý rác. Để giảm lượng khí thải carbon từ rác thải và bảo tồn nhiều giá trị của

rác, các hầm chứa rác thải kiểu truyền thống đã bị đóng cửa, và hiện nay, tất cả người dân trực tiếp mang rác đã được phân loại đến 15 tòa nhà. Trong những tòa nhà này có các container dành cho bìa cứng, giấy, thủy tinh, nhựa, kim loại và pin. Ngoài ra còn có máy ủ rác từ nhà bếp công cộng và chất thải từ vườn để sản xuất 150 tấn phân hữu cơ chất lượng cao hàng năm, không chỉ người dân và doanh nghiệp địa phương dùng mà còn được bán cho nông dân Đan Mạch. Một đánh giá được thực hiện bởi Đại học Malmo cho thấy nhận thức về phát triển bền vững của công dân đã tăng lên nhiều thông qua việc áp dụng các chương trình tái chế.

Tham gia của cộng đồng

Một trong những mục tiêu chính của dự án là sự tham gia của người dân Augustenborg càng nhiều càng tốt trong cả hai giai đoạn tư duy và thực hiện đổi mới. Nỗ lực này đã bao gồm nhiều hình thức như: hội thảo cộng đồng, các thông tin thiết kế, lễ hội, các sự kiện văn hóa hay là các cuộc nói chuyện tại ghé đá công viên hay góc phố. Xu hướng tiếp cận tham vấn và phát triển mở này đã đưa ra một số sáng kiến hữu ích. Ví dụ như hệ thống xe tổng hợp đầu tiên của Malmo xuất phát từ nhu cầu cư trú là và hệ thống năng lượng xanh mới của quận. Nhờ nghiên cứu cẩn thận các nhu cầu của cộng đồng, nhóm thiết kế ít hoặc không gặp phải sự phản đối của người dân. Trong thực tế, khoảng 1/5 tổng số người dân tham gia vào các hoạt động hỗ trợ các kế hoạch và giúp chúng trở thành hiện thực.

Các tác động tích cực đến môi trường và kinh tế

- Việc tiêu thụ nhiệt sưởi ấm đã giảm 25%.
- Năng lượng hóa thạch đã được thay thế bằng năng lượng tái tạo. Giảm tác động môi trường được ước tính bình quân đầu người là 15%.
- 70% chất thải thực phẩm trong khu vực dùng để sản xuất khí sinh học.
- Các mái nhà xanh thu hút chim và côn trùng và đã tăng đa dạng sinh học trong khu vực 50%. Hệ thống nước mưa cũng tạo ra môi trường tốt hơn cho hệ thực vật và động vật địa phương.

1.5.5. Khu dân cư Xanh High Point, Seattle (Washington, Mỹ)

[Nguồn: <http://www.greenecocommunities.com/Washington/High-point-green-community.html>]

Đã từng là khu ở với hơn 700 ngôi nhà sở hữu công xưởng cấp, High Point, Seattle, đã được thiết kế để có một mô hình phát triển xanh và cuộc sống bền vững và trở thành khu dân cư xanh đạt giải thưởng cao. Chính quyền nhà ở Seattle hợp tác với các nhà phát triển địa phương đã tạo ra một

cộng đồng độc đáo để tạo ra chỗ ở mới cho hàng loạt người dân với mức giá vừa phải và phục hồi lại môi trường.

Trong vài năm qua, High Point đã giành được một số giải thưởng như: giải thưởng Urban Land Institute (ULI)- Giải thưởng xuất sắc toàn cầu và Cộng đồng có Quy hoạch tổng thể tốt nhất tại PCBC Gold Nugget Awards năm 2007. Chương trình "Show You're Green" của High Point đã đoạt giải thưởng của Viện Kiến trúc sư Mỹ (AIA) 2006 - Hội nghị Quốc gia và Thiết kế Expo.

Giấy chứng nhận xanh:

High Point là khu dân cư xanh được xây dựng đầu tiên ở Seattle; Mức tối thiểu mà tất cả các nhà ở High Point phải đáp ứng là tiêu chuẩn xây dựng xanh 3 sao, tuy nhiên nhiều nhà lại đạt tiêu chuẩn xây dựng xanh 4 sao và có chứng nhận ENERGY STAR.

Các tính năng Xanh:

- Hệ thống thoát nước tự nhiên lọc nước mưa trước khi nước tràn vào nhánh sông ở địa phương.
- Các cây trồng có nguồn gốc bản địa là loại thân cứng và cần ít nước hơn so với hầu hết các loài thực vật khác.
- Đường phố và vỉa hè với những lỗ rỗng cho phép mặt đất tự nhiên thấm thấu nước.
- Sử dụng khung nhà tiên tiến để giảm sử dụng gỗ và ít chất thải xây dựng.
- Bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên với việc sử dụng các vật liệu như gạch, vách ngoài nhà bằng xi măng sợi và gỗ được tái tạo.

Các lợi ích đem lại:

- Những ngôi nhà mới được xây dựng tiêu chuẩn bền vững thực tế đã đưa lại các lợi ích sau:
 - + Giảm chi phí với sưởi ấm và làm mát;
 - + Sử dụng năng lượng thấp hơn;
 - + Sử dụng nước giảm, tiết kiệm cả hai mặt: nguồn tài nguyên có giá trị và tiền;
 - + Ngôi nhà được xây dựng có vòng đời dài hơn và chi phí bảo trì thấp hơn;
- Nước mưa được làm sạch theo quy trình riêng trước khi chảy khỏi khu dân cư;
- Cây cảnh trồng dọc theo các con đường là các loại cây bản địa và chịu hạn tốt;

- Một hồ nước công cộng không chỉ cho cảnh quan tuyệt vời và là nơi để đi dạo, mà còn góp phần làm sạch nước;
- Cộng đồng quản lý cảnh quan, sử dụng các giải pháp tác động thấp giữ cho cộng đồng luôn được xem là tốt nhất.

1.5.6. Khu ở Christie Walk (Adelaide, Úc)

[Nguồn: <http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/adelaide-a-downtown-sustainable-oasis>]

Christie Walk (Adelaide, Úc) là một khu ở bền vững do người dân tạo nên.

Christie Walk là một khu ở bền vững ở trung tâm Adelaide, Nam Úc, nơi có khí hậu với mùa đông hơi ẩm ướt, và một mùa hè nóng khô. Khu ở đã được tạo ra với tinh thần hợp tác giữa kiến trúc sư Paul Downton cùng với cư dân địa phương. Yếu tố bền vững chính là chìa khóa cho cả môi trường và người dân sống ở đó. Tại đây tiết kiệm nước, năng lượng bền vững và tình láng giềng là đứng đầu trong danh sách ưu tiên.

27 ngôi nhà ở Christie Walk chiếm diện tích 2000m² trong khu vực hình chữ T. Khu vực này nằm ở giữa thành phố hiện có và có khoảng cách đi bộ phù hợp tới khu chợ trung tâm 140 tuổi ở Adelaide. Christie Walk là một điển hình của tình láng giềng và an ninh.

Thành công này đạt được một phần nhờ sự hợp tác giữa những người dân địa phương - những người đã giúp đỡ xây nhà hoàn toàn tự nguyện và một phần nhờ việc bố trí kết hợp các đường đi bộ có lớp phủ mặt thân thiện với môi trường, không gian cây xanh và sân chơi. Cả người dân hiện tại và người dân tương lai đều đã tham gia vào quá trình từ lập quy hoạch, thiết kế đến xây dựng nhà.

Tất cả các nhà trong Christie Walk đã được xây dựng theo tiêu chuẩn sinh thái cao nhất bằng các vật liệu tái chế và thân thiện với môi trường. Trong khi hầu hết các ngôi nhà ở Úc có tuổi thọ dự kiến là 25 năm, nhà ở khu Christie Walk đã được xây dựng với tuổi thọ ít nhất 100 năm. Những ngôi nhà được xây dựng chủ yếu bằng bê tông và cấu kiện từ rom, các nguyên liệu với công suất lưu trữ nhiệt thụ động cao. Vì vậy, các nhà làm việc rất tốt để tận dụng nhiệt năng của Mặt Trời, nhiệt được lưu trữ trong bê tông và rom vào ban ngày và dần dần tỏa ra trong đêm khi nhiệt độ xuống thấp. Điều này giúp làm giảm nhu cầu sử dụng hệ thống sưởi cũng như làm giảm lượng khí thải carbon. Điều hoà nhiệt độ cũng là không cần thiết với Christie Walk do không khí nóng được làm mát bằng cây xanh và thảm thực vật trên đường phố và trong các khu vườn. Ngôi nhà chỉ có thông gió tự nhiên bằng cách mở cửa sổ tại các vị trí có tính toán cẩn thận trên mặt tiền.

Một ngôi nhà 3 tầng thậm chí còn có một khu vườn trên mái chống nóng và tất cả các ban công được trồng nho như là một bức màn chống nóng vào mùa hè và cho ánh nắng Mặt Trời xuyên qua vào mùa thu và mùa đông khi lá rụng.

Quản lý dự án, tổ chức phi chính phủ Sinh thái học đô thị Úc thành lập Hợp tác xã Nhà ở Wirranendi phi lợi nhuận. Hợp tác xã nhà ở quản lý các khu đất, trong khi những người dân địa phương tự nguyện và người dân tương lai xây dựng nhà. Khi các ngôi nhà đã được hoàn thành, Hợp tác xã Nhà ở Wirranendi đã có thể để bán chúng cho các cư dân. Hiệp hội đã tạo ra một chính sách khu vực có lợi ích cộng đồng và nỗ lực tập thể. Tất cả các khu vực ngoài trời là thuộc sở hữu chung và tất cả mọi người chia sẻ trách nhiệm để bảo trì.

Giá nhà ở và các dịch vụ công cộng từ \$115.000 - \$ 306.000, tương đương với các khu nhà ở khác trong trung tâm Adelaide. Nguồn tài trợ cho các dự án nhận được dưới hình thức các khoản đầu tư cá nhân, các khoản vay và tài trợ sẵn có của Tổ chức viện trợ cộng đồng ở nước ngoài, nhà Bank Trust và Bendigo, cũng như các trợ cấp của chính phủ địa phương cho hệ thống nước thải.

1.5.7. Khu đô thị sinh thái Punggol (Singapore)

[Nguồn http://www.go-green.ae/greenstory_view.php?storyid=959

<http://edition.cnn.com/2012/09/02/world/asia/singapore-punggol-eco-town/index.html>]

Punggol Eco-Town (Singapore) là khu ở sinh thái đầu tiên của Singapore. Punggol Eco-Town chính là “phòng thí nghiệm sống” để thử nghiệm những ý tưởng mới về thiết kế bảo đảm yêu cầu hài hòa, hợp lý và thân thiện với môi trường. Mô hình dự án này sẽ được nhân rộng tại nhiều nơi ở Singapore vì hơn 80% dân số Singapore sống trong chung cư. Chính vì vậy những khu chung cư thân thiện với môi trường có ý nghĩa rất lớn cho mục tiêu tổng thể



*Hình 1.19. Một góc của Punggol Eco-Town
(Nguồn: Phạm Thị Hải Hà, 2013)*

của đất nước: phát triển một cách hiệu quả - tiết kiệm năng lượng, sạch và xanh.

Hội đồng nhà ở làm việc chặt chẽ với các cố vấn, hội đồng thành phố địa phương và các nhà lãnh đạo ở cơ sở để tham gia, giáo dục, khuyến khích người dân sống theo xu hướng xanh. Các chương trình tiếp cận cộng đồng và các chương trình giáo dục được tổ chức để người dân Punggol có thể tham dự nhằm nâng cao ý thức về môi trường thiên nhiên độc đáo của mình.

Ngay từ giai đoạn lập kế hoạch, Punggol đã được thiết kế để thúc đẩy cuộc sống bền vững. Punggol Town được quy hoạch sao cho các công trình bất động sản gần gũi hơn với màu xanh chung. Hàng loạt nhà ở có chất lượng với các dịch vụ hỗ trợ. Mạng lưới giao thông công cộng được tích hợp rất tốt và được nâng cao khả năng tiếp cận cho người dân. Ngoài ra, một trong những sáng kiến xanh chủ yếu của Punggol là sự ra đời của một dạng giao thông đường thủy xuyên dọc thị trấn. Tận dụng đường thủy, Punggol là thông điệp báo trước thể hệ mới của các khái niệm sống sinh thái trong thập kỷ tới và lâu hơn nữa.

Để thúc đẩy khái niệm “Cuộc sống xanh hướng đến nước” ở Punggol, các yếu tố tự nhiên như gió, ánh sáng mặt trời và mưa sẽ được tận dụng vào quy hoạch và thiết kế của khu Punggol tương lai. Mái nhà được phủ bằng cây xanh và hướng của tòa nhà ngược với hướng mặt trời mọc cũng giúp ích rất nhiều trong việc làm giảm nhiệt độ trong các căn phòng. Các công trình thân thiện với môi trường đạt cao hơn các tiêu chí Green Mark sẽ được phát triển dọc theo đường thủy. Toàn bộ tường của chung cư đều được sơn màu trắng để giúp mang lại cảm giác mát mẻ và tận dụng ánh sáng tự nhiên. Do các bức tường màu trắng sẽ rất nhanh bám bụi nên Chính phủ đã cho thử nghiệm một loại sơn tự làm sạch khi tiếp xúc với ánh sáng mặt trời.

Các tòa nhà sử dụng năng lượng chính là pin mặt trời, đặc biệt là có hệ thống tái chế nước và hệ thống thu gom nước mưa. Lượng điện được sản xuất và tiêu thụ mỗi giờ được thông báo đến người dân qua bảng điện tử gắn tại các cửa thang máy. Các giải pháp “xanh” xuất phát từ những việc rất bình thường và thực tế cho đến các ý tưởng sáng tạo. Tại các chung cư, thang máy và máy bơm hoạt động bằng năng lượng mặt trời. Ngoài ra, một dụng cụ đo lường để đo chỉ số tiêu thụ năng lượng mặt trời cũng được lắp đặt. Đường đi xe đạp, trạm sạc điện tại các bãi đậu xe và không gian dành cho các dịch vụ kèm theo bất động sản sẽ được xây dựng để khuyến khích giao thông sạch điện.

Việc tiếp cận theo ba hướng đã được định ra để phát triển Punggol như là khu phố sinh thái đầu tiên ở Singapore:

a) Giới thiệu khái niệm quy hoạch và thiết kế hiệu quả để người dân có thể thuận tiện khi chấp nhận lối sống sinh thái.

b) Các giải pháp đô thị được khai thác để đạt mục tiêu lâu dài về môi trường.

c) Tham gia, giáo dục, tạo điều kiện cho mọi người là một phần của nỗ lực “theo xu hướng xanh”.

Tuy nhiên, để đạt được “thân thiện với môi trường”, người dân cần phải trả một mức giá cao hơn, giá một căn hộ ở đây đắt hơn khoảng 7% so với một căn hộ truyền thống. Chính phủ Singapore đã tìm ra một giải pháp để hỗ trợ người dân: đó là cho thuê thay vì mua những tấm thu năng lượng mặt trời từ công ty tư nhân. Theo kế hoạch này, Chính phủ Singapor chi trợ cấp những chi phí cơ bản, còn các công ty lắp đặt những tấm thu năng lượng mặt trời, duy trì và bán nguồn năng lượng đó cho những các công ty cung cấp điện năng để thu hồi chi phí.

1.6. LỢI ÍCH CỦA PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM ĐỐI VỚI VIỆT NAM

1.6.1. Lợi ích của phát triển công trình xanh mang lại

Sau khoảng gần hai thập niên hình thành và phát triển, hoạt động phát triển công trình xanh đã đem lại những lợi ích rất lớn. Năm 2007, Cơ quan Thương mại Australia đã xếp hạng hoạt động công trình xanh của 7 quốc gia theo số điểm [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington- Covelo- London. 2008] dựa vào các chỉ tiêu sau: ngày bắt đầu công trình xanh, sự cam kết của Chính phủ, ưu thế ngành công nghiệp xây dựng, cam kết hợp tác kinh doanh, số thành viên tham gia vào WorldGBC, hệ thống đánh giá công trình xanh, số lượng các công trình xanh và tỷ lệ gia tăng các công trình xanh trong thời gian ngắn. Điểm càng cao thể hiện hoạt động công trình xanh càng mạnh mẽ. Bảng 1.13 giới thiệu sự xếp hạng này và ta thấy Mỹ là nước có hoạt động công trình xanh mạnh mẽ nhất thế giới.

Tại Mỹ, theo ông S. Richard Fedrizzi, Chủ tịch USBGC [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington. Covelo. London. 2008], thì 200 dự án đầu tiên được nhận chứng chỉ công trình xanh đã giảm được khoảng 30% nước cấp và 30 - 50% năng lượng tiêu thụ. Năm 2000 có 1500 tòa nhà và năm 2006 có 5000 công trình được cấp chứng chỉ công trình xanh với tổng diện tích sử dụng là 50 triệu m².

Bảng 1.13. Bảng xếp hạng về hoạt động công trình xanh của các nước

Tên nước	Xếp hạng / Điểm
Mỹ	1/59
Hồng Kông	2/57
Đài Loan	3/55
Trung quốc	4/49
Australia	5/47
Newzeland/Tiểu Vương Quốc Ả rập	6/45
Ấn Độ	7/44

Tác giả Jerry Yudelson đã tổng kết kết quả Chương trình Công trình Xanh của Mỹ đã mang lại các lợi ích như sau:

- (1) Tiết kiệm 30% - 50% nước và năng lượng, nhờ đó giảm phát thải CO₂;
- (2) Giảm chi phí bảo dưỡng 10 - 15%, đặc biệt về vận hành năng lượng;
- (3) Năng suất lao động tăng 3% - 5%;
- (4) Nguy cơ bệnh tật giảm > 5%, nâng cao sức khỏe người sử dụng;
- (5) Giá trị công trình tăng, thương hiệu Công ty xây dựng nổi bật;
- (6) Công trình xanh là cam kết bảo đảm bền vững về môi trường.

Trên đà thắng lợi đó, USGBC đề ra yêu cầu từ năm 2007 tất cả các công trình thương mại phải giảm phát thải khí nhà kính từ 50% trở lên mới được cấp chứng chỉ công trình xanh và đặt ra mục tiêu:

- Cuối năm 2010 có 100.000 tòa nhà (Buildings) được cấp chứng chỉ công trình xanh;
- Cuối năm 2015 có 1 triệu ngôi nhà (Homes) được cấp chứng chỉ công trình xanh.

Trong giai đoạn đầu thực hiện công trình xanh tại Mỹ chỉ có 1/3 chủ công trình là các tập đoàn tư nhân tham gia. Hiện nay đã có thay đổi lớn: các công ty và chủ đầu tư xây dựng tư nhân đều đăng ký chứng chỉ LEED. Ví dụ, Công ty xây dựng tư nhân ở Portland, Oregon là nơi sử dụng hệ thống LEED nhiều nhất tại Mỹ với hơn 30 dự án đăng ký chứng chỉ LEED. Trong đó công trình cải tạo Xưởng đúc Vũ khí Quốc gia (có từ năm 1890) thành trung tâm biểu diễn nghệ thuật Gerding- hoàn thành và đưa vào hoạt động năm 2006 - là công trình cải tạo đầu tiên nhận chứng chỉ LEED Bạch kim.

Một số ví dụ khác: Ngân hàng Banner, Idaho là công trình văn phòng thương mại (11 tầng, diện tích 195.000 feet vuông) nhận chứng chỉ LEED Bạch kim vào năm 2006. Công trình tiết kiệm 65% năng lượng, 60% nước sạch.

·Trường đại học tư nhân Pacific Lutheran ở Tacoma, Washington, có Trung tâm đào tạo và công nghệ Morken cũng nhận được chứng chỉ LEED (diện tích 55.000 feet vuông, trị giá 21 triệu USD). Các phòng Trung tâm sử dụng ánh sáng tự nhiên, không sử dụng nhiên liệu hóa thạch, lắp đặt bơm địa nhiệt có thể điều chỉnh nhiệt độ nhờ nguồn nước dự trữ trong 85 giếng ở độ sâu khoảng 90m. Thiết bị chiếu sáng có hiệu suất cao hơn 35% và sáng hơn 25% so với tiêu chuẩn.

Trụ sở chính của Công ty phần mềm Adobe System, ở San Jose, California, gồm ba tòa nhà được cải tạo lại đã giảm tiêu thụ 35% điện năng, 41% khí gas, 22% sử dụng nước, 75% nước tưới, tái chế 85% chất thải rắn, nhờ đó giảm 26% khí nhà kính. Công trình đã được nhận Chứng chỉ LEED Bạch kim năm 2006 cho dạng công trình cải tạo.

Canada: Đầu năm 2007, có 420 dự án đăng ký nhận chứng chỉ LEED Canada. Dân số Canada chỉ bằng 1/10 dân số Mỹ mà số lượng các dự án đăng ký nhận chứng chỉ xấp xỉ với Mỹ. Trước khi hệ thống LEED - Canada ra đời, đã có 17 công trình được nhận chứng chỉ LEED của Mỹ. Năm 2007 có hơn 60 công trình được cấp chứng chỉ công trình xanh cả của Mỹ và Canada, trong đó Trung tâm Operations có diện tích 11.600 feet vuông được nhận chứng chỉ LEED Bạch kim đầu tiên đã sử dụng hệ thống sưởi địa nhiệt của nước biển và các tấm quang điện cung cấp 20% nhu cầu năng lượng hàng năm của Trung tâm.

Trung Quốc: Trung Quốc chú trọng vấn đề tiết kiệm năng lượng trong các công trình và coi đó là mục tiêu hàng đầu trong công trình xanh. Năm 2004 mới có các dự án đầu tiên được nhận chứng chỉ công trình xanh cơ bản. Dự án Thành phố sinh thái Dongtan 3 triệu dân (cạnh Thượng Hải) đang được thiết kế, sẽ là thành phố đầu tiên trên thế giới không dùng năng lượng hóa thạch, thành phố “không carbon” với các giải pháp: thu gom và làm sạch nước, không bụi, sưởi ấm bằng năng lượng mặt trời, gió và sinh học. Nước tiêu thụ giảm bớt 43%, tái sinh 88% nước thải, giảm 64% tiêu thụ năng lượng, mỗi năm giảm 350.000 tấn khí thải CO₂. Các nhà quy hoạch hy vọng sẽ giảm 1/3 tác động xấu của Dongtan đến hệ sinh thái so với Thượng Hải.

Khu căn hộ dịch vụ Frazer Place ở Shenzhen (Thiên Tân), Trung Quốc, là công trình đầu tiên được nhận chứng chỉ LEED Bạc.

Năm 2006, Chính phủ Trung Quốc đã ban hành dự thảo đầu tiên của Hệ thống đánh giá công trình xanh và thành lập Hội đồng Công trình Xanh Quốc gia. Người ta dự đoán công trình xanh sẽ chiếm khoảng 2% của thị

trường công trình thương mại mới ở Trung quốc vào năm 2012. Con số 2% của thị trường này sẽ là rất lớn vì gần một nửa số tòa nhà của thế giới sẽ được xây dựng tại Trung Quốc từ năm 2005 đến năm 2015 [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington, Covelo. London. 2008].

Ấn Độ: Năm 2004 có Trung tâm thương mại sinh thái CII-Sohrabji Godrej (diện tích 20.000 feet vuông) ở Hyderabad được cấp chứng chỉ Bạch kim đầu tiên theo hệ thống LEED của Mỹ. Năm 2005, Ấn Độ có khoảng 40 công trình được cấp chứng chỉ công trình xanh.

Năm 2007, Hội đồng công trình xanh Ấn Độ công bố Hệ thống đánh giá công trình xanh của mình (được xây dựng từ tham khảo LEED). Họ đã phấn đấu để năm 2008 có 100 công trình (diện tích trung bình mỗi công trình là 10.000m²) được cấp chứng chỉ công trình xanh của Ấn Độ.

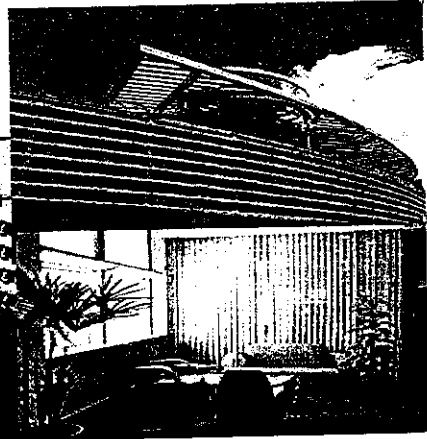
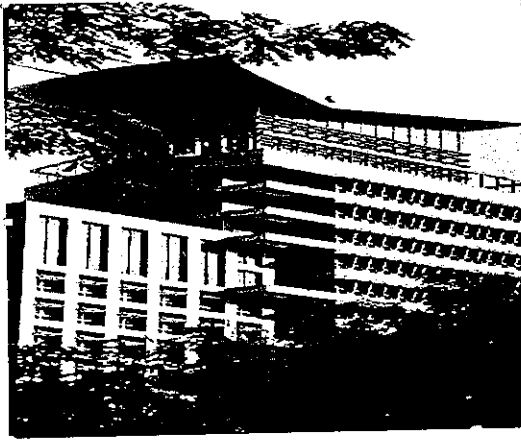
Australia: Năm 2007 có 2 công trình được nhận “6 sao xanh” (tương đương công trình xanh Bạch kim), 1 nhận “5 sao xanh” (tương đương công trình xanh Vàng), đều nằm ở thành phố Melbourne. Tòa nhà Ủy ban No2 (6 sao xanh) ~13.000m², tái sử dụng nước thải cho hệ thống vệ sinh, đặc biệt quan trọng với vùng khí hậu khô hạn, có mái xanh với 6 tuabin gió trên mái, có mái hiên di động hướng Tây.

Đầu năm 2007 có 100 dự án ở Australia đăng ký nhận chứng chỉ sao xanh.

Tây Ban Nha: Hội đồng công trình xanh Tây Ban Nha thành lập năm 1998. Năm 2003 khu thương mại Alvenco ở Madrid với hai tòa nhà 7 tầng, diện tích gần 35.000m² là công trình đầu tiên ở châu Âu nhận chứng chỉ Bạc của LEED, hệ thống năng lượng tiết kiệm được 31% và hệ thống nước tiết kiệm 44%.

Tại Đài Loan, sau 7 năm thực hành công trình xanh (2000 - 2007) đã tiết kiệm được 432 triệu kWh điện, giảm được 285.000 tấn CO₂, tương đương lượng hấp thụ của 950 ha rừng, giảm 18,3 triệu m³ nước sạch [Nguồn: *Architecture & Building Research Institute, Ministry of the Interior, Taiwan. Good to be Green - Green Building promotion policy in Taiwan. Taiwan, 2006*].

Tại Malaysia và Singapore: Nội dung tiết kiệm năng lượng được quan tâm nhiều nhất trong công trình xanh của hai nước này. Nhiều công trình đã giảm được từ 30% đến 80% năng lượng sử dụng. Hình 1.20a là tòa nhà Bộ Giáo dục Singapore, giảm được 30% năng lượng sử dụng và hình 1.20b là tòa nhà Cục thuế Singapore, giảm 40% năng lượng sử dụng đều đoạt giải thưởng các công trình có hiệu quả năng lượng cao.



Hình 1.20a. Tòa nhà Bộ Giáo dục Singapore, giải nhì công trình hiệu quả năng lượng năm 2002

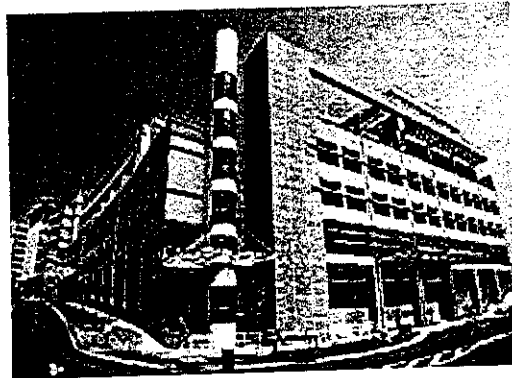
Hình 1.20b. Tòa nhà Cục thuế Singapore

Trên hình 1.21 giới thiệu tòa nhà văn phòng Putrajaya ở Kuala Lumpur, Malaysia chỉ còn tiêu thụ 100 kWh/m².năm, giảm được 60% năng lượng tiêu thụ, đoạt giải nhất các công trình có hiệu quả năng lượng châu Á năm 2006.

Các công trình đạt kết quả cao về hiệu quả năng lượng kể trên thường áp dụng các giải pháp:

- Vỏ nhà là bộ lọc môi trường với các kết cấu che nắng;
- Mở rộng hệ thống chiếu sáng tự nhiên và thông gió tự nhiên;
- Hệ thống chiếu sáng điện “hai cung bậc”;
- Thiết bị chiếu sáng có hiệu quả năng lượng;
- Tòa nhà có hệ thống điều hành kết hợp thiết bị kiểm soát và phân cấp toàn bộ thiết bị.

Tại Malaysia công trình xanh được bắt đầu quan tâm khi một bệnh viện được xây dựng xong nhưng chất lượng môi trường bên trong rất tồi tệ, nấm mốc mọc lên, không hoạt động được, buộc phải cải tạo lại và mang một cái tên mới.



Hình 1.21. Tòa nhà văn phòng Putrajaya ở Kuala Lumpur, Malaysia, giải nhất các công trình có hiệu quả năng lượng châu Á năm 2006

1.6.2. Bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

1. Vấn đề kinh tế của công trình xanh

Kinh nghiệm phát triển công trình xanh của các nước trên thế giới cho thấy rào cản lớn nhất của việc phát triển công trình xanh là sự lo lắng của các nhà đầu tư về sự tăng giá thành công trình xây dựng, đặc biệt tại các nước có thu nhập đầu người thấp và mới bắt đầu thực hiện phát triển công trình xanh, như ở Việt Nam.

Theo tổng kết về thực hiện công trình xanh của Singapore và Malaysia, thì chi phí ban đầu cho công trình xanh có thể tăng chi phí đầu tư đôi chút, nhưng lợi nhuận thu được lớn hơn gấp 3, 4 lần nhờ có tiết kiệm được năng lượng trong giai đoạn vận hành. Số liệu thống kê cho thấy: chi phí xây dựng tăng thêm 5 - 10%, chi phí năng lượng giảm được 30 - 60%, chi phí xây dựng có thể tăng 30%, chi phí năng lượng giảm được 80% và khi chi phí xây dựng tăng 40%, chi phí năng lượng giảm tới 100% (Theo Dr. Nirmal T Kishnani, Singapore).

Tổng kết chương trình công trình xanh Đài Loan sau 7 năm thực hành (2000 - 2007), [Nguồn: Architecture & Building Research Institute, Ministry of the Interior, Taiwan. Good to be Green - Green Building promotion policy in Taiwan. Taiwan, 2006] cho thấy có tới 50% kỹ thuật xanh được áp dụng giữ nguyên giá, 30% giảm giá và chỉ có 20% tăng giá. Khẩu hiệu của công trình xanh Đài Loan là “Giàu có gấp đôi, tài nguyên một nửa”.

Theo tác giả tài liệu [Nguồn: Jerry Yudelson. The Green Building Revolution. Island Press. Washington. Covelo. London. 2008], nhìn chung chi phí thiết kế và xây dựng bảo đảm các tiêu chí công trình xanh có thể tăng chi phí đầu tư xây dựng vượt 1% đối với các công trình lớn và 5% đối với các công trình nhỏ. Công trình đạt chứng chỉ càng cao (bạc, vàng, bạch kim) càng cần nhiều chi phí nghiên cứu cơ bản, chi phí phụ về phân tích thiết kế, kỹ thuật xây dựng, lắp đặt mô hình năng lượng mới, thử nghiệm công trình.

Một nhà điều hành dự án của một công ty xây dựng lớn - ông Jim Goldman, từng là Chủ tịch Ủy ban LEED - cho rằng "Về lợi ích cá nhân, khó khăn lớn nhất đó là sự phân chia lợi ích không đều giữa chủ đầu tư công trình và người thuê nhà. Chủ đầu tư công trình bỏ tiền ra, trong khi người thuê nhà lại được hưởng hầu hết lợi ích của công trình xanh".

Như vậy, vấn đề có thể ở chỗ, lợi ích công trình xanh là rõ rệt, nhưng lại thuộc về lâu dài, tiềm năng sử dụng, phần lớn lợi ích này là những người sử dụng công trình được thụ hưởng, trong khi chi phí xây dựng công trình là

tức thời, chủ đầu tư phải gánh chịu với nhiều áp lực từ vay vốn ngân hàng, đến giá thành sản phẩm. Giải quyết vấn đề này cần có sự tham gia của chính quyền các cấp.

Tuy nhiên, kinh nghiệm thực hiện công trình xanh ở Mỹ lại cho thấy cũng không hoàn toàn như vậy: các công trình đạt chứng chỉ công trình xanh được mua nhanh hơn với giá cao hơn. Ví dụ điển hình là hệ thống các công trình Adobe của Tập đoàn Phần mềm ở San Jose, California, nhận được 3 chứng chỉ LEED Bạch kim năm 2006, đã trở nên nổi tiếng và thu được khoản lợi nhuận lớn gấp gần 20 lần khoản đầu tư ban đầu.

Tại Mỹ có nhiều nghiên cứu về vấn đề này. Nghiên cứu của Gregory Kats năm 2003 tại California [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington. Covelo. London. 2008] dựa trên kinh phí xây dựng 33 công trình xanh cho kết quả là để đạt chứng chỉ LEED, chi phí dự án tăng trung bình 1,84%, để đạt chứng chỉ vàng, chi phí xây dựng cao hơn từ 1 đến 5%. Nhưng một nghiên cứu khác của Tập đoàn Quản lý Giá Quốc tế Davis Langdon, năm 2006, dựa trên 94 dự án xây dựng, lại thấy rằng không có bằng chứng nào nổi bật để kết luận rằng chi phí cho mỗi m² công trình xanh nhiều hơn một công trình truyền thống. Các nhà nghiên cứu nhận xét: “*Từ phân tích này chúng ta kết luận được rằng, nhiều dự án đạt được tiêu chí bền vững chỉ với kinh phí ban đầu hay chỉ cần thêm một khoản tiền hỗ trợ rất nhỏ ...*” [Nguồn: Jerry Yudelson. *The Green Building Revolution*. Island Press. Washington. Covelo. London. 2008].

Đồng thời, khi các công ty xây dựng, các nhà đầu tư thực hiện được nhiều công trình xanh thì uy tín của họ tăng lên, được cộng đồng tôn vinh, chính quyền trung ương hoặc địa phương tin tưởng khi giao phó thực hiện các dự án mới. Điều này hết sức quan trọng và tạo thuận lợi cho các nhà đầu tư trong các hoạt động lâu dài.

Tại Mỹ, tuy rằng công trình xanh đã phát triển mạnh mẽ và ở cấp độ cao nhất thế giới, nhưng cuộc điều tra 872 dự án năm 2006 cho thấy (theo Jerry Yudelson 2007):

- 57% chủ đầu tư cho rằng chi phí ban đầu cho các công trình xanh không dễ chịu chút nào;
- 56% cho rằng công trình xanh cần chi phí bổ sung là điều hiển nhiên;
- 52% cho rằng thị trường không sẵn sàng trả chi phí phụ thêm đó;
- 30% cho rằng thị trường chưa thích nghi với những công nghệ hay ý tưởng mới;

- Chỉ có 14% không coi thiết kế bền vững là rào cản thị trường.

2. Hoạt động của Hội đồng Công trình Xanh có vai trò then chốt trong sự nghiệp phát triển công trình xanh ở mỗi quốc gia

Tình hình diễn biến phát triển công trình xanh ở tất cả các nước trên thế giới trong thời gian qua đều chứng tỏ rằng hoạt động của Hội đồng Công trình Xanh có vai trò then chốt trong sự nghiệp phát triển công trình xanh ở mỗi quốc gia. Nước nào có Hội đồng Công trình Xanh hay các tổ chức tương tự được hình thành sớm và hoạt động mạnh mẽ thì trào lưu phát triển công trình xanh ở nước đó cũng hình thành sớm và hoạt động sôi nổi, mạnh mẽ. Bởi vì, như mọi người đã biết, trào lưu phát triển công trình xanh được ra đời từ sáng kiến của một nhóm chuyên gia xây dựng, kiến trúc và môi trường của Hoa Kỳ, họ đã tự đứng ra thành lập một tổ chức NGO để phát động phong trào xây dựng công trình xanh ở Mỹ và đặt tên cho tổ chức này là *Hội đồng Công trình Xanh của Hoa Kỳ*, Hội đồng này đã tự xây dựng và công bố “*Chi dẫn thiết kế môi trường và năng lượng - Đánh giá công trình xanh*” (*The Leadership in Energy and Environmental Design- Green Building Rating*, viết tắt là *LEED*). LEED thực tế đã trở thành bộ tiêu chí công trình xanh đầu tiên ở Mỹ cũng như trên thế giới, LEED đã trở thành căn cứ khoa học và thực tiễn để đánh giá và công nhận công trình xanh ở Mỹ. Việc thành lập Hội đồng Công trình Xanh của Hoa Kỳ đã lan tỏa sang các nước trên thế giới và đến nay đã trở thành cuộc cách mạng công trình xanh trên thế giới. Rất nhiều nước đã tham khảo LEED để xây dựng bộ tiêu chí công trình xanh của nước mình.

Như vậy, thực chất phát triển công trình xanh dựa trên nguyên tắc tự nguyện và đồng thuận của cộng đồng những người hoạt động trong các ngành xây dựng, kiến trúc và môi trường, nói riêng và cộng đồng dân cư, nói chung.

Tại phần lớn các nước trên thế giới đã có phong trào phát triển công trình xanh, ước lượng khoảng 90% số nước, các Hội đồng Công trình Xanh tự đứng ra điều hành và đánh giá cấp chứng chỉ công trình xanh, nhưng lại được sự đồng thuận cao của toàn xã hội và được chính quyền của các địa phương và chính phủ trung ương ủng hộ và tích cực hậu thuẫn. Tại nhiều nước châu Á và một vài nước ở châu Âu, chính phủ còn cử các đại diện của mình tham gia trực tiếp cùng với các Hội đồng Công trình Xanh để xây dựng bộ chỉ tiêu đánh giá công trình xanh và ở một số ít nước cơ quan chính quyền đã trực tiếp quản lý phát triển công trình xanh của nước mình, như là Singapore, Đài Loan, Trung Quốc ở châu Á.

Ở nước ta, khởi đầu cho các hoạt động phát triển công trình xanh là do Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC). VGBC là một tổ chức NGO, do một nhóm người Mỹ và Việt kiều ở Mỹ đứng ra thành lập, được Quỹ thành phố Xanh của Bang California tài trợ, được phép hoạt động ở Việt Nam từ năm 2007. Trong quá trình vận động thành lập VGBC và xin phép hoạt động ở Việt Nam, Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã giúp đỡ và hỗ trợ tích cực. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã cử 3 Phó chủ tịch của Hội sang tham gia VGBC, một người làm Chủ tịch Ủy ban (Board) của VGBC và hai người làm ủy viên Ủy ban của VGBC.

Năm 2011, Hội Kiến trúc sư Việt Nam đã thành lập Hội đồng Kiến trúc Xanh Việt Nam, Hội đồng này gồm 15 ủy viên, 14 chuyên gia trong 15 ủy viên này là kiến trúc sư. Năm 2011 Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam cũng thành lập Hội đồng Xây dựng Xanh Việt Nam (GBCVietnam), Hội đồng GBCVietnam gồm 21 ủy viên, bao gồm các chuyên gia đầu ngành về xây dựng, kiến trúc, môi trường nước, không khí, chiếu sáng, chất thải rắn, năng lượng và vật liệu xây dựng.

Một điều đáng suy nghĩ là trên thế giới mỗi một nước chỉ thành lập 1 Hội đồng Công trình Xanh, vậy ở nước ta có nên hợp nhất các Hội đồng nêu trên thành một Hội đồng công trình xanh duy nhất của Việt Nam không?

3. Vai trò của Chính phủ trong phát triển công trình xanh

Hoạt động phát triển công trình xanh dựa trên nguyên tắc tự nguyện và đồng thuận theo cơ chế kinh tế thị trường, ở phần lớn các nước trên thế giới do các tổ chức phi chính phủ (các Hội đồng công trình xanh) điều hành và đánh giá cấp chứng chỉ công trình xanh, nhưng lại được sự đồng thuận cao của toàn xã hội và được chính quyền các địa phương và Chính phủ trung ương ủng hộ. Tại nhiều nước châu Á và một vài nước ở châu Âu, Chính phủ còn cử các đại diện của mình tham gia cùng các Hội đồng công trình xanh để xây dựng hệ thống tiêu chí đánh giá công trình xanh và hỗ trợ hoạt động. Ví dụ, Viện nghiên cứu Kiến trúc và Xây dựng thuộc Bộ Nội vụ Đài Loan, Bộ Cảnh quan, Hạ tầng và Vận tải Nhật Bản, Bộ Khoa học và Công nghệ Trung quốc, đều tham gia xây dựng hệ thống chỉ tiêu đánh giá công trình xanh [Nguồn: Architecture & Building Research Institute Ministry of the Interior, Taiwan. Good to be Green - Green Building promotion policy in Taiwan. Taiwan, 2006].

Theo kinh nghiệm phát triển công trình xanh của Mỹ, sự ủng hộ của Chính phủ thể hiện:

(1) Nhà đầu tư xây dựng công trình xanh được ưu tiên vay vốn. Ví dụ, Bang Oregon cho mỗi công trình có diện tích 10.000 m² nhận chứng chỉ “LEED Bạch kim” được vay 2\$ / foot².

(2) *Giảm thuế thu nhập doanh nghiệp. Ví dụ:*

- Bộ luật thông qua năm 2005 của bang Nevada (USA) cho phép giảm thuế tới 50% trong 10 năm đối với công trình đạt chứng chỉ LEED Bạc. Luật bang Nevada (bổ sung năm 2007) đề nghị giảm thuế kinh doanh đối với các vật liệu xanh được sử dụng trong các công trình nhận chứng chỉ LEED Bạc trở lên.

- Chính sách năng lượng Liên bang (Mỹ) năm 2005 có điều mục khuyến khích giảm thuế cho việc sử dụng điện và nước nóng mặt trời trong nhà ở (xem bảng 1.14).

Bang Oregon còn hỗ trợ 35% kinh phí cho lắp đặt hệ thống năng lượng mặt trời.

Bảng 1.14. Chính sách năng lượng Liên bang (Mỹ) năm 2005

Phương pháp kỹ thuật	Thuế được giảm (Tax Credit)
Quang điện Voltalic	30%
Hệ thống năng lượng Mặt Trời	30%
Tuốc bin vi mô	10%
Tiết kiệm đối với hệ thống HVAC, chiếu sáng, lò sưởi bằng nước	50%
Công trình mới tiết kiệm >50% năng lượng	\$2000 cho các công trình mới đang xây dựng

(3) *Tặng giải thưởng:* Bản thân việc gắn chứng chỉ công trình xanh Bạch kim, Vàng, Bạc hay gắn “Sao xanh” đã là những phần thưởng giá trị, nâng cao uy tín thương hiệu của các chủ đầu tư, hay công ty xây dựng. Bên cạnh đó còn có những giải thưởng có giá trị, nhằm biểu dương các chủ đầu tư đã theo đuổi các công nghệ xây dựng xanh tốt nhất, khuyến khích người thiết kế và xây dựng vươn tới giá trị cao nhất. Ví dụ:

- Tổ chức Kresge của US GBC: tháng 2/2006 đã trao 64 giải thưởng với số tiền \$4.146.000 (trung bình ~ \$70.000/ giải thưởng).

- 42 tổ chức phi lợi nhuận đã trao tổng số tiền thưởng là \$7.200.000 (trung bình ~ \$171.000/ dự án).

(4) *Ưu tiên hoặc hỗ trợ cấp phép* cho các dự án cam kết xây dựng các công trình đạt chứng chỉ LEED Vàng hay Bạch kim. Ví dụ, San Fransico đưa ra một bản đánh giá cấp phép cho các dự án cam kết đạt chứng chỉ LEED Vàng và Bạch kim. Tương tự, ở Chicago chính quyền thành phố tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà quản lý dự án và ưu tiên đánh giá cấp phép cho các dự án có chứng chỉ cao trong vòng 15 ngày.

(5) *Đòi hỏi của chính quyền.* Ví dụ năm 2001, UB thành phố Seattle lần đầu tiên ở Mỹ ban hành chỉ thị yêu cầu các công trình công cộng mới với diện tích trên 500 m² phải đạt chứng chỉ LEED Bạc trở lên. Năm 2004, thành phố Vancouver, Colombia, yêu cầu các tòa nhà công cộng mới phải đạt chứng chỉ LEED Vàng.

Đặc biệt, kinh nghiệm phát triển công trình xanh tại Đài Loan rất đáng quan tâm: Năm 1999 hệ thống đánh giá công trình xanh bắt đầu khởi động, thì năm 2001 “*Chương trình đẩy mạnh công trình xanh*” được Chính phủ phê chuẩn. Năm 2002 phát triển công trình xanh trở thành “*Chính sách quốc gia*” và được xếp như là phần quan trọng của “*Thách thức 2008-Chương trình trọng đại phát triển quốc gia*” [Nguồn: Architecture & Buiding Research Institute Ministry of the Interior, Taiwan. Good to be Green - Green Building promotion policy in Taiwan. Taiwan, 2006]. Nhờ đó đã hình thành một bộ máy điều hành tập trung, có năng lực do Bộ Nội vụ trực tiếp lãnh đạo, nên chỉ trong 7 năm đã đạt được thành tựu to lớn như đã nói ở trên và được đánh giá là một trong 3 nước có hoạt động công trình xanh đứng đầu thế giới.

(6) *Các công trình đầu tư bằng ngân sách nhà nước đi tiên phong trong phát triển công trình xanh*

Một điều đáng chú ý là kinh nghiệm phát triển công trình xanh của nhiều nước trên thế giới cũng cho thấy sự tự giác tham gia vào phát triển công trình xanh của các nhà đầu tư xây dựng, đặc biệt là các nhà đầu tư tư nhân là rất quan trọng. Để gây lòng tin và thúc đẩy sự tham gia vào phát triển công trình xanh của các nhà đầu tư xây dựng tư nhân và cộng đồng thì Nhà nước phải đi tiên phong trong việc đầu tư xây dựng, phát triển công trình xanh, cụ thể là phải có quy định bắt buộc tất cả các công trình xây dựng mới hay cải tạo, nâng cấp bằng vốn đầu tư từ ngân sách của Nhà nước thì phải được thiết kế và xây dựng theo các tiêu chí công trình xanh, để làm gương cho mọi người noi theo.

4. Tăng cường nhận thức về công trình xanh

Vấn đề tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức xã hội về công trình xanh, để xã hội thừa nhận, ủng hộ là rất quan trọng. Đặc biệt phải làm cho các nhà quản lý, các nhà đầu tư tích cực hưởng ứng, các nhà thiết kế, nghiên cứu phải được khuyến khích tìm tòi, sáng tạo.

Công tác giáo dục, đào tạo phải làm cho mọi người thấy được công trình xanh là hoạt động đóng góp thiết thực để bảo tồn và khôi phục lại các hệ sinh thái bị thương tổn, bảo vệ môi trường, bảo tồn tài nguyên thiên nhiên,

giữ vững an ninh năng lượng, nâng cao chất lượng cuộc sống, bảo đảm sự phát triển bền vững cho các thế hệ hiện nay và cho các thế hệ mai sau của dân tộc. Và ý nghĩa to lớn hơn của công trình xanh là đóng góp cùng với toàn cầu để đẩy lùi biến đổi khí hậu. Chỉ khi có nhận thức đầy đủ, hoạt động công trình xanh mới trở thành một phong trào lớn mạnh, rộng khắp, trở thành cuộc cách mạng trong lĩnh vực xây dựng - kiến trúc.

Hoạt động phát triển công trình xanh phải được sự tham gia tích cực của toàn xã hội, sự liên kết hoạt động của những người thiết kế và xây dựng công trình - các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng và các chuyên gia trong các lĩnh vực khoa học, công nghệ về vật liệu, môi trường và năng lượng là hết sức quan trọng, có vai trò quyết định.

Việt Nam đã chậm sau phong trào công trình xanh thế giới khoảng 15 năm, sau các nước trong khu vực khoảng 10 năm. Việt Nam cần nhanh chóng phát triển mạnh công trình xanh trong các năm tới để hòa đồng với thế giới.

Chương II

PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM, THUẬN LỢI VÀ TRỞ NGẠI

Nếu coi năm thành lập Hội đồng Công trình Xanh của mỗi quốc gia là năm bắt đầu phát triển công trình xanh của nước đó thì phát triển công trình xanh ở nước ta chậm hơn khoảng 15 năm so với những nước đầu tiên phát triển công trình xanh trên thế giới (Hoa Kỳ, Anh quốc), và chậm hơn khoảng 10 năm so với các nước phát triển công trình xanh trung bình trên thế giới. Vì vậy để theo kịp trình độ phát triển công trình xanh trên thế giới, nước ta cần phải cố gắng nhiều hơn nữa.

Trong chương II này sẽ trình bày 5 vấn đề sau đây:

- Phát triển công trình xanh là xu hướng tất yếu và là sự lựa chọn thông minh của ngành xây dựng - kiến trúc nước ta;
- Sự khởi đầu của phát triển công trình xanh ở Việt Nam;
- Kiến trúc khí hậu nhiệt đới, kiến trúc truyền thống và kiến trúc xanh;
- Chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030;
- Thuận lợi và trở ngại trong phát triển công trình xanh ở Việt Nam

2.1. PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH LÀ XU HƯỚNG TẤT YẾU VÀ LÀ SỰ LỰA CHỌN THÔNG MINH CỦA NGÀNH XÂY DỰNG - KIẾN TRÚC VIỆT NAM

Ở nước ta trong 20 năm qua, thực hiện phát triển kinh tế gắn với BVMT, nhất là sau khi Định hướng Chiến lược Phát triển Bền vững (Chương trình Nghị sự 21) của Việt Nam được ban hành kèm theo Quyết định số 153/2004/QĐ-TTg, ngày 17/8/2004, của Thủ tướng Chính phủ, nước ta đã đạt được nhiều thành tựu đáng kể trong sự hài hòa ba lĩnh vực: phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường, trong đó có đóng góp đáng kể của ngành xây dựng. Tuy vậy, công cuộc thực hiện phát triển bền vững ở nước ta vẫn còn nhiều hạn chế, thách thức: môi trường ngày càng bị ô nhiễm, tài nguyên thiên nhiên ngày càng bị suy thoái, nguồn tài nguyên năng lượng ngày càng khan hiếm, tác động của BĐKH ngày càng hiện hữu, phát triển

kinh tế-xã hội của nước ta chưa bền vững. Trong giai đoạn hiện nay, nước ta đang từng bước, cùng với cộng đồng quốc tế quyết tâm vượt qua các thách thức, rào cản, hướng tới một xã hội cacbon thấp/tăng trưởng kinh tế xanh, phát triển bền vững.

Việt Nam là một trong những quốc gia đã cam kết với thế giới về thực hiện phát triển bền vững, chúng ta đã tích cực thực hiện những công việc nhằm tạo tiền đề cho quá trình phát triển bền vững. Phát triển bền vững (PTBV) của Việt Nam đã trở thành quan điểm chủ đạo và được khẳng định trong Nghị quyết Đại hội Đảng Cộng sản toàn quốc lần thứ X, lần thứ IX, trong Chiến lược Phát triển Kinh tế - Xã hội 10 năm 2011 - 2020 và trong Kế hoạch Phát triển Kinh tế - Xã hội 5 năm 2011 - 2015, là *“Phát triển mạnh, hiệu quả và bền vững, tăng trưởng kinh tế đi đôi với thực hiện tiến bộ, công bằng xã hội và bảo vệ môi trường”* và *“Phát triển kinh tế - xã hội gắn chặt với bảo vệ môi trường, bảo đảm sự hài hòa giữa môi trường nhân tạo với môi trường thiên nhiên, giữ gìn đa dạng sinh học”*. Chiến lược quốc gia về Bảo vệ môi trường trong thời gian 10 năm 2001 - 2010 và 2011 - 2020 đã được soạn thảo với sự tham gia rộng rãi của các tổ chức chính phủ, các đoàn thể xã hội và đại biểu các tầng lớp nhân dân. Kèm theo đó là hàng loạt văn bản pháp luật và các chương trình trọng điểm quốc gia trong tất cả các lĩnh vực then chốt về phát triển kinh tế, ổn định xã hội và bảo vệ môi trường.

Tuy nhiên, là một nước có nền kinh tế đang phát triển, sự phát triển của Việt Nam hiện nay vẫn còn dựa trên việc khai thác tài nguyên thiên nhiên nhằm tăng sản lượng theo chiều rộng, dựa trên mô hình sản xuất tiêu thụ nhiều năng lượng và nguyên vật liệu. Trong khi đó, dân số tăng nhanh, nạn đói nghèo, mức độ đáp ứng chưa đầy đủ đối với dịch vụ công cộng cơ bản như giáo dục và y tế, các tệ nạn xã hội gia tăng là những vấn đề xã hội cấp bách. Nhiều nguồn tài nguyên thiên nhiên bị khai thác cạn kiệt và sử dụng lãng phí. Môi trường thiên nhiên ở nhiều nơi bị ô nhiễm và suy thoái đến mức báo động.

Ngành xây dựng, đặc biệt là phát triển xây dựng đô thị, trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, có thể tiêu thụ tới 70% vật liệu tự nhiên và 40% năng lượng quốc gia, tiêu thụ khoảng 30% nguồn nước sạch phục vụ phát triển kinh tế xã hội, đồng thời gây ra ô nhiễm môi trường nước, môi trường không khí, môi trường đất và chất thải rắn..., sản sinh ra khoảng 30% khí nhà kính (đặc trưng là khí CO₂) gây ra BĐKH. Vì vậy, nếu ngành xây dựng không đi theo hướng phát triển công trình xanh thì sẽ ảnh hưởng rất lớn đến PTBV của quốc gia.

Ngày 3/9/2003 Chính phủ đã ban hành Nghị định số 102/2003/NĐ-CP về việc “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả”, trong đó đề cập đến vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các công trình xây dựng. Thực hiện Nghị định này, tháng 11/2005 Bộ Xây dựng đã ban hành Quy chuẩn xây dựng - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả (QCVN 09: 2005). Ngày 14/4/2006, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 79/2006/QĐ-CP về việc Phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Bộ Xây dựng được giao chủ trì thực hiện nội dung “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các toà nhà”. Ngày 03/12/2007 Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 60/2007/NQ-CP về Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Gần đây nhất, ngày 25/9/2012 Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược Quốc gia về Tăng trưởng Xanh, theo Quyết định số 1393/QĐ-TTg.

Các Nghị định, Quyết định nêu trên là rất quan trọng, tạo cơ sở pháp lý vững chắc cho việc phát triển công trình xây dựng tiết kiệm năng lượng - một tiêu chí quan trọng nhất của phát triển công trình xây dựng xanh ở nước ta.

Phát triển xây dựng công trình xanh, cũng là phát triển ngành xây dựng thích ứng với BĐKH, chính là sự cam kết thực hiện phát triển bền vững có hiệu quả nhất của ngành xây dựng đối với sự nghiệp PTBV của quốc gia.

Phát triển công trình xây dựng xanh đối với nước ta là một vấn đề mới, nhưng cũng không phải là vấn đề xa lạ đối với ngành xây dựng - kiến trúc của nước ta, bởi vì cách đây khoảng 50 năm giới chuyên môn xây dựng/kiến trúc của nước ta đã rất quan tâm đến phát triển ngành xây dựng - kiến trúc nước ta trở thành ngành xây dựng - kiến trúc đặc trưng của vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, như là bằng các biện pháp thiết kế kiến trúc và kết cấu bao che công trình (thường được gọi là các biện pháp “Thụ động”) sao cho tận dụng điều kiện thuận lợi và hạn chế tối đa các tác động tiêu cực của khí hậu thiên nhiên để tạo ra điều kiện vi khí hậu trong nhà tiện nghi, giảm thiểu sử dụng các thiết bị thông gió cơ khí, điều hòa không khí nhân tạo (thường được gọi là các biện pháp “Chủ động”). Tuy rằng các giải pháp “Thụ động” truyền thống của nước ta chủ yếu được ứng dụng trong các công trình thấp tầng.

Kết quả nổi bật nhất của thực hiện Chương trình phát triển Công trình Xanh của nhiều nước trên thế giới cho thấy lợi ích to lớn của phát triển công trình xanh mang lại là:

1. Tiết kiệm 30% - 50% tài nguyên nước và năng lượng nhân tạo, nhờ đó giảm lượng phát thải khí nhà kính (CO₂) tương ứng;

2. Giảm chi phí vận hành và bảo dưỡng khoảng 10 - 15%, đặc biệt là chi phí vận hành năng lượng;
3. Năng suất lao động của những người sử dụng trong công trình tăng 3% - 5%;
4. Nguy cơ bệnh tật giảm > 5% và nâng cao sức khỏe người sử dụng;
5. Giá trị công trình tăng, thương hiệu và uy tín của công ty thiết kế xây dựng công trình tăng, làm thay đổi thị trường bất động sản theo chiều hướng tích cực;
6. Công trình xanh chính là cam kết bảo đảm phát triển bền vững của ngành xây dựng - kiến trúc.

Theo số liệu điều tra khảo sát của IFC (International Finance Coporation - WB Group) và Bộ Xây dựng, năm 2012, thì chỉ tiêu tiêu thụ năng lượng điện thực tế của các công trình xây dựng ở thành phố Hà Nội là 185 kWh/m²/năm, của thành phố Đà Nẵng là 141 kWh/m²/năm, của thành phố Hồ Chí Minh là 245kWh/m²/năm, trung bình là 186,1 kWh/m²/năm.

Theo số liệu cho trong Báo cáo về Chương trình phát triển nhà ở của Sở Xây dựng Hà Nội năm 2013 thì tổng diện tích nhà ở tính theo m² sàn của Hà Nội năm 2011 là 146.723.447 m² sàn. Vậy tổng tiêu thụ năng lượng điện tính riêng của nhà ở tại Hà nội năm 2011 là 185 kWh/m²/năm × 146.723.447 m² sàn = 27144 triệu kWh/năm. Nếu tất cả các công trình nhà ở này đều đạt các tiêu chí là công trình xanh, tức là có thể tiết kiệm được 30% năng lượng tiêu thụ, thì mỗi năm trong lĩnh vực nhà ở của Hà Nội đã tiết kiệm được 8143 triệu kWh/năm.

Do phát triển công trình xanh mang lại lợi ích to lớn về kinh tế - xã hội và môi trường và đóng góp quan trọng vào sự nghiệp PTBV quốc gia như vậy, cho nên phát triển công trình xanh ở nước ta là yêu cầu bức thiết hiện nay, là xu hướng tất yếu và là sự lựa chọn thông minh của ngành xây dựng - kiến trúc nước ta.

2.2. SỰ KHỞI ĐẦU PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM

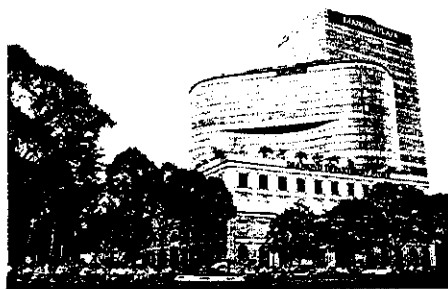
2.2.1. Bộ Xây dựng và phát triển công trình xanh ở nước ta

Ngày 3/9/2003 Chính phủ đã ban hành Nghị định 102/2003/NĐ-CP về việc “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả”, trong đó đề cập vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các công trình xây dựng. Hướng ứng thực hiện Nghị định này, Bộ Xây dựng với sự hỗ trợ của một nhóm Tư vấn Quốc tế Derenger (Hoa Kỳ) đã biên soạn và ban hành QCXDVN 09: 2005/BXD, Quy chuẩn xây dựng - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả được ban hành tháng 11/2005. Hiện nay

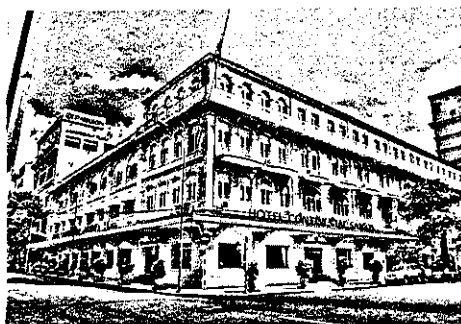
QCXDVN 09: 2005 đã được Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam, với sự hỗ trợ của IFC (Nhóm Hợp tác Tài chính Quốc tế của WB), tiến hành rà soát chỉnh sửa theo nhiệm vụ do Bộ Xây dựng giao cho để trở thành QCVN 09: 2013/BXD. Đây là văn bản pháp quy kỹ thuật quy định các yêu cầu kỹ thuật bắt buộc phải tuân thủ khi thiết kế và sử dụng các thiết bị trong nhà, như là thiết bị chiếu sáng, điều hoà không khí, thiết bị đun nước nóng hoặc các thiết bị khác sử dụng nhiều năng lượng trong các công trình thương mại, trụ sở cơ quan hành chính Nhà nước, nhà ở cao tầng, khách sạn... QCXDVN 09 là điều kiện tiên quyết và tối thiểu để một công trình xây dựng được công nhận là công trình xanh ở Việt Nam. Sử dụng năng lượng có hiệu quả cũng là một tiêu chí quan trọng nhất trong bộ tiêu chí công trình xanh.

Ngày 14/4/2006, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 79/2006/QĐ-CP về việc Phê duyệt chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Bộ Xây dựng được giao chủ trì thực hiện nội dung “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong toà nhà”.

Từ năm 2005 ASEAN đã tổ chức cuộc thi hàng năm về “Công trình sử dụng năng lượng có hiệu quả”. Những tòa nhà đoạt giải sẽ được tham gia dự thi và quảng bá hình ảnh trong khối ASEAN qua thương hiệu “Green Building” (Tòa nhà xanh). Năm 2006, khách sạn Continental, thành phố Hồ Chí Minh (hình 2.2), đoạt giải; Năm 2007 là tòa nhà Diamond Plaza (hình 2.1), thành phố Hồ Chí Minh, đoạt giải. Theo kết quả kiểm toán của Trung Tâm Tiết Kiệm Năng Lượng thành phố Hồ Chí Minh (ECC - Hồ Chí Minh) tháng 02/2008, khách sạn Continental tiết kiệm đến gần một tỷ đồng mỗi năm trên khoản chi trả hơn 2 tỷ đồng cho chi phí năng lượng (trong đó chi phí cho hệ thống máy điều hòa không khí, hệ thống chiếu sáng và bình nước nóng sinh hoạt là cao nhất, chiếm khoảng 89% tổng chi phí năng lượng trong toàn hệ thống của tòa nhà).



*Hình 2.1. Tòa nhà Diamond Plaza,
Tp Hồ Chí Minh*



*Hình 2.2. Khách sạn Continental,
Tp Hồ Chí Minh*

Để khuyến khích và thúc đẩy phát triển phong trào “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong toà nhà”, năm 2012 Bộ Xây dựng đã tổ chức cuộc thi “Công trình kiến trúc tiết kiệm năng lượng”. Đây là cuộc thi được tổ chức lần đầu tiên ở nước ta đối với các công trình kiến trúc lớn với diện tích sàn từ 2.500m² trở lên. Năm tiêu chí được đánh giá theo thang điểm chấm giải thưởng là: (1) Giải pháp thiết kế liên quan đến bảo vệ môi trường, (2) Giải pháp thiết kế kiến trúc có hiệu quả và tiết kiệm năng lượng, (3) Giải pháp thiết kế kỹ thuật có hiệu quả và tiết kiệm năng lượng, (4) Điều kiện tiện nghi vi khí hậu và mức độ hài lòng của người sử dụng, (5) Sự thích ứng và khả năng phát triển. Mười công trình kiến trúc hiệu quả năng lượng đã được Ban Tổ chức cuộc thi trao giải thưởng tại Bộ Xây dựng ngày 28/3/2013.

Dưới đây là danh sách 10 công trình đã đoạt giải “Công trình kiến trúc tiết kiệm năng lượng” năm 2012 của Bộ Xây dựng (bảng 2.1).

Bảng 2.1. Các tòa nhà đoạt giải “Công trình kiến trúc tiết kiệm năng lượng” năm 2012

TT	Tên tòa nhà	Địa chỉ	Giải
1	Anantara Resort & Spa (L' Anmien cũ)	12A Nguyễn Đình Chiểu, phường Hàm Tiên, TP Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận	Nhất
2	Khu nghỉ mát Six Senses Hideaway Ninh Van Bay	Văn Đăng, Vĩnh Lương, TP. Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa	Nhi
3	Panarus Resort	Khu phố 5, Mũi Né, TP Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận	Nhi
4	Vinpearl Resort Nha Trang	Đảo Hòn Tre, Vĩnh Nguyên, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa	Ba
5	Khu nghỉ mát Ana Mandara	86 Trần Phú, phường Lộc Thọ, TP. Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa	Ba
6	Khách sạn Sunrise	12-14 Trần Phú, phường Hương Xuân, TP. Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa	Ba
7	Hòn Trẹm Resort & Spa	1 Lý Tự Trọng, phường Vĩnh Thanh Vân, TP Rạch Giá, tỉnh Kiên Giang	Tòa nhà có giải pháp thiết kế thân thiện môi trường
8	Khách sạn Victoria Cần Thơ	Khu du lịch Cái Khế, quận Ninh Kiều, TP Cần Thơ	Tòa nhà có giải pháp thiết kế hiệu quả năng lượng
9	Tòa nhà Vincom TP Hồ Chí Minh	72 Lê Thánh Tôn & 47 Lý Tự Trọng, phường Bến Nghé, quận 1, TP Hồ Chí Minh	Tòa nhà có giải pháp thiết kế hiệu quả năng lượng
10	Trường Cao Đẳng Công nghệ Thủ Đức	53 Võ Văn Ngân, phường Linh Chiểu, quận Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh	Tòa nhà có giải pháp thiết kế hiệu quả năng lượng



Bộ Xây dựng cũng đã giao cho Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam thực hiện Đề tài nghiên cứu xây dựng Chiến lược Quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 và Đề tài nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí đánh giá và công nhận công trình xanh của Việt Nam.

2.2.2. Hoạt động của Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) - Sự lan tỏa của trào lưu phát triển công trình xanh từ Hoa Kỳ vào Việt Nam

Vào năm 2005 một chuyên gia người Mỹ tên là Jalel Sager đã đến Việt Nam gặp gỡ Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam, trường Đại học Xây dựng và trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, đề xuất hỗ trợ thành lập Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) ở nước ta. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã tích cực giúp đỡ ông Jalel Sager trong việc xin phép cho VGBC chính thức hoạt động ở Việt Nam, đồng thời đã cử 3 chuyên gia của Hội sang tham gia vào VGBC, cụ thể là GS.TS Nguyễn Hữu Dũng làm Chủ tịch Ủy ban (Board) của VGBC, PGS.TS Phạm Đức Nguyên và PGS.TS Nguyễn Việt Anh làm ủy viên Ủy ban của VGBC từ ngày thành lập đến nay. Đến năm 2007 VGBC chính thức được phép hoạt động với sự điều hành của Giám đốc Yannick Millet, là một kỹ sư xây dựng người Pháp. Như vậy thực chất, hoạt động phát triển công trình xanh ở nước ta là do Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) khởi xướng. VGBC do một nhóm người Mỹ và Việt kiều ở Mỹ đứng ra thành lập, được Quỹ thành phố Xanh của Bang California tài trợ, như vậy VGBC thực chất là một tổ chức NGO của người nước ngoài được phép hoạt động ở Việt Nam. Từ năm 2007 đến nay VGBC đã hoạt động rất tích cực. Sau khi nghiên cứu, phân tích, tham khảo các bộ tiêu chí công trình xanh của một số nước, như là LEED (Hoa Kỳ), GBI (Malaysia), Green Star (Úc), cùng với việc cân nhắc đến điều kiện cụ thể của Việt Nam, VGBC đã xây dựng được bộ tiêu chí LOTUS (bộ công cụ) đánh giá và công nhận công trình xanh. Bảng 2.2 giới thiệu tóm tắt các chỉ tiêu và điểm số công trình xanh LOTUS đối với công trình phi nhà ở (2011). VGBC đã công bố 3 tài liệu hướng dẫn kỹ thuật sử dụng công cụ LOTUS: đối với nhà ở, đối với phi nhà ở và đối với công trình hiện hữu. VGBC đã tổ chức nhiều lớp tập huấn về công trình xanh, cho đến nay đã đào tạo được 71 chuyên gia tư vấn LOTUS. Có thể đánh giá VGBC là tổ chức có công đầu tiên truyền bá phát triển công trình xanh ở nước ta. Tuy vậy, là một tổ chức NGO của người nước ngoài hoạt động ở Việt Nam, nên có một số tiêu chí công trình xanh, quy trình và thủ tục đánh giá, cấp chứng chỉ công trình xanh chưa hoàn toàn phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Cho đến nay chỉ có một số ít dự án đầu tư có yếu tố nước ngoài đã đăng ký chứng chỉ LOTUS.

Bảng 2.2. Điểm cho từng tiêu chí công trình xanh của LOTUS đối với công trình phi nhà ở (2011)

TT	Tiêu chí	Tỷ lệ điểm (%)	Số điểm cao nhất
1	Năng lượng	23	34
2	Nước	10	15
3	Vật liệu	13	20
4	Sinh thái	9	13
5	Chất thải và ô nhiễm	9	13
6	Sức khỏe và tiện nghi	13	20
7	Thích ứng và giảm nhẹ BĐKH	8	12
8	Cộng đồng	7	10
9	Quản lý	8	12
	Tổng cộng =	100	150
10	Cộng thêm điểm thưởng sáng kiến		150 + 8 = 158

Các công trình đạt từ 60 điểm trở lên, tức là đạt 40% tổng số điểm (150 điểm) thì mới được cấp chứng chỉ và xếp hạng, cụ thể là:

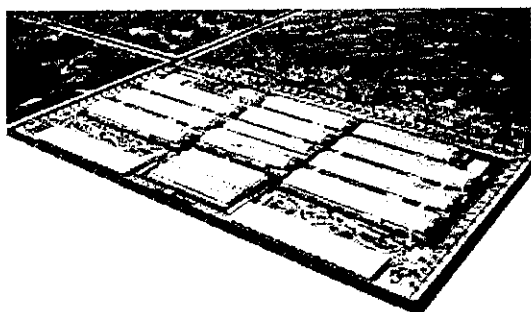
- Công trình đạt 0 - 59 điểm: Không được cấp Chứng chỉ LOTUS;
- Công trình đạt 60 - 82 điểm: Được cấp Chứng chỉ LOTUS;
- Công trình đạt 83 - 105 điểm: Được cấp Chứng chỉ LOTUS Bạc;
- Công trình đạt 106 - 150 điểm: Được cấp Chứng chỉ LOTUS Vàng.

Chứng chỉ LOTUS được phân thành 2 loại: Chứng chỉ LOTUS tạm thời và Chứng chỉ LOTUS chính thức. Chứng chỉ LOTUS tạm thời là chứng chỉ cấp cho công trình đã hoàn thành giai đoạn thiết kế khả thi; và chứng chỉ LOTUS chính thức là chứng chỉ cấp cho công trình đã hoàn thành giai đoạn thi công xây dựng và đã đưa vào vận hành sử dụng ít nhất là 18 tháng.

Cho đến nay VGBC đã tiến hành đánh giá và cấp chứng chỉ LOTUS cho 2 công trình, đó là Nhà máy Việt Nam Mộc Bài, Tây Ninh (hình 2.3) và Dự án tòa nhà Xanh One - Liên Hợp Quốc, Hà Nội (hình 2.4). Nhà máy Việt Nam Mộc Bài, Tây Ninh, là một dự án cải tạo Trung tâm Thương mại miễn thuế Mộc Bài thành công trình Văn phòng Dịch vụ cho Cty CP Việt Nam Mộc Bài, có đặc điểm xanh là sử dụng lại 95% cấu trúc cũ, xử lý nước thải để tưới cây và rửa sân bãi, sử dụng thiết bị vệ sinh hiệu quả, mái nhà cách nhiệt tốt và mặt ngoài nhà sơn bằng vật liệu phản xạ bức xạ mặt trời tốt. Tòa nhà One - Liên Hiệp Quốc là nhà 6 tầng, tổng diện tích sàn là 7.500m², với

ý đồ thiết kế và xây dựng theo tiêu chí công trình xanh để làm mẫu mực cho công trình phát triển bền vững ở Việt Nam. VGBC sẽ tiếp tục xét các công trình sau: nhà máy Gyproc, Hải Phòng; khu mua sắm Big C Green Square, Bình Dương; nhà trẻ Pou Chen, Biên Hòa; tòa tháp VietinBank, Hà Nội. Các chuyên gia của Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã trực tiếp giúp cho VGBC trong việc đánh giá cho điểm các công trình đăng ký để cấp chứng chỉ LOTUS cho các công trình trên.

 VIETNAM MOCBAI JSC



Hình 2.3. Nhà máy Việt Nam Mộc Bài.

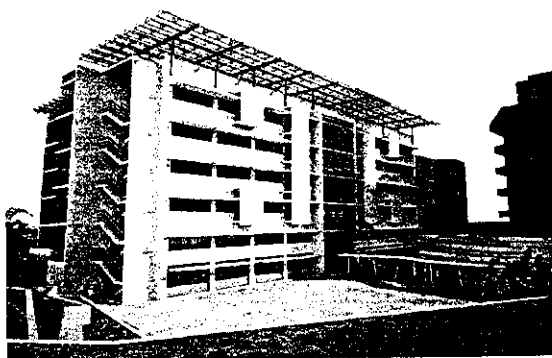
+ Địa chỉ xây dựng: Khu thương mại Hiệp Thành - Mộc Bài, quận Bến Cầu, Tây Ninh

+ Năm hoàn thành: Tháng 3-2010

+ Chủ sở hữu: Công ty cổ phần Việt Nam - Mộc Bài

+ Tư vấn LOTUS cho dự án: Green Consult Asia

+ Giai đoạn hiện tại: Nhà Văn phòng đã được chứng nhận tháng 9/ 2012. Nhà Máy đã được chứng nhận tháng 1/2013



Hình 2.4. Dự án tòa nhà Xanh One - Liên Hợp Quốc

+ Địa chỉ xây dựng : 304 Phố Kim Mã (Khu ngoại giao đoàn 2E Vạn Phúc), quận Ba Đình, Hà Nội.

+ Dự kiến hoàn thành: Tháng 12, 2012 (Nhưng đến nay vẫn chưa hoàn thành)

+ Chủ sở hữu: UN - Việt Nam.

+ Tư vấn LOTUS cho dự án: Green Consult Asia.

+ Giai đoạn hiện tại: Đang trong quá trình đánh giá đối với giai đoạn thiết kế.

Một số công trình ở nước ta được USGBC cấp chứng chỉ LEED:

Tuy vậy, sự lan tỏa của trào lưu phát triển công trình xanh từ Hoa Kỳ vào Việt Nam không chỉ do sự đóng góp của VGBC, mà còn chính do Hội đồng Công trình Xanh Hoa Kỳ (USGBC) trực tiếp tiến hành xét công nhận Công trình Xanh ở Việt Nam. Khi chúng tôi tham gia Hội đồng xét Giải thưởng

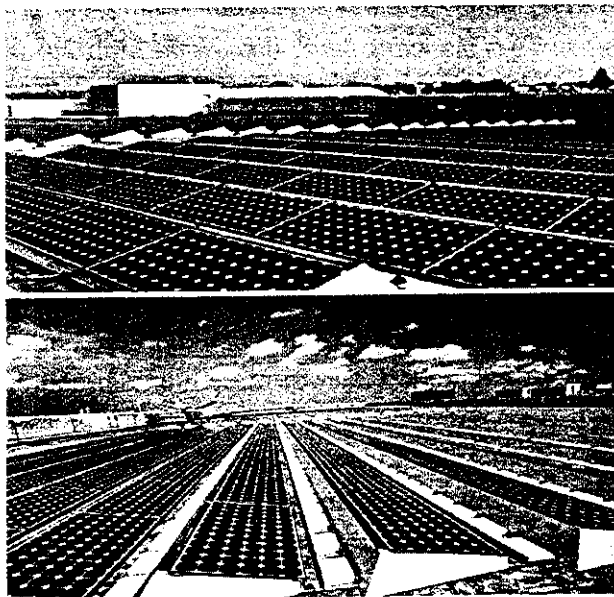
Môi trường năm 2013 của Bộ TN&MT đã phát hiện 2 công trình ở miền Nam nước ta đã được USGBC cấp chứng chỉ LEED Vàng vào cuối năm 2012. Đó là Trụ sở Công ty TNHH Intel Products Việt Nam, hình 2.5 (ở TP Hồ Chí Minh) và trụ sở Công ty TNHH Chang Shin Việt Nam, hình 2.6 (ở tỉnh Đồng Nai). Dưới đây giới thiệu một số đặc trưng mô hình công trình xanh của 2 công trình nói trên để chúng ta học tập và nhân rộng mô hình.

Công ty TNHH Intel Products Việt Nam được xây dựng tại lô 12, đường D1, khu công nghệ cao, quận 9, TP Hồ Chí Minh, được đầu tư xây dựng từ tháng 3/2006 đến tháng 6/2010. Vốn đầu tư: 1 tỷ US đôla. Sản phẩm sản xuất của công ty là lắp ráp và kiểm định vi mạch điện tử, có hơn 1000 nhân viên làm việc. Đầu năm 2012 đã thực hiện một số dự án tiết kiệm điện nước với tổng tiền đầu tư khoảng 1,9 tỷ đồng để lắp đặt vòi nước hiện đại có gắn cảm ứng đóng mở tự động tiết kiệm nước, dùng nước tái sử dụng để tưới cây cỏ, dùng làm nước vệ sinh. Lắp đặt hệ thống điều chỉnh hiệu suất năng lượng và tăng nhiệt độ làm lạnh máy lạnh trung tâm từ 5,6 đến 6,1^oC để tiết kiệm điện. Lắp đặt hệ thống Pin năng lượng mặt trời cho khối văn phòng của Công ty (hình 2.5). Đây là hệ thống Pin mặt trời do Trung tâm Công nghệ Bán dẫn Việt Nam (Global Equipment Services & Manufacturing Inc. tại TP Hồ Chí Minh) thiết kế và lắp đặt. Năm 2012 Công ty đã tiết kiệm được 2.158.535 KWh điện và 63.399 m³ nước, tính ra tiền tệ thu lợi được hơn 1,3 tỷ đồng. Đối với CTR thông thường và chất thải nguy hại, Công ty đã thực hiện chương trình 3R, phân loại tại nguồn, tái chế, tái sử dụng và thải bỏ đúng quy định BVMT, từ tháng 3/2012 toàn bộ nhân viên của Công ty không dùng túi nylon khó phân hủy, trước đây mỗi tháng trong Công ty thường dùng hết khoảng 800kg túi nylon thông thường, từ tháng 3/2013 đã được thay thế toàn bộ bằng túi nylon thân thiện môi trường. Công ty luôn luôn bảo đảm chất lượng môi trường nước, chất lượng không khí, và tiếng ồn của Công ty đáp ứng yêu cầu của quy chuẩn môi trường Việt Nam (QCMTVN). Chính sách của Công ty đối với thu mua nguyên vật liệu là thân thiện với môi trường: nguyên liệu tiêu thụ của Công ty thường xuyên chứa ít nhất là 10% nguyên vật liệu được tái chế sau sử dụng, 50% là nguyên vật liệu từ nguồn tài nguyên có thể tái sinh.

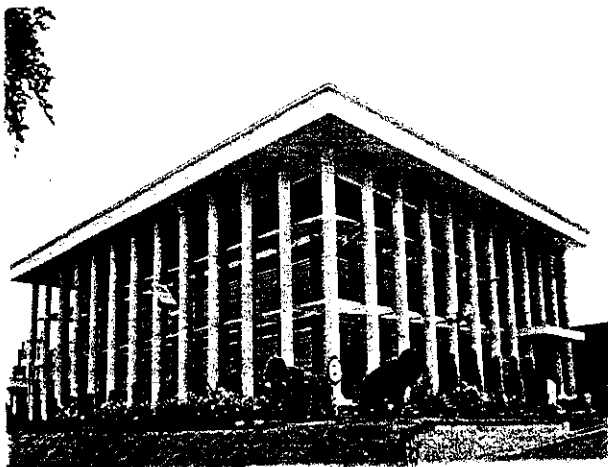
Công ty TNHH Intel Products Việt Nam và công ty TNHH Chang Shin Việt Nam đều là công ty được đầu tư bằng 100% vốn của người nước ngoài.

Như vậy, có thể đánh giá rằng phát triển công trình xanh ở nước ta đang trong giai đoạn tích cực khởi động và hứa hẹn tương lai sẽ phát triển mạnh

vì điều kiện thiên nhiên của nước ta thuận lợi cho phát triển công trình xanh và mặt khác, đi sau nên học tập được nhiều kinh nghiệm của thế giới.



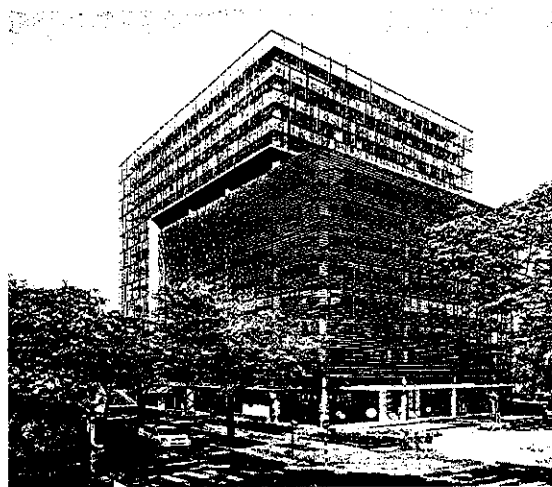
Hình 2.5. Hệ thống pin năng lượng mặt trời lớn nhất ở Việt Nam của Công ty TNHH Intel Products Việt Nam, TP Hồ Chí Minh phát điện 321.000KWh, giảm phát thải 221.300 kg lượng khí CO₂ mỗi năm.
(Trụ sở của Công ty đã được USGBC cấp Chứng chỉ LEED Vàng năm 2012)



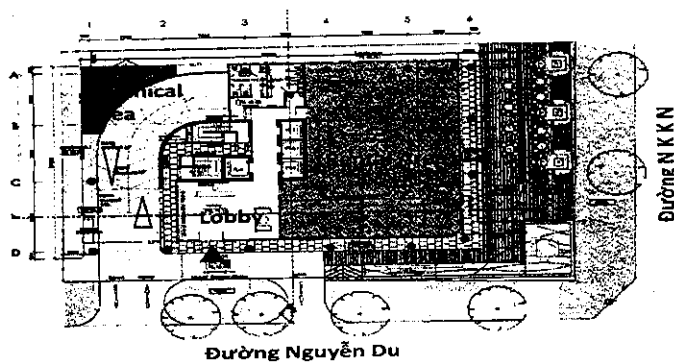
Hình 2.6. Nhà hành chính của Công ty TNHH Chang Shin Việt Nam ở tỉnh Đồng Nai (Trụ sở của Công ty đã được USGBC cấp Chứng chỉ LEED Vàng năm 2012)

Công trình President Palace (hình 2.7) tại trung tâm TP Hồ Chí Minh được USGBC cấp chứng nhận LEED Vàng năm 2013 (Nguồn: Trung Hà; Tòa nhà văn phòng đạt chứng nhận xanh đầu tiên tại trung tâm TP Hồ Chí Minh. Tạp chí “Xây dựng” tháng 7 năm 2013). Nằm đối diện với Dinh Thống Nhất qua ngã tư đường Nguyễn Du và Nam Kỳ Khởi Nghĩa, President Palace là tòa nhà văn phòng cho thuê gồm 3 tầng hầm để xe và

12 tầng nổi bên trên mặt đất. Tổng diện tích NET cho thuê khoảng 9.000m² - chiếm 60% diện tích sàn (15.000 m²). Tầng điển hình (hình 2.8) của nhà được thiết kế khéo léo để diện tích phần lõi - là diện tích không thể cho thuê - chỉ chiếm 15% diện tích sàn, nằm vào giữa mặt bằng nhà, để ưu tiên phần diện tích cho thuê tiếp xúc với 4 mặt tiền của nhà nhằm tận dụng ánh sáng tự nhiên cho khu vực văn phòng. Phần vỏ bao che được thiết kế kết hợp các tấm nhôm chắn nắng và các tấm nhôm đục lỗ sơn màu đỏ tạo ấn tượng mạnh mẽ. Với lớp vỏ chắn nắng này kết hợp với kính cửa sổ LOW-E (loại kính có lớp cách nhiệt hiệu quả) giúp tiết kiệm được 12% năng lượng điện tiêu thụ của hệ thống điều hòa không khí trong tòa nhà. Tại tầng hầm có bố trí chỗ để xe đạp thuận lợi để khuyến khích mọi người sử dụng xe đạp đến làm việc. Tại khu vệ sinh, các thiết bị được chọn lọc là loại tiêu thụ nước ít nhất giúp tiết kiệm khoảng 20% lượng nước tiêu thụ so với thiết bị vệ sinh thông thường. Phần sân thượng của công trình được sử dụng các vật liệu phản xạ ánh sáng tốt kết hợp với trồng cây xanh, sân cỏ trên mái để hạn chế hấp thụ nhiệt bức xạ mặt trời, giảm tiêu thụ năng lượng làm mát công trình. Chủ tòa nhà khuyến khích người thuê phòng sử dụng các thiết bị tiết kiệm năng lượng, như đèn LED, đèn compact ..., sử dụng vật liệu nội thất thân thiện môi trường như thảm tái chế, sơn phát thải VOC thấp, và các vật liệu không gây ra độc hại môi trường trong nhà. Nói chung các giải pháp thiết kế - xây dựng công trình này đã được lựa chọn cẩn thận để đạt được các tiêu chí công trình xanh LEED. Tổng kinh phí đầu tư cho công trình không vượt quá 5% so với công trình bình thường.

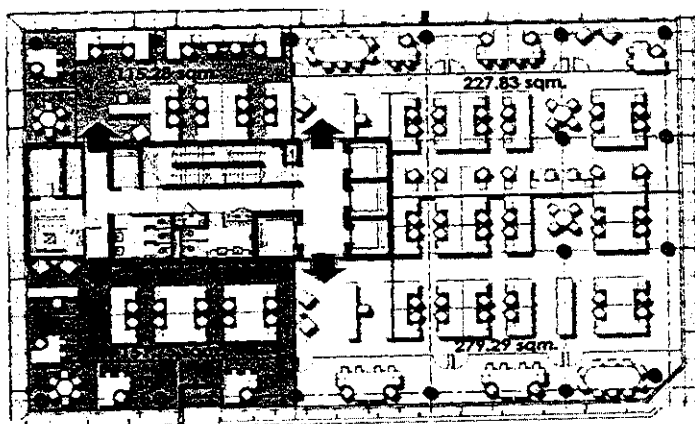


Hình 2.7. Phối cảnh công trình President Palace (Trung tâm TP Hồ Chí Minh)



Diện tích đất: 1.316m²
 Số tầng: 13 level+3B
 DT chiếm đất: 912m²
 Mật độ xây dựng: 70%
 Tổng DT sàn: 14.846m²
 Hệ số sử dụng đất: 8,5
 Tổng DT cho thuê: 9.125m²
 Tỷ lệ DT thuê/DT sàn: 61%

Hình 2.8a. Mặt bằng tầng trệt của President Palace



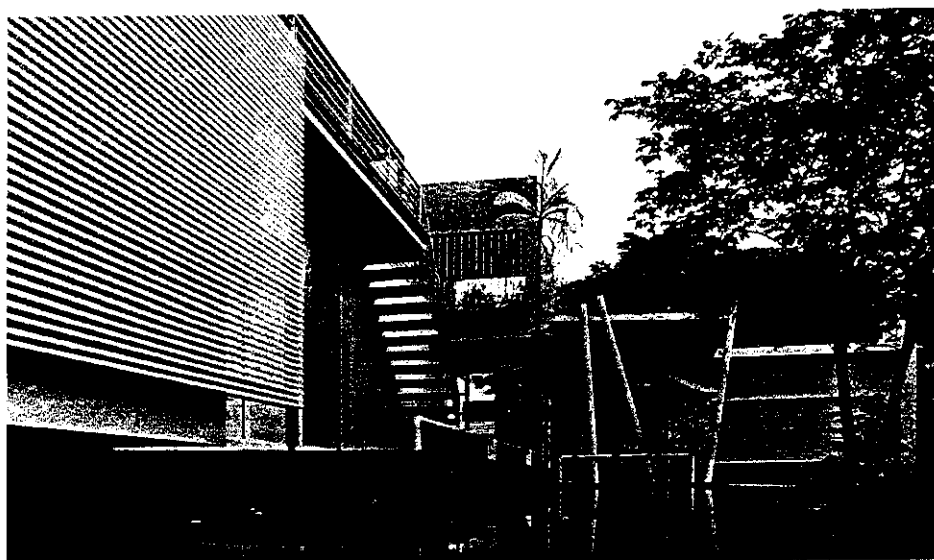
Tổng DT sàn: 912m²
 DT lõi kỹ thuật: 138m²
 Tổng DT cho thuê: 9.125m²
 Tỷ lệ lõi/tổng DT: 15%

Hình 2.8b. Mặt bằng tầng điển hình của President Palace

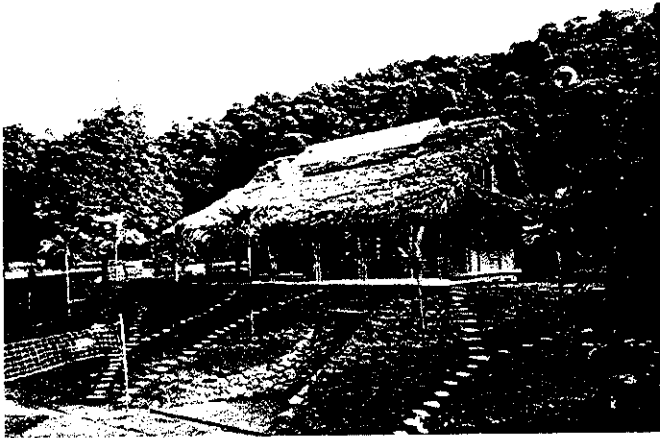
2.2.3. Hội Kiến trúc sư Việt Nam và phát triển công trình xanh

Hội Kiến trúc sư Việt Nam rất quan tâm đến việc phát triển kiến trúc xanh của Việt Nam. Tháng 4 năm 2011, Hội Kiến trúc sư Việt Nam đã thành lập Hội đồng Kiến trúc Xanh Việt Nam, Hội đồng này gồm 15 ủy viên: 14 chuyên gia là kiến trúc sư và 1 chuyên gia về vật lý kiến trúc. Thực hiện tuyên ngôn “Kiến trúc Xanh Việt Nam”, năm 2011 Hội Kiến trúc sư Việt Nam đã phát động cuộc tuyển chọn và công nhận những công trình kiến trúc xanh Việt Nam năm 2012. Tuyển chọn và công nhận công trình kiến trúc xanh Việt Nam dựa trên 5 tiêu chí sau: (i) Địa điểm xây dựng bền vững, (ii) Môi trường bền vững, có chất lượng, (iii) Sử dụng tài nguyên, năng lượng có hiệu quả, (iv) Hòa nhập môi trường nhân văn, (v) Kiến trúc hiện đại có bản sắc.

Năm 2012 Hội Kiến trúc Sư Việt Nam đã tuyển chọn và công nhận 11 công trình kiến trúc là “Công trình Kiến trúc Xanh Việt Nam năm 2012”, đã trao tặng “Bằng chứng nhận Công trình Kiến trúc Xanh” và cúp “Kiến trúc Xanh Việt Nam”. Đó là các công trình: M. House Thiên An - TP Huế (hình 2.9); Bamboo Wing, khu nghỉ dưỡng Flamingo Đại Lải - Vĩnh Phúc; nhà Cộng đồng thôn Suối Rè, Lương Sơn - Hòa Bình (hình 2.10); trường PTCS Phan Chu Trinh Dĩ An - Bình Dương (hình 2.11); Lam Café Nguyễn Thị Minh Khai - Nha Trang; ECOPARK - khu đô thị sinh thái Văn Giang - Hưng Yên (hình 2.12); khu nghỉ mát An Mandara Villas Dalat (Resort & Spa); khu Lê Lai - TP Đà Lạt (hình 2.13); khu khách sạn du lịch Eo Xoài - Phú Quốc (Mango Bay Resort) - Phú Quốc; khu nhà ở thấp tầng (NO-05B) - Palm Garden, khu đô thị mới Việt Hưng - Hà Nội; khu đô thị sinh thái Vincom (Vincom Village), khu đô thị Việt Hưng, quận Long Biên - Hà Nội; khu nghỉ dưỡng Suối Khoáng Nóng (I-Resort), xã Vĩnh Ngọc - Nha Trang. Đây là lần đầu tiên tuyển chọn công trình kiến trúc xanh ở nước ta nên việc xem xét đánh giá còn mang tính định tính, chủ yếu là về các ý tưởng, giải pháp tạo khả năng đạt tới hiệu quả kiến trúc xanh, chưa thể tiến hành tính toán, đánh giá, cho điểm một cách định lượng, cụ thể về hiệu quả năng lượng, hiệu quả tài nguyên và môi trường của công trình.

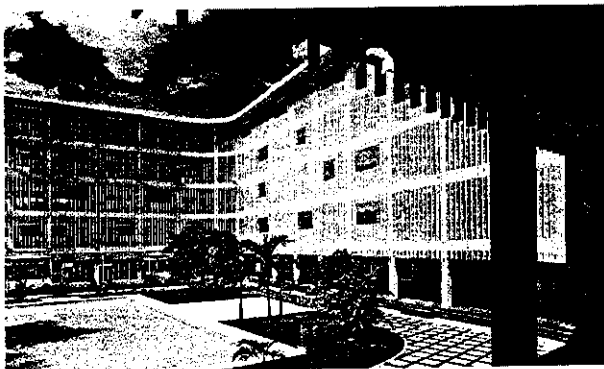


*Hình 2.9. Nhà M House tại Thiên An, TP Huế. Thời gian xây dựng 2007-2008.
Chủ đầu tư và tác giả thiết kế: KTS Nguyễn Xuân Minh*



- + Hoàn thành xây dựng: năm 2010
- + Tác giả thiết kế:
KTS Hoàng Thúc Hào,
KTS Nguyễn Duy Thanh.

Hình 2.10. Nhà cộng đồng thôn Suối Rè, Lương Sơn, tỉnh Hòa Bình.



- + Hoàn thành xây dựng: năm 2011.
- + Diện tích sàn: 6.564 m².
- + Chủ đầu tư: Đặng thị Ngọc Bích.
- + Tác giả thiết kế:
KTS Võ Trọng Nghĩa.

Hình 2.11. Trường PTCS Phan Chu Trinh, Dĩ An (5 tầng) tại Đồng Tân, Thị trấn Dĩ An, tỉnh Bình Dương.



- + Chủ đầu tư: Công ty CP Đầu tư và Phát triển Đô thị Việt Hưng.
- + Tư vấn thiết kế chính: Công ty Tư vấn CPG của Singapore.
- + Tư vấn phụ: Công ty Tư vấn Xây dựng Dân dụng Việt Nam.

Hình 2.12. Khu đô thị sinh thái Ecopart (nhìn từ phía công vào) tại huyện Văn Giang, tỉnh Hưng Yên.



Hình 2.13. Khu nghỉ dưỡng An Mandara Villas Đà Lạt

Khu nghỉ dưỡng An Mandara Villas Đà Lạt bao gồm 17 biệt thự được xây dựng từ những năm 1920-1930 trên khu đất rộng 7 ha, được cải tạo từ năm 2006, phục hồi nguyên vẹn kiến trúc Pháp. Chủ sở hữu và quản lý: Công ty CP Phát triển Du lịch Tân An. Khu nhà đã được tặng thưởng giải nhì “Tòa nhà năng lượng hiệu quả Việt Nam năm 2009”, giải nhất “Tòa nhà năng lượng hiệu quả SEAN năm 2010”, giải “Khách sạn Xanh Đông Nam Á năm 2012”.

2.2.4. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam và phát triển công trình xanh

Từ năm 2005 các chuyên gia của Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã viết nhiều bài báo về công trình xanh, đô thị xanh, đăng trên các tạp chí chuyên môn ở trong nước, cũng như tham gia trình bày các báo cáo về công trình xanh trong các hội thảo khoa học có liên quan, nhằm truyền bá các hiểu biết và thúc đẩy phong trào học tập kinh nghiệm quốc tế để phát triển công trình xanh ở nước ta. Cũng từ năm 2005 đến nay Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã hỗ trợ Hội đồng Công trình Xanh VN - VGBC trong các thủ tục thành lập và tư cách hoạt động ở Việt Nam, tiến hành phân tích, đánh giá và cho điểm các công trình đã đăng ký để VGBC cấp chứng chỉ LOTUS và một số hoạt động khác.

Năm 2011 Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đã thành lập Hội đồng Xây dựng Xanh Việt Nam (GBCVietnam), Hội đồng GBCVietnam gồm 21 ủy viên, bao gồm các chuyên gia đầu ngành về xây dựng, kiến trúc, môi trường nước, môi trường không khí, chiếu sáng, chất thải rắn, năng lượng và vật liệu xây dựng. Hội đồng GBCVietnam đã tích cực đóng góp ý kiến cho việc thực hiện 2 Đề tài nghiên cứu về công trình xanh mà Bộ Xây dựng đã giao cho Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam chủ trì thực hiện, đó là Đề tài

“Nghiên cứu xây dựng chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030” và Đề tài “Nghiên cứu xây dựng bộ chỉ tiêu đánh giá và công nhận công trình xanh ở Việt Nam”.

Tại bảng 2.3. Giới thiệu bộ tiêu chí (cơ bản) đánh giá công trình xanh do Hội đồng Xây dựng Xanh Việt Nam (GBCVietnam) thuộc Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đề xuất. Hiện nay Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam đang chuẩn bị các tài liệu giảng dạy về “Công trình xanh” và “Công trình sử dụng năng lượng có hiệu quả” để tổ chức các lớp tập huấn cho tất cả các đối tượng có liên quan ở cả 3 miền Bắc, Trung, Nam ở nước ta.

Bảng 2.3. Bộ tiêu chí (cơ bản) đánh giá công trình xanh do Hội đồng Xây dựng Xanh Việt Nam (GBCVietnam) thuộc Hội Môi trường Xây dựng VN đề xuất

Tiêu chí	Nội dung (Tiểu tiêu chí)	Điểm
1. Địa điểm xây dựng bền vững: Bảo vệ môi trường, bảo tồn sinh thái	1: Bảo tồn hệ sinh thái tự nhiên; bảo vệ cảnh quan thiên nhiên; hài hòa với các công trình kiến trúc kế cận	1-5
	2: Mật độ xây dựng	1-4
	3: Tiếp cận giao thông công cộng	1-3
	4: Kết nối cộng đồng	1-5
	5: Thảm xanh và giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị	1-3
	6: Thu gom, xử lý chất thải xây dựng, sinh hoạt	1
	7: Quản lý chất làm lạnh cơ bản	1
	Cộng : 7 Tiểu tiêu chí	22
2. Hiệu quả Năng lượng	1a. Thiết kế vỏ công trình có hiệu quả năng lượng (Đối với nhà thông gió tự nhiên)	1-20
	1b. Thiết kế vỏ công trình và thiết bị có hiệu quả năng lượng (Đối với nhà sử dụng hệ thống điều hòa không khí)	
	2. Giảm điện năng tiêu thụ của công trình	1-10
	3. Tận dụng chiếu sáng tự nhiên	1-5
	4. Chiếu sáng nhân tạo có hiệu quả	1-4
	5. Thu hồi nhiệt để sử dụng tại chỗ	1-3
	6. Năng lượng xanh, năng lượng tái tạo	1-2
	7. Thiết bị kiểm soát năng lượng	1
Cộng : 7 Tiểu tiêu chí	45	
3. Hiệu quả sử dụng nước	1. Giảm lượng nước sử dụng	1-4
	2. Xử lý nước thải để tái sử dụng	1-3
	3. Thu gom nước mưa để tưới cây và xử lý để sử dụng	1-2
	4. Giám sát sử dụng nước	1
	Cộng : 4 Tiểu tiêu chí	10

Bảng 2.3. (tiếp theo)

Tiêu chí	Nội dung (Tiêu tiêu chí)	Điểm
4. Vật liệu	1. Tái sử dụng vật liệu, cấu kiện xây dựng	1-2
	2. Tái chế vật liệu để sử dụng lại	1-2
	3. Sử dụng vật liệu tái sinh	1
	4. Sử dụng gỗ xây dựng từ nguồn bền vững	1
	5. Sử dụng vật liệu xây dựng không nung	1-2
	Cộng : 5 Tiêu tiêu chí	8
5. Chất lượng môi trường trong nhà	1. Tiện nghi vi khí hậu	1-2
	2. Không gian chuyển tiếp trong / ngoài nhà	1-3
	3. Tiện nghi ánh sáng	1-2
	4. Tiện nghi âm thanh, tiếng ồn	1
	5. Vật liệu nội thất không phát thải chất độc hại	1
	6. Tầm nhìn ra không gian bên ngoài	1
	Cộng : 6 Tiêu tiêu chí	10
6. Quản lý	1. Quản lý, bảo hành công trình: Có chương trình, giải pháp giữ được chất lượng xanh của công trình theo Chứng chỉ đã được nhận trong thời gian vận hành	1-3
	2. Có chương trình, kế hoạch quản lý sáng tạo để cải tạo nâng cao chất lượng xanh của công trình trong thời gian vận hành	1-2
	Cộng : 2 Tiêu tiêu chí	5
7. Sáng tạo	1. Sáng tạo các giải pháp không gian, cấu tạo kiến trúc thích ứng với khí hậu Việt Nam và khí hậu địa phương	1-5
	2. áp dụng sáng tạo các thiết bị công nghệ mới, tiến bộ về năng lượng và xử lý chất thải, cải tạo môi trường	1-3
	Cộng : 2 Tiêu tiêu chí	8
Cộng : 7 Tiêu chí = 100 + 8 điểm		

Nguồn: PGS.TS Phạm Đức Nguyên, chủ trì thực hiện. Báo cáo Nghiệm thu Đề tài "Xây dựng hệ thống chỉ tiêu đánh giá công trình xanh Việt Nam (Đề tài do Bộ Xây dựng giao). Hà Nội, ngày 05 tháng 12 năm 2013.

2.3. KIẾN TRÚC KHÍ HẬU NHIỆT ĐỐI, KIẾN TRÚC TRUYỀN THỐNG VÀ KIẾN TRÚC XANH Ở NƯỚC TA

Tại Việt Nam, trong những năm qua, tình hình xây dựng các công trình ở các đô thị đã và đang phát triển mạnh mẽ theo đà tăng trưởng kinh tế. Tuy nhiên, như các nước đang phát triển khác, một vấn đề đang diễn ra là quá trình xây dựng có những tác động tiêu cực đến văn hóa - kiến trúc và môi trường bản địa. Công nghệ và vật liệu truyền thống bị chối bỏ, các sản phẩm và vật liệu nhập ngoại đắt tiền được ưa chuộng hơn, đặc biệt là lạm dụng tường ngoài bằng kính để phô trương kiến trúc hiện đại, công trình tiêu thụ

năng lượng rất lớn, mà lợi nhuận đầu tư xây dựng, lại rơi vào tay các nhà sản xuất tại các nền kinh tế phát triển.

Cần phải thấy rằng môi trường khí hậu ở Việt Nam đã có những thay đổi đáng báo động: bão lụt triền miên, ô nhiễm môi trường nước, ô nhiễm môi trường không khí ngày càng tăng, các biểu hiện của BĐKH ngày càng hiện hữu. Vì vậy, cùng với trách nhiệm và quyền lợi của ngành xây dựng và kiến trúc nước ta, việc nâng cao nhận thức và phát triển xây dựng “Công trình xanh” là một công việc mang tính cấp thiết để đảm bảo môi trường phát triển bền vững tại các đô thị Việt Nam.

Phát triển công trình xây dựng xanh đối với nước ta tuy là một vấn đề mới, nhưng cũng không phải là vấn đề xa lạ đối với ngành xây dựng - kiến trúc của nước ta, bởi vì cách đây khoảng 50 năm giới chuyên môn xây dựng/kiến trúc của nước ta đã rất quan tâm đến phát triển ngành xây dựng - kiến trúc nước ta trở thành ngành xây dựng - kiến trúc đặc trưng của vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, cũng là phát triển đặc điểm kiến trúc truyền thống của nước ta.

Trong môi trường khí hậu nóng ẩm, từ xa xưa ông cha ta đã có rất nhiều kinh nghiệm về xây dựng và kiến trúc phù hợp, như là từ chọn hướng xây dựng ngôi nhà ở, bố cục và tổ chức không gian khuôn viên đến việc lựa chọn vật liệu xây dựng, đào ao hồ, trồng cây xanh... để xây dựng ngôi nhà của mình phù hợp với điều kiện tự nhiên, nhằm tạo lập cuộc sống thích nghi nhất phù hợp với tâm sinh lý của người Việt trong điều kiện kinh tế phù hợp. Những kinh nghiệm truyền thống này không những giúp người dân cải thiện được điều kiện vi khí hậu trong công trình, mà còn góp phần tích cực sử dụng tiết kiệm năng lượng trong cuộc sống.

Người Việt sau hàng nghìn năm tồn tại và phát triển đã tạo cho mình một môi trường sống cân bằng với sinh thái tự nhiên. Trong khuôn viên nhà ở truyền thống của mỗi gia đình gồm có các thành phần: nhà chính, nhà phụ, vườn cây, ao cá, chỗ chăn nuôi gia cầm, gia súc, sân phơi, hàng rào, cổng... Người nông dân đã biết bố cục trong khuôn viên của gia đình mình thành một chuỗi khép kín về dòng năng lượng, về cách thức làm ăn hay về dòng trao đổi vật chất. Nghĩa là họ đã biết khai thác về mặt sinh thái để ổn định cuộc sống gia đình, hài hoà với môi trường tự nhiên, tạo điều kiện cân bằng sinh thái để giữ thế ổn định chung. Trong đó 3 yếu tố “Người, đất và nước” là các yếu tố tạo nên cân bằng sinh thái trong nhà ở người Việt truyền thống vùng nhiệt đới nóng ẩm. Trong khuôn viên như vậy, người nông dân đã tự tạo cho mình một cuộc sống “tự cung, tự cấp, hài hòa với thiên nhiên”.

Kiến trúc truyền thống của nước ta là kho tàng kinh nghiệm quý báu về kiến trúc nhiệt đới. Trải qua hơn 4000 năm lịch sử, nhân dân nước ta từ đời này sang đời khác sinh sống lâu đời trên mảnh đất thuộc vùng nhiệt đới đã đúc kết được nhiều kinh nghiệm quý báu về xây dựng - kiến trúc nhiệt đới và cũng rất phù hợp với các tiêu chí công trình xanh ngày nay như:

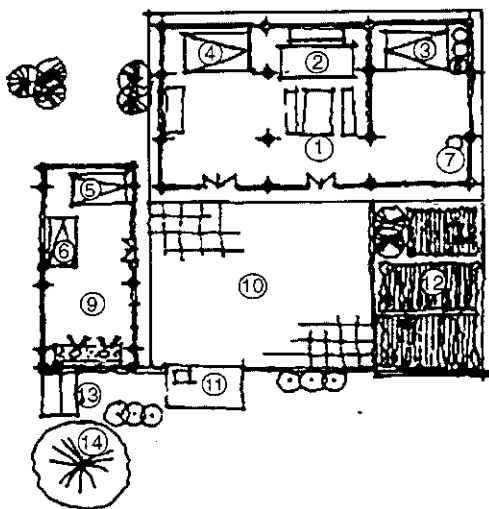
- Quy hoạch không gian kiến trúc mở thoáng, khác hẳn với quy hoạch không gian bao kín của kiến trúc hàn đới;
- Quy hoạch xây dựng kiến trúc tạo điều kiện cho con người hòa nhập với thiên nhiên tốt nhất, khác với quy hoạch kiến trúc tạo điều kiện tách biệt với thiên nhiên của các nước vùng hàn đới;
- Chọn hướng nhà phù hợp với hướng gió và bức xạ mặt trời;
- Tổ chức thông gió tự nhiên trong công trình tối ưu. Điển hình là tổ chức thông gió tự nhiên trong “nhà ống” bằng giếng trời, sân trong, vườn cảnh trong nhà...;
- Kết cấu mái bằng ngói âm dương, kết cấu mái có tầng không khí lưu thông để chống nhiệt bức xạ mặt trời tốt nhất;
- Mái đua che nắng (trực xạ), phen, liếp, rèm cửa để che tán xạ...;
- Cây xanh gắn liền với công trình kiến trúc như hình với bóng...

Tổ chức không gian khuôn viên ngôi nhà truyền thống (hình 2.14)

Bố cục khuôn viên ngôi nhà truyền thống có những nét riêng, đặc sắc rất Việt Nam. Đó là một quần thể bao gồm những ngôi nhà nhỏ, giản dị, bố cục phân tán vây quanh ngôi nhà chính với không gian đệm là sân rộng gắn liền trước ngôi nhà chính. Cách sắp xếp nhà ở, tổ chức sân vườn, ao cá, chuồng trại chăn nuôi, công trình sản xuất phụ... trong ngôi nhà truyền thống đều mang đậm bản sắc, hài hoà với cảnh quan thiên nhiên. Sân trong của nhà ở truyền thống Việt Nam có nhiều tác dụng rõ rệt: là nơi sản xuất, phơi phóng, là nơi tạo ra những luồng gió đối lưu thông thoáng cho ngôi nhà, đồng thời là nơi tổ chức hội họp, ma chay, cưới hỏi, giỗ chạp...

Sân trong đa chức năng thường nằm ngay trung tâm của khuôn viên như là “trái tim” của ngôi nhà ở vùng nhiệt đới nóng ẩm, vì đó không những là nơi diễn ra các sinh hoạt chủ yếu của một gia đình mà còn làm nhiệm vụ điều hoà, cải tạo điều kiện vi khí hậu, góp phần tích cực phục hồi sức khoẻ cho người dân sau một ngày lao động vất vả, nặng nhọc. Tương phản nhiệt độ giữa mặt sân đã được nung nóng và bóng mát vườn cây đã góp phần tạo nên dòng khí mát đối lưu hai chiều.

Từ những kinh nghiệm tổ chức sân vườn này, ông cha ta đã áp dụng vào ngôi nhà ống phổ cổ và ngày nay đã được các nhà quy hoạch, thiết kế vận dụng sáng tạo trong nhà ở có giếng trời, góp phần nâng cao tiện nghi sống cũng như tiết kiệm trong sử dụng năng lượng cho người dân đô thị.



Hình 2.14: Nhà ở nông thôn truyền thống vùng đồng bằng Bắc Bộ

Chọn hướng xây dựng ngôi nhà truyền thống

Chọn hướng xây dựng ngôi nhà là một việc quan trọng, trước tiên của người dân Việt Nam khi xây dựng ngôi nhà ở. Để đón được gió mát của mùa hè và tránh được gió rét của mùa đông, nhà ở thường quay về hướng Nam hay Đông Nam. Mặt khác nhà quay về hướng này sẽ tránh được nắng chiếu hướng Tây bất lợi và chịu được gió bão lớn.

Các công trình phụ được bố trí quây quanh công trình chính, ôm lấy sân rộng chừng vài chục mét vuông. Các công trình phụ ẩn mình trong các vòm cây xanh của khu vườn, nhờ sự chõ che, đùm bọc của cây lá để chống chọi với gió bão, tranh thủ tận hưởng luồng gió mát và bầu không khí trong lành. Những kinh nghiệm về giải pháp tổ chức sân vườn “ao trước - vườn sau”, “chuối sau - cau trước”, có giá trị về mặt tổ chức cảnh quan khuôn viên ngôi nhà ở mà còn thể hiện được tính khoa học trong kinh nghiệm chống lại nóng bức, làm mát ngôi nhà, cải thiện điều kiện vi khí hậu, tạo được môi trường cư trú thích nghi, góp phần tiết kiệm sử dụng năng lượng.

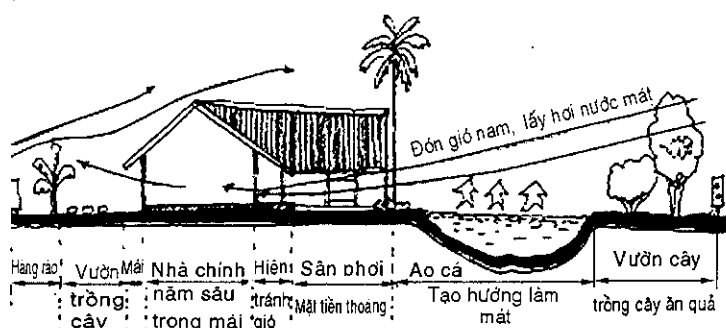
Tổ chức cây xanh mặt nước (hình 2.15)

Từ xưa tới nay, cây xanh mặt nước bao gồm mảnh vườn, cái ao đã trở thành một yếu tố quan trọng, không thể thiếu trong bố cục khuôn viên

truyền thống. Ao có thể xem như một nhân tố cơ bản tạo nên môi trường sống của người dân, đặc trưng cho hệ sinh thái nhà ở thôn xóm. Ao giúp người dân cải tạo địa hình khu đất, giúp cho việc tiêu nước nhanh chóng, chống lầy lội, ngập úng, đồng thời là nguồn dự trữ nước để tưới cây, trồng trọt và cũng là phương tiện hữu hiệu góp phần cải tạo điều kiện vi khí hậu, cải thiện điều kiện kinh tế gia đình. Vườn và ao trong khuôn viên gia đình nông thôn trở thành một hệ cân bằng sinh thái (Vườn - Ao - Chuồng). Thông thường ao đặt ở phía trước hay bên cạnh ngôi nhà chính, cạnh lối ngõ vào sân, một mặt bố cục này thuận lợi cho công việc tưới cây, rửa chân tay khi làm đồng về, mặt khác khi ao đặt đầu gió sẽ tạo điều kiện thông gió cho sân, các phòng ngủ cũng như các bộ phận khác của ngôi nhà.

Cùng với ao, vườn cây cũng là nhân tố quan trọng - cấu thành bộ cục khuôn viên nhà ở truyền thống. Vườn cây góp phần tích cực chống trả bão lụt tạo cho ngôi nhà môi trường vi khí hậu thuận lợi: mùa hè cho bóng mát, mùa đông che chắn gió lạnh. Mặt khác, vườn cũng đã góp phần cải thiện điều kiện kinh tế cho người dân.

Ao vườn kết hợp tạo điều kiện tiện nghi cho môi trường sống trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt, hút bớt năng lượng nhiệt và bức xạ, tạo ra một không khí trong lành, mát mẻ (cây xanh có khả năng hấp thụ năng lượng mặt trời 40% - 45%, không khí nóng thổi qua thảm cỏ xanh nằm trong bóng mát cây xanh có thể hạ thấp nhiệt độ 1°C - 3°C. Cây xanh còn có tác dụng lọc bụi, làm giảm độ ô nhiễm không khí từ 25% - 40%, ngăn cản được tiếng ồn...).



Hình 2.15: Vai trò của vườn cây, ao cá trong nhà ở nông thôn truyền thống
Vùng Đồng bằng Bắc Bộ [Nguồn: TS. Hoàng Mạnh Nguyên]

Ngôi nhà vườn ở xứ Huế lại có những nét đặc trưng riêng. Nhà và vườn là hai yếu tố tạo nên môi trường sống gắn bó lâu đời với người dân xứ Huế. Quanh khuôn viên được rào bằng những hàng cây. Phía trước là cây chèo tàu,

dâm bụi, ô rô.... được cất xén rất công phu, cẩn thận, vừa có tác dụng ngăn tầm nhìn, vừa tạo điều kiện thông thoáng dễ dàng, đón gió mát vào nhà. Phía sau nhà thường trồng bụi tre gai dày, vừa làm nhiệm vụ bảo vệ, vừa để chắn gió bất lợi thổi từ phía sau đến.

Cấu trúc tường mái theo đặc điểm vùng, miền

Phần đất liền của Việt Nam nằm trọn trong vùng nhiệt đới ($8,3^{\circ}$ đến $23,3^{\circ}$) nên bức xạ mặt trời rất cao quanh năm. Lợi thế gần biển làm cho nhiệt độ bên ngoài không quá cao (trừ miền lãnh thổ chịu ảnh hưởng của Phơn Trường Sơn) và luôn luôn có độ ẩm cao. Ban đêm không khí gần như là mát mẻ, dễ chịu. Điều này cho phép tận dụng tối đa không khí tự nhiên.

Bên cạnh đó, do sống hàng ngàn năm trong khí hậu nóng ẩm nhiệt đới, người Việt Nam có những thói quen và nhu cầu thích ứng hoàn toàn khác với người dân các vùng khí hậu ôn hòa, lạnh, thậm chí cả với vùng nóng khô. Rõ rệt nhất là người Việt chúng ta quen sống trong điều kiện độ ẩm cao. Nếu độ ẩm 60% nhiều nước coi là lý tưởng thì người Việt coi là quá khô. Độ ẩm 90% trong ngày nóng người Việt có thể chấp nhận được với điều kiện phải có gió mát. Khi đánh giá cũng cần xem xét đến tính thích nghi và thích ứng khí hậu của người Việt. Nhiệt độ không khí cao kèm độ ẩm lớn tạo nên thói quen của người Việt là luôn cần thông gió.

Nước ta có điều kiện khí hậu khắc nghiệt, mùa hè nắng nóng, lượng bức xạ mặt trời lớn, miền Bắc có mùa đông lạnh (nhất là các tỉnh miền núi phía Bắc), độ ẩm cao. Để khắc phục vấn đề này ông cha ta trên mỗi vùng khác nhau của đất nước đã có những kinh nghiệm riêng trong việc sử dụng vật liệu, cấu trúc tường, mái và các tấm chắn mưa, chắn nắng....

- Vùng Đông Bắc có mùa đông lạnh, có nơi có tuyết rơi, sương muối, ngôi nhà cổ truyền thống là nhà trình tường đất dày 40cm, nhà mở ít cửa và cửa sổ có kích thước nhỏ. Ngôi nhà này rất đặc trưng, mùa hè thì mát mẻ, mùa đông thì ấm áp. Ngoài ra, người dân ở đây còn sử dụng loại nhà sàn để tránh ẩm mốc, tránh lũ quét, thú dữ.

- Nhà ở dân gian vùng đồng bằng Bắc Bộ, ngoài việc lựa chọn hướng nhà, còn chú ý kết hợp với các loại hình thức che chắn khác: trồng cây, treo màn che, dựng các tấm phên đại... để ngăn chặn bức xạ mặt trời mùa hè, che chắn gió lạnh mùa đông.

- Nhà ở dân gian miền Trung hay đồng bằng sông Cửu Long thường có tường mỏng: vách đan bằng tre, nứa, gỗ hay bằng đất trộn rơm trát lên khung

tre. Với loại cấu tạo tường này, buổi trưa thường bị bức xạ mặt trời xâm nhập nhưng lúc xế chiều lại tạo điều kiện cho khí nóng thoát ra nhanh chóng.

Căn nhà ba gian, năm gian hai chái của cư dân đồng bằng Bắc Bộ là một ví dụ (hình 2.14). Nhà được dựng bằng khung tre, mái lợp bằng thân cây lúa mà ta gọi là “rạ”, tường nhà là các đưng tre buộc ô vuông rồi trát trong ngoài bằng thứ đất bèn trộn nhuyễn với rom. Tất cả hệ kèo cột, rui mè đều bằng tre, liên kết với nhau bằng lạt buộc, con sò cũng bằng mây, tre chẳng hề có chút sắt thép, xi măng nào, vậy mà ngôi nhà vẫn vững chãi chịu mưa, chịu nắng, chịu bão gió suốt bốn mùa. Nhà bao giờ cũng quay mặt chính về hướng Nam, để đón gió mát về mùa hè, tránh gió lạnh về mùa đông. Trước nhà thường có ao, vốn được đào để lấy đất đắp nền, thả cá, thả bè rau cải thiện môi trường sống. Các ngôi nhà bình dị ấy sống quây quần trong làng có lũy tre xanh bao bọc chở che. Lối kiến trúc ấy thật thân thiện với con người, với thiên nhiên, với môi trường xung quanh. Thế giới hôm nay người ta gọi loại hình kiến trúc như vậy là “Kiến trúc tự nhiên” (Natural Building).

Tuy vậy, nghiên cứu kiến trúc xanh cho Việt Nam chúng ta không quá phụ thuộc vào truyền thống, không thể lấy ngôi nhà tranh, vách đất từ thời xa xưa, để làm mẫu mực cho cuộc sống hiện đại. Nhưng tính triết lý về lối sống, cách sống, về cách ứng xử với khí hậu thiên nhiên của cha ông ta luôn là những bài học sâu sắc, không bao giờ cũ cho các thế hệ kiến trúc sư thời hiện đại. Nghiên cứu về “kiến trúc xanh” trên cơ sở kiến trúc truyền thống là hướng đi đúng cho chiến lược công trình xanh, tuy nhiên kiến trúc truyền thống của Việt Nam chủ yếu cho loại hình nhà thấp tầng nhỏ lẻ, để có thể trở thành một trào lưu công trình xanh cần nghiên cứu kỹ các bài học kinh nghiệm của cha ông ta cộng với kỹ thuật hiện đại chúng ta sẽ tạo được hệ thống công trình xanh mang tính thân thiện với môi trường, tiết kiệm tài nguyên và sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả nhất.

2.4. CHIẾN LƯỢC QUỐC GIA VỀ PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH ĐẾN NĂM 2020, ĐỊNH HƯỚNG ĐẾN NĂM 2030 CỦA NƯỚC TA

Năm 2012 Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam được Bộ Xây dựng giao cho việc thực hiện Đề tài nghiên cứu xây dựng “Chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, định hướng đến năm 2030”, Đề tài được thực hiện trong 2 năm do GS Phạm Ngọc Đăng chủ trì thực hiện. Dưới đây giới thiệu mục tiêu và nội dung của chiến lược này theo bản Dự thảo 3, được biên soạn trong tháng 10 năm 2013.

2.4.1. Mục tiêu phát triển

1. Mục tiêu lâu dài

Phát triển công trình xanh, thành phố xanh toàn diện trên phạm vi toàn quốc, có hiệu quả, vững chắc và nhanh, nhằm mục tiêu theo kịp trình độ của các nước phát triển trên thế giới chậm nhất là vào năm 2050.

2. Mục tiêu phát triển từ nay đến năm 2020

- Nhà nước ban hành đầy đủ các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia có liên quan và các chính sách cơ bản khuyến khích, ưu đãi để phát triển công trình xanh, đẩy mạnh công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức về công trình xanh, được cộng đồng dân cư hưởng ứng và các nhà đầu tư và kinh doanh xây dựng tích cực tham gia;

- Đạt tỷ lệ khoảng 30% số lượng các công trình xây dựng mới và sửa chữa bằng nguồn vốn ngân sách Nhà Nước đạt các tiêu chí công trình xanh và khoảng 20% số lượng các công trình xây dựng mới và sửa chữa bằng nguồn vốn tư nhân đạt các tiêu chí công trình xanh;

- Giảm mức tiêu thụ năng lượng vận hành công trình tính trên 1m² sàn nhà khoảng 10-15% so với năm 2010, tương ứng giảm mức phát thải khí nhà kính khoảng 10- 15% so với năm 2010.

3. Định hướng phát triển từ năm 2021 đến năm 2030

- Phân đầu đưa hoạt động phát triển công trình xanh trở thành hoạt động thường xuyên của ngành xây dựng; một số tiêu chí cơ bản của công trình xanh sẽ trở thành các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia bắt buộc áp dụng.

- Phát triển từ xây dựng các công trình xanh sang xây dựng các khu đô thị xanh và cải tạo nâng cấp các đô thị hiện có trở thành các đô thị xanh;

- Phân đầu đến năm 2030 đạt tỷ lệ khoảng 40% số lượng các công trình xây dựng mới và sửa chữa bằng nguồn vốn ngân sách Nhà nước đạt các tiêu chí công trình xanh và khoảng 30% số lượng các công trình xây dựng mới và sửa chữa bằng nguồn vốn tư nhân đạt các tiêu chí công trình xanh;

- Giảm mức tiêu thụ năng lượng tính trên 1m² sàn nhà từ 5-10% so với năm 2020, tương ứng giảm mức phát thải khí nhà kính từ 5-10% so với năm 2020.

2.4.2. Nội dung chiến lược phát triển

1. Tạo lập và phát triển thị trường xây dựng công trình xanh

Muốn phát triển xây dựng các công trình xanh ở nước ta một cách mạnh mẽ và vững chắc thì trước tiên phải tạo lập và phát triển thị trường bất động sản về công trình xanh. Cần phải tiến hành tuyên truyền, phổ biến, thuyết

phục mọi người trong xã hội nâng cao nhận thức về công trình xanh, hiểu biết một cách chính xác các đặc điểm của công trình xanh và về những lợi ích to lớn của công trình xanh đem lại đối với người bỏ vốn đầu tư xây dựng công trình, đối với người mua/bán hay thuê công trình xanh, cũng như lợi ích về mặt BVMT và PTBV đối với toàn xã hội, nhằm mục đích kích cầu phát triển thị trường bất động sản về xây dựng công trình xanh. Chỉ có kích cầu thị trường bất động sản công trình xanh mạnh mẽ từ phía khách hàng thì mới có thể chuyển đổi thị trường xây dựng công trình xanh từ chỗ chỉ có một vài người cấp tiến và một số ít nhà lãnh đạo quan tâm đến xây dựng công trình xanh trở thành một trào lưu chủ đạo về phát triển công trình xanh của xã hội. Cần phải chuyển hướng quan tâm của thị trường bất động sản từ giá thành sang giá trị của công trình. Giá trị ở đây có thể khác biệt giữa các nhóm khách hàng khác nhau, tuy nhiên tựu chung lại có thể thống nhất ở một số điểm cơ bản sau đây:

- Do sử dụng năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả, sử dụng nước sạch tiết kiệm, tận dụng sử dụng nước mưa, tái sử dụng nước thải, sử dụng vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường, v.v... chi phí vận hành công trình ít hơn, nên chi phí đầu tư công trình có thể tăng hơn đôi chút, nhưng tổng chi phí lâu dài sẽ ít hơn, mặt khác công trình phù hợp với điều kiện khí hậu nên tồn tại bền lâu hơn;

- Môi trường sống trong công trình xanh tốt hơn, không bị ô nhiễm môi trường, nên sống và làm việc trong công trình xanh thoải mái hơn, sức khỏe tốt hơn và hiệu suất làm việc có thể tăng hơn khoảng 5%;

- Lợi ích được tạo ra cho các nhà đầu tư hướng tới người sử dụng là mức độ cư trú cao hơn; Lợi ích được tạo ra cho những người sử dụng là chi phí vòng đời của công trình xanh thấp hơn;

- Lợi ích từ các bên tham gia thị trường, từ việc lựa chọn nhãn hiệu và được nhìn nhận là hành động có trách nhiệm để bảo vệ và gìn giữ môi trường. Nhu cầu của khách hàng đối với các công trình xanh sẽ gia tăng mạnh mẽ.

2. Hoàn thiện hệ thống các quy chuẩn xây dựng có liên quan nhằm tạo cơ sở pháp lý vững chắc cho phát triển công trình xanh

1. Từng bước rà soát, chỉnh sửa hệ thống quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện có có liên quan cho phù hợp với phát triển công trình xanh, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, thích ứng với BĐKH.

Nước ta hiện đã có một số quy chuẩn, như là quy chuẩn các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả, các quy chuẩn về bảo vệ môi

trường, các quy chuẩn, tiêu chuẩn về nhiệt kỹ thuật xây dựng, chiếu sáng, thông gió, điều hòa không khí, về sản xuất và sử dụng vật liệu không nung, v.v... Các tiêu chuẩn, quy chuẩn này đều cần phải chỉnh sửa, hoàn thiện cho phù hợp với yêu cầu kỹ thuật phát triển công trình xanh.

2. Xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn, quy chuẩn mới bổ sung nhằm hoàn thiện hệ thống các tiêu chuẩn, quy chuẩn để phát triển công trình xanh

Ban hành đầy đủ các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia để phát triển công trình xanh, như là: Các quy chuẩn về sử dụng tiết kiệm năng lượng trong thiết kế lớp vỏ công trình, trong chiếu sáng tự nhiên và chiếu sáng nhân tạo, trong hệ thống thông gió/điều hòa không khí; Quy chuẩn về chất lượng môi trường sống trong nhà; Quy chuẩn về giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế chất thải xây dựng; Quy chuẩn về tiết kiệm nước sinh hoạt; Quy chuẩn về thiết kế xây dựng hệ thống thu gom, sử dụng nước mưa, tái sử dụng nước thải; Quy chuẩn về sản xuất và sử dụng vật liệu xây dựng thân thiện môi trường v.v...

Ban hành các sổ tay hướng dẫn kỹ thuật thiết kế và xây dựng các công trình xanh.

3. Xây dựng bộ tiêu chí công trình xanh để làm cơ sở thiết kế công trình xanh, cũng như đánh giá và cấp chứng chỉ công trình xanh

Cần phải xây dựng và công bố rộng rãi hệ thống tiêu chí đánh giá và công nhận công trình xanh để làm căn cứ lựa chọn phương án thiết kế và xây dựng công trình xanh phù hợp, đồng thời cũng là cơ sở phân tích đánh giá, công nhận và cấp chứng chỉ công trình xanh của Việt Nam.

Hệ thống tiêu chí công trình xanh phải có tính khả thi, phù hợp với điều kiện Việt Nam, tiến dần từ thấp lên cao, theo kịp với trình độ của thế giới.

Công trình xanh phải là công trình đáp ứng các tiêu chí cơ bản sau đây:

(1) Phù hợp với điều kiện thiên nhiên Việt Nam, hài hòa với cảnh quan thiên nhiên, hòa mình với không gian cây xanh và mặt nước;

(2) Sử dụng tài nguyên năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả;

(3) Sử dụng tài nguyên nước tiết kiệm và có hiệu quả;

(4) Phát triển sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường và vật liệu địa phương;

(5) Không gây ra tác động xấu đối với môi trường xung quanh và đảm bảo chất lượng môi trường sống tốt nhất cho người sử dụng công trình;

(6) Quản lý công trình “thông minh”.

Hiện nay Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam đã công bố bộ tiêu chí LOTUS gồm 10 tiêu chí. Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam thực hiện nhiệm vụ do Bộ Xây dựng giao cho đã nghiên cứu xây dựng xong bộ tiêu chí công trình xanh gồm 7 tiêu chí. Cần phải nhanh chóng hòa nhập 2 bộ tiêu chí này thành bộ tiêu chí công trình xanh duy nhất của Việt Nam.

4. Đào tạo nhân lực và nâng cao năng lực thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh

Kinh nghiệm của các nước trên thế giới cho thấy muốn phát triển công trình xanh nhanh và vững chắc thì cần phải nỗ lực đào tạo lại, bổ túc kiến thức đối với các kiến trúc sư, các kỹ sư xây dựng hiện đang hoạt động trong ngành xây dựng, cũng như đào tạo các thế hệ kiến trúc sư và các thế hệ kỹ sư xây dựng tương lai về các kỹ năng thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh. Hình thành một đội ngũ chuyên gia năng động về thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh, làm nền tảng vững chắc cho phát triển công trình xanh ở nước ta.

1. Tổ chức các lớp tập huấn ngắn ngày đào tạo chuyên gia về thiết kế và xây dựng công trình xanh cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng và kỹ sư các ngành khác có liên quan hiện đang hoạt động trong ngành xây dựng

Sử dụng các giảng viên, nguồn kiến thức và cơ sở vật chất của các trường đại học trong nước và sự hỗ trợ của các tổ chức quốc tế để tổ chức các lớp tập huấn ngắn ngày, đào tạo bổ sung và cập nhật kiến thức về công trình xanh cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng hiện đang hoạt động trong ngành xây dựng và cho các chuyên gia các ngành khác có liên quan.

2. Tăng cường năng lực quản lý các dự án thiết kế và xây dựng công trình xanh cho các cơ quan quản lý Nhà nước về xây dựng và môi trường

Tổ chức các lớp tập huấn để tăng cường năng lực cho các cơ quan quản lý Nhà nước về xây dựng và môi trường trong phát triển công trình xanh, đô thị xanh như sau:

- Đào tạo, nâng cao năng lực chuyên môn, nghiệp vụ cho các tổ chức và đội ngũ cán bộ có liên quan đến công tác quản lý môi trường ở các doanh nghiệp xây dựng, cơ quan quản lý cấp phép xây dựng, quản lý các dự án đầu tư và phát triển xây dựng;

- Tăng cường năng lực thẩm định thiết kế các công trình về áp dụng các giải pháp thiết kế công trình xanh.

3. *Bổ sung kiến thức về công trình xanh trong chương trình và kế hoạch đào tạo đại học và trên đại học ở các trường đại học nhằm xây dựng nhân lực phát triển công trình xanh lâu dài của đất nước:* Đổi mới chương trình giảng dạy, đào tạo đối với các ngành kiến trúc, quy hoạch, xây dựng dân dụng và công nghiệp, vật liệu xây dựng và các chuyên ngành môi trường xây dựng tại các trường đại học trên phạm vi toàn quốc, cần tập trung vào kiến thức BVMT và PTBV trong ngành xây dựng và các kỹ năng, khả năng mới cần thiết trong thiết kế và công nghệ xây dựng công trình xanh, trong quản lý sử dụng năng lượng công trình và đô thị.

5. *Các công trình được đầu tư công bằng vốn ngân sách Nhà nước cần được thiết kế và xây dựng đạt các tiêu chí công trình xanh để làm gương đi đầu, thúc đẩy khu vực đầu tư tư nhân noi theo*

Nhà nước cần phải đi tiên phong trong việc xây dựng các công trình của Nhà nước đạt các tiêu chí công trình xanh. Các công trình được đầu tư bằng vốn ngân sách Nhà nước, như là các công sở, các trường học, bệnh viện, các công trình công cộng v.v... cần phải được thiết kế và xây dựng theo các tiêu chí công trình xanh để làm gương, làm “hạt nhân” động lực thúc đẩy và phát động các nhà đầu tư tư nhân, các nhà xây dựng, các nhà thiết kế tư nhân, các doanh nghiệp, các tổ chức sản xuất và cộng đồng tham gia tích cực vào sự nghiệp phát triển công trình xanh của Quốc gia. Để đảm bảo thực hiện được nội dung hoạt động trên, cần xây dựng và ban hành các chính sách, cơ chế để bắt buộc tất cả các dự án đầu tư công trình bằng vốn ngân sách của Nhà nước ở Trung ương hay ở các địa phương đều phải được thiết kế và xây dựng đạt các tiêu chí công trình xanh để làm gương cho các nhà đầu tư tư nhân noi theo. Khu vực đầu tư công không bị ràng buộc bởi chủ nghĩa “ăn xôi ở thì”, vốn được coi là một trở ngại đối với sự đầu tư vào công trình xanh trong khu vực tư nhân. Những hành động này thể hiện rõ ràng sự cam kết của Chính quyền đối với sự bền vững trong ngành xây dựng. Qua đó tạo ra các công trình thân thiện với môi trường và có lợi cho sức khỏe người dân trong toàn xã hội. Đây cũng là một cơ hội thực sự để chính quyền ở tất cả các cấp thể hiện cam kết của mình đối với việc “xanh hóa” các công trình của Nhà nước. Đồng thời cũng cần có chính sách mua sắm bền vững trong các hoạt động trang thiết bị mới cho các công trình công. Các cấp chính quyền cần đưa ra chủ trương sử dụng các vật liệu xây dựng và các sản phẩm thân thiện với môi trường vào sử dụng trong các công trình đầu tư xây dựng của mình.

6. Phát triển vật liệu thân thiện môi trường, vật liệu tái chế, sử dụng tiết kiệm và hiệu quả vật liệu trong xây dựng công trình

1. Phát triển sử dụng vật liệu không nung

Trong thiết kế và xây dựng công trình xanh cần phải sử dụng vật liệu không nung thay thế cho vật liệu nung để giảm chi phí năng lượng trong quá trình sản xuất và chế tạo vật liệu xây dựng; Thực hiện một cách triệt để Chương trình phát triển vật liệu không nung đến năm 2020.

2. Phát triển sản xuất vật liệu thân thiện với môi trường và sử dụng hiệu quả vật liệu xây dựng

Công trình xanh phải đáp ứng các yêu cầu về sử dụng vật liệu như sau:

- Sử dụng vật liệu từ nguồn tài nguyên thiên nhiên một cách hiệu quả, tối đa hóa việc sử dụng vật liệu tái sinh, vật liệu địa phương, và hạn chế chất thải, sử dụng tiết kiệm vật liệu xây dựng, nhất là đối với vật liệu không thể tái sinh;

- Sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường, vật liệu không phát sinh chất ô nhiễm độc hại đối với sức khỏe của con người (vật liệu xanh);

- Phát triển sử dụng vật liệu nhẹ, vừa có khả năng cách nhiệt tốt, vừa giảm tải trọng tự thân của công trình.

3. Giảm thiểu, tái chế, tái sử dụng chất thải xây dựng trong công trình xanh

Đối với công trình xanh phải có chiến lược 3R: giảm thiểu, tái chế, tái sử dụng chất thải xây dựng phát sinh từ giai đoạn thiết kế, hoạt động thi công xây dựng và cải tạo, phá dỡ công trình, cụ thể là:

- *Giảm thiểu hay ngăn chặn phát sinh chất thải xây dựng*: Giảm thiểu hay ngăn chặn phát sinh chất thải xây dựng ngay từ đầu - từ giai đoạn thiết kế công trình, đến các giai đoạn thi công xây dựng và cải tạo, phá dỡ công trình;

- *Tái sử dụng chất thải xây dựng*: Cần phải lựa chọn các chất thải có thể được tận dụng để tái sử dụng cho dự án hiện tại hay cho các dự án khác, đặc biệt là các chất thải phát sinh từ cải tạo, nâng cấp, phá dỡ công trình;

- *Tái chế chất thải xây dựng*: Thu hồi và tái chế các chất thải có thể tái chế được phát sinh từ các hoạt động thi công xây dựng và cải tạo, phá dỡ công trình, tuy nhiên đối với các chất thải xây dựng nguy hại thì phải thu gom, vận chuyển và xử lý theo các quy định về quản lý chất thải nguy hại.

4. Cải thiện nguồn cung cấp thông tin về sản xuất, chế tạo các sản phẩm vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường

Các nhà đầu tư xây dựng công trình xanh thường gặp khó khăn trong việc tìm kiếm các sản phẩm vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi

trường và trang thiết bị xanh để phục vụ xây dựng công trình xanh. Điều này đã làm phát sinh thêm chi phí kinh tế và thời gian trong việc thực hiện các dự án công trình xanh. Rào cản này đối với công trình xanh có thể vượt qua được bằng bảo đảm cung cấp thông tin cho các nhà đầu tư về các loại vật liệu xây dựng thân thiện môi trường nào là có sẵn và có thể tìm mua ở đâu. Một hệ thống dán nhãn cho các sản phẩm công trình xanh, vật liệu xanh và hiệu quả của trang thiết bị cần được chú trọng phát triển, như là nhãn “Sinh thái”, “Sự lựa chọn tốt cho môi trường”, các nhãn hiệu này cung cấp một số chỉ dẫn về các sản phẩm xây dựng thân thiện môi trường có sẵn.

7. Sử dụng trang thiết bị trong nhà có hiệu quả năng lượng

1. Tận dụng ánh sáng tự nhiên, lựa chọn hệ thống chiếu sáng và thiết bị chiếu sáng nhân tạo tiết kiệm năng lượng

Tận dụng sử dụng ánh sáng tự nhiên để chiếu sáng cho công trình. Chỉ sử dụng ánh sáng nhân tạo, khi nguồn ánh sáng tự nhiên không đủ. Thiết kế hệ thống chiếu sáng nhân tạo có hiệu quả năng lượng liên quan đến các nội dung sau đây:

- Lựa chọn hệ thống chiếu sáng hợp lý và các chỉ tiêu chiếu sáng theo quy định với tiêu hao năng lượng thấp nhất;
- Thay thế các nguồn sáng hiệu suất thấp hiện nay bằng các nguồn sáng có hiệu suất cao hơn;
- Đối với các công trình lớn cần lắp đặt hệ thống điều khiển chiếu sáng tự động hợp lý.

2. Tận dụng thông gió tự nhiên và lựa chọn hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK) tiết kiệm năng lượng

- Cần phải tận dụng sử dụng thông gió tự nhiên và thông gió cơ khí đảm bảo điều kiện vi khí hậu trong phòng tiện nghi; Chỉ sử dụng hệ thống ĐHKK, khi không thể bảo đảm tiện nghi vi khí hậu bằng thông gió tự nhiên.

- Lựa chọn hệ thống ĐHKK hợp lý cho công trình, cần phải đánh giá về chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật đối với hệ thống ĐHKK trung tâm hay hệ thống cục bộ để lựa chọn phương án thiết kế tối ưu; Nâng cao hiệu suất năng lượng của hệ thống, thông thường không nên đặt nhiệt độ không khí trong phòng thấp hơn 26°C.

3. **Lựa chọn các loại thiết bị khác trong nhà:** Các loại thiết bị khác trong nhà như các thiết bị tủ lạnh, bơm nước, nấu nướng, thang máy, thông tin,

văn phòng,... đều chiếm tỷ lệ tiêu hao năng lượng đáng kể trong tổng năng lượng sử dụng của công trình. Vì vậy cần phải lựa chọn các thiết bị này có công suất hợp lý và có hiệu suất sử dụng năng lượng cao.

4. Áp dụng công nghệ sử dụng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo

Để đạt được mục tiêu giảm dần sử dụng nguồn năng lượng truyền thống từ nhiên liệu hóa thạch thì cần phải tăng cường khai thác, sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo trong công trình xanh.

- *Sử dụng năng lượng mặt trời*: Nước ta có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời, cần khai thác năng lượng Mặt trời cho các nhu cầu sử dụng nhiệt ở nhiệt độ thấp: đun nước nóng, phơi, sấy, đun nấu. Phát triển sử dụng pin mặt trời cấp điện cho sinh hoạt và giao thông, đặc biệt là ở vùng xa và hải đảo.

- *Năng lượng gió*: Ở khu vực ven biển và hải đảo có thể phát triển loại máy phát điện turbine gió trực đứng công suất nhỏ từ 0,05 - 3,0 kW để đảm bảo nhu cầu sử dụng điện của các hộ gia đình, chiếu sáng giao thông và các khu du lịch ven biển.

- *Năng lượng sinh khối*: Đẩy mạnh khai thác và sử dụng hiệu quả nguồn năng lượng sinh khối; Phát triển các hầm khí sinh học quy mô gia đình và mở rộng ở các trang trại với quy mô lớn, đáp ứng các nhu cầu đun nấu, các dịch vụ chế biến và phát điện tại chỗ cho công trình.

8. Sử dụng nguồn nước tiết kiệm và có hiệu quả, tái sử dụng nước thải

1. Sử dụng thiết bị dùng nước tiết kiệm

- Sử dụng nước tiết kiệm ngay tại các công trình để giảm lượng nước tiêu thụ đến mức hợp lý nhất, như là sử dụng thiết bị xả nước vệ sinh cực nhỏ (ultra-low flush toilets) và vòi hoa sen phun dòng nước nhỏ (low-flow shower heads), vòi nước tự động đóng mở;

- Lựa chọn mô hình, sơ đồ cấp nước phù hợp khi thiết kế, trước khi xây dựng phải cân nhắc lựa chọn mô hình tổ chức quản lý, vận hành, sơ đồ cấp nước phù hợp, nhằm góp phần giảm thiểu thất thoát, rò rỉ nước cấp;

- Quản lý vận hành, bảo dưỡng công trình phù hợp, thường xuyên kiểm tra phát hiện rò rỉ nước, cần tìm ra vị trí rò rỉ và có giải pháp sửa chữa kịp thời.

2. Tích trữ và sử dụng nước mưa

Tích trữ nước mưa trong các bể ngầm, các ao hồ và bảo tồn mặt đất xung quanh nhà để nước mưa thấm xuống đất vừa có tác dụng bổ sung nguồn nước ngầm, vừa có tác dụng chống úng ngập đô thị. Dùng nước mưa trực

tiếp cho tưới cây, rửa sàn sân đường, cấp nước vệ sinh, hoặc thông qua công đoạn xử lý để bổ sung cho cấp nước sạch.

3. Tái chế và tái sử dụng nước thải

Trong công trình dân dụng thường có 2 loại nước thải : nước xám và nước đen. Cần phải tái chế nước xám để tái sử dụng trong nhà vệ sinh, tưới tiêu nông nghiệp, phục hồi nguồn nước ngầm, sử dụng phục vụ công nghiệp và sử dụng trong vui chơi, giải trí. Tái chế, tái sử dụng nước thải không những có tác dụng tiết kiệm nguồn nước sạch mà còn có tác dụng giảm thiểu nước thải gây ô nhiễm môi trường.

9. Hướng dẫn cho toàn dân biết cách quản lý, vận hành và bảo dưỡng công trình xanh

1. Quản lý, vận hành và bảo dưỡng công trình xanh

Tính năng ưu việt của công trình xanh về hiệu quả kinh tế, hiệu quả năng lượng, tài nguyên và môi trường, không chỉ phụ thuộc vào người thiết kế, người thi công xây dựng công trình, mà còn phụ thuộc vào người sử dụng công trình. Vì vậy việc duy trì được chất lượng “xanh” của công trình đòi hỏi nhiều kinh nghiệm và sáng tạo trong việc quản lý, vận hành và bảo dưỡng công trình. Đối với các công trình có quy mô lớn, có nhiều hộ sử dụng, để làm tốt công việc quản lý vận hành công trình cần phải thành lập “Tổ quản lý công trình”, ngoài vai trò lãnh đạo của chủ sở hữu, còn cần có sự tham gia của bên tư vấn thiết kế - để bảo đảm quyền tác giả công trình - và đại diện của những người sử dụng.

Mọi công việc cải tạo kiến trúc nội ngoại thất, duy tu và bảo trì công trình đều phải được Tổ quản lý công trình nhất trí, giám sát và chịu trách nhiệm với mục đích: (i) Việc phá dỡ, sửa chữa công trình là ít nhất; (ii) Công trình không bị giảm giá trị của chứng chỉ “Công trình xanh” đã được cấp mà còn có thể nâng cao hơn; (iii) Giám phát thải gây ô nhiễm môi trường khu vực xây dựng; (iv) Kéo dài tuổi thọ của công trình.

2. Vận hành thiết bị kỹ thuật của công trình

Các hệ thống và thiết bị kỹ thuật của công trình quan trọng và được xếp tuần tự theo mức độ tiêu thụ nhiều hay ít năng lượng là: Hệ thống điều hòa không khí, hệ thống thiết bị thang máy và vận chuyển, hệ thống thiết bị bơm nước, xử lý nước cấp, nước thải (nếu có), hệ thống thiết bị chiếu sáng, cấp nhiên liệu đun nấu và vệ sinh, hệ thống thiết bị thông tin, văn phòng, hệ thống kiểm soát an ninh tòa nhà. Việc vận hành tất cả các hệ thống và thiết

bị này phải được giám sát và quản lý thông minh. Đối với các công trình lớn, phức tạp cần phải lắp đặt hệ thống tự động quản lý tòa nhà BMS (Building Management System), kiểm soát và điều hành tất cả các hệ thống thiết bị và năng lượng của tòa nhà, hệ thống an ninh, phòng hỏa hoạn và nhiều chức năng khác của tòa nhà.

2.4.3. Các biện pháp chủ yếu

1. Tiến hành tuyên truyền, giáo dục, phổ biến và nâng cao nhận thức về công trình xanh đối với mọi đối tượng trong xã hội

Cần phải tiến hành công tác tuyên truyền, giáo dục, phổ biến và nâng cao nhận thức về công trình xanh, đặc biệt là làm cho mọi người hiểu biết một cách chính xác các đặc điểm của công trình xanh, những lợi ích to lớn của công trình xanh đem lại về mặt kinh tế, xã hội và môi trường, để kích thích nhu cầu phát triển thị trường xây dựng công trình xanh mới, cũng như cải tạo các công trình hiện có trở thành các công trình xanh. Nhu cầu này sẽ chuyển thành lợi ích gia tăng, thúc đẩy nhanh hơn sự biến đổi của thị trường công trình xanh theo hướng bền vững. Nâng cao nhận thức của công chúng về lợi ích của việc thực hiện chiến lược phát triển công trình xanh, xây dựng các tòa nhà mới và cải tạo các tòa nhà hiện có trở thành các công trình xanh mang lại (như là: sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng, tiết kiệm sử dụng nước sạch, sử dụng vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường, giảm thiểu tác động gây ô nhiễm môi trường, giảm chi phí vận hành công trình, nâng cao chất lượng môi trường sống trong công trình, v. v...), nhằm mục đích lôi kéo mọi người tham gia thị trường bất động sản về phát triển công trình xanh.

Các đối tượng chủ yếu:

- *Đối tượng số 1:* Các nhà báo và phóng viên (báo in, báo mạng, truyền hình và phát thanh).

- *Đối tượng số 2:* Người mua nhà, người có nhu cầu sửa chữa, cải tạo nhà và người thuê nhà, tức là các khách hàng của thị trường xây dựng công trình xanh.

- *Đối tượng số 3:* Các cá nhân và công ty đầu tư xây dựng, công ty kinh doanh nhà (nhà ở cao cấp và nhà ở xã hội), công ty/cá nhân xây nhà cho thuê, chủ đầu tư các khu du lịch (resort), và những người khác trong các ngành công nghiệp có liên quan đến xây dựng nhà.

- *Đối tượng số 4*: Các cá nhân và công ty tư vấn quy hoạch, thiết kế và xây dựng công trình, quản lý xây dựng, công ty sản xuất và cung cấp vật liệu xây dựng và những người khác trong các ngành công nghiệp có liên quan đến xây dựng nhà.

- *Đối tượng số 5*: Lãnh đạo và cán bộ của các cơ quan nhà nước có liên quan đến quy hoạch, kiến trúc, xây dựng; Lãnh đạo và cán bộ chính quyền địa phương.

2. Cơ quan quản lý nhà nước về xây dựng cần phải ban hành các cơ chế chính sách ưu đãi và khuyến khích phát triển công trình xanh

a) Khuyến khích, ưu đãi về vật chất

- Nhà đầu tư công trình xanh được ưu tiên vay vốn, vay vốn với lãi suất thấp;

- Nhà đầu tư công trình xanh được giảm trừ một số loại thuế đối với công trình;

- Sử dụng các công cụ tài chính như thế chấp xanh đối với người mua công trình xanh hay tín dụng xây dựng xanh dành cho người đầu tư xây dựng công trình xanh;

- Các khoản hỗ trợ và cho vay đặc biệt có thể là giải pháp song song với các chính sách khuyến khích tài chính khác;

- Cho phép xây dựng tăng thêm diện tích sàn hoặc số tầng nhà cho các công trình xanh - nghĩa là các nhà đầu tư có thể được phép xây dựng thêm nhiều diện tích hoặc tăng diện tích sàn nếu các công trình của nhà đầu tư xây dựng là công trình xanh.

b) Khuyến khích phi vật chất

- Nhà nước xét chọn, công nhận và cấp chứng chỉ Bạc, Vàng, Kim cương cho các công trình đạt các tiêu chí của công trình xanh;

- Nhà nước khen thưởng chủ đầu tư công trình và tổ chức tư vấn thiết kế các công trình xanh đặc sắc, có các giải pháp thiết kế “xanh” sáng tạo, độc đáo, mang lại hiệu quả kinh tế và môi trường cao.

- Ưu tiên hoặc hỗ trợ cấp phép đầu tư, rút ngắn thời gian xử lý các hồ sơ xin lập kế hoạch, rút ngắn thời gian cấp phép xây dựng, cấp phép đầu tư.

- Khuyến khích và tạo điều kiện cần thiết để tiến hành nghiên cứu và sản xuất thực nghiệm trong việc cải tiến và chế tạo các thiết bị dùng trong nhà tiết kiệm sử dụng năng lượng và có hiệu quả môi trường cao; trong việc chế

tạo vật liệu thân thiện với môi trường, tái chế, tái sử dụng chất thải xây dựng trong công trình; công nghệ tiết kiệm sử dụng nước, tái chế, tái sử dụng nước thải.

3. Tổ chức đánh giá, xét chọn, công nhận và cấp chứng chỉ “Công trình xanh”

Bộ Xây dựng là cơ quan đầu mối, chỉ đạo và huy động các Hội KHKT và nghề nghiệp có liên quan thực hiện tư vấn, tổ chức xét chọn và cấp chứng chỉ “Công trình xanh” ở nước ta. Bộ Xây dựng định hướng xây dựng quy trình và thủ tục xét chọn, công nhận và xếp hạng các công trình đạt các tiêu chí “Công trình xanh” và cấp chứng chỉ “Công trình xanh” theo các cấp độ danh hiệu khác nhau.

4. Thiết kế và xây dựng thí điểm mô hình mẫu công trình xanh

Thực hiện một số dự án thiết kế và xây dựng thí điểm mô hình mẫu công trình xanh với sự tuân thủ triệt để các quy chuẩn, tiêu chuẩn quốc gia và các tiêu chí về công trình xanh, nâng tầm đạt được mức độ hiệu quả năng lượng cao nhất (như là công trình zero năng lượng), hiệu quả sử dụng nước và hiệu quả sử dụng vật liệu thân thiện môi trường, nhằm mở rộng phạm vi hiệu quả về mặt môi trường, bao gồm cả chỉ số chất lượng môi trường trong nhà cao hơn, tạo ra hình ảnh mẫu mực thực tế, tạo ra ví dụ tốt để nhân rộng thúc đẩy phát triển công trình xanh.

5. Phát triển nghiên cứu khoa học và công nghệ về các giải pháp thiết kế và xây dựng công trình xanh phù hợp với điều kiện Việt Nam

Nhà nước đầu tư kinh phí (ngân sách hoạt động khoa học), cũng như khuyến khích các công ty tư nhân đầu tư kinh phí cho các đề tài khoa học theo các định hướng sau đây:

1. Nghiên cứu các giải pháp về thiết kế kiến trúc và cấu tạo các kết cấu bao che xung quanh công trình để nâng cao hiệu quả ngăn ngừa và giảm thiểu nhiệt lượng bức xạ mặt trời xuyên qua kết cấu bao che vào nhà, giảm thiểu và sử dụng năng lượng nhân tạo có hiệu quả, cải thiện chất lượng môi trường sống trong công trình;

2. Nghiên cứu kết hợp hài hòa thông gió tự nhiên, thông gió cơ khí và điều hòa không khí nhân tạo để tiết kiệm sử dụng năng lượng điện;

3. Nghiên cứu các biện pháp kỹ thuật để sử dụng tối đa ánh sáng tự nhiên, giảm thiểu sử dụng ánh sáng điện, bảo đảm môi trường tiện nghi ánh sáng công trình;

4. Nghiên cứu chế tạo các loại vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường; Phát triển sử dụng vật liệu tái sinh nhanh và vật liệu địa phương, v.v....;

5. Nghiên cứu công nghệ tái sử dụng, tái chế các chất thải nói chung và các chất thải thi công xây dựng, chất thải phát sinh từ các công trình cải tạo, nâng cấp;

6. Phát triển sử dụng thiết bị vệ sinh tiết kiệm nước, xử lý nước thải sinh hoạt tại chỗ, tái sử dụng nước thải;

7. Thu gom, lưu giữ và xử lý nước mưa để sử dụng;

8. Nghiên cứu các biện pháp cải tiến kỹ thuật nhằm tiết kiệm và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của các thiết bị trong nhà, trước hết là thiết bị thông gió, thiết bị điều hòa không khí và thiết bị chiếu sáng điện;

9. Phát triển sử dụng năng lượng tái tạo trong công trình;

10. Phát triển áp dụng hệ thống quản lý tòa nhà BMS (Building Management System);

11. Nghiên cứu lựa chọn các loại cây xanh và thiết kế cấu tạo kết cấu bao che nhà phù hợp để phát triển trồng cây xanh trên công trình.

6. Huy động các tổ chức chính trị - xã hội, các Hội KHKT, nghề nghiệp tham gia phát triển công trình xanh

Nhà nước cần đổi mới cơ chế huy động sự tham gia của các tổ chức chính trị - xã hội và các Hội khoa học kỹ thuật, Hội nghề nghiệp trong lĩnh vực xây dựng, kiến trúc và môi trường, như là các hội: Hội Kiến trúc Sư, Hội Môi trường Xây dựng, Hội Môi trường Đô thị và Công nghiệp, Hội Vật liệu Xây dựng, Hội Chiếu sáng, Hội Nhiệt Lạnh, v.v... tham gia phát triển xây dựng xanh, tham gia nghiên cứu phát triển, ứng dụng và chuyển giao các công nghệ mới về tiết kiệm năng lượng, tiết kiệm nước, tái chế chất thải, sản xuất vật liệu thân thiện với môi trường, cải thiện chất lượng môi trường sống trong công trình và đô thị, góp phần quan trọng vào sự nghiệp phát triển công trình xanh, đô thị xanh ở nước ta.

7. Tăng cường hợp tác quốc tế trong phát triển công trình xanh

Tăng cường hợp tác với tất cả các nước, các tổ chức quốc tế trong phát triển công trình xanh ở nước ta, đặc biệt là tăng cường hợp tác với Hội đồng công trình Xanh Thế giới và Hội đồng công trình Xanh của tất cả các nước trên thế giới.

2.5. NHỮNG THUẬN LỢI VÀ TRỞ NGẠI TRONG PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM

2.5.1. Những thuận lợi

1. Đã có một số văn bản pháp luật cơ bản có liên quan đến phát triển công trình xanh

Sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng trong công trình xây dựng là một tiêu chí quan trọng nhất của công trình xanh, tiếp theo là các tiêu chí có liên quan về sử dụng tiết kiệm và hiệu quả các tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường, đặc biệt là đảm bảo môi trường sống tốt nhất trong công trình xanh. Vì vậy có thể nêu ra một trong các thuận lợi cơ bản đối với phát triển công trình xanh ở nước ta là Nhà nước đã ban hành một số văn bản có liên quan, tạo cơ sở pháp lý cơ bản để phát triển xây dựng xanh ở nước ta, đó là: Định hướng Chiến lược Phát triển bền vững (Chương trình Nghị sự 21) của Việt Nam được ban hành ngày 17 tháng 8 năm 2004; Nghị định số 102/2003/NĐ-CP ngày 3/9/2003 của Chính phủ về việc “Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả”; Quyết định số 79/2006/QĐ-CP, ngày 14/4/2006, của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; Nghị quyết số 60/2007/NQ-CP, ngày 03/12/2007, của Chính phủ về Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu; Quyết định số 1393/QĐ-TTg, ngày 25/9/2012, của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt Chiến lược Quốc gia về “Tăng trưởng Xanh”.

2. Điều kiện khí hậu nước ta có thời gian tiện nghi nhiệt tương đối dài trong năm, nếu biết tận dụng thuận lợi này thì sẽ giảm thiểu năng lượng tiêu thụ cho hệ thống thiết bị điều hòa không khí rất lớn

Điều kiện tiện nghi nhiệt là điều kiện mà tổ hợp của 4 yếu tố vi khí hậu (nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, tốc độ gió và nhiệt độ bức xạ của môi trường xung quanh) tác động lên con người tạo ra cảm giác dễ chịu, thoải mái, không cảm thấy nóng trong mùa hè và không cảm thấy lạnh trong mùa đông.

Từ những năm 1963 - 1966, kết quả nghiên cứu của GS.TSKH. Phạm Ngọc Đăng [2, 3] cho thấy với tốc độ gió không khí khoảng 0,3 - 0,5 m/s, độ ẩm tương đối của không khí khoảng 80%, bức xạ nhiệt xung quanh tương đối nhỏ thì điều kiện tiện nghi nhiệt tốt nhất đối với người Việt Nam về mùa hè tương ứng với nhiệt độ không khí là khoảng 25,5°C (khi nhiệt độ hiệu quả tương đương $t_{hqtđ} = 24,4^\circ$), về mùa đông nhiệt độ không khí là 24,5°C (khi nhiệt độ hiệu quả tương đương $t_{hqtđ} = 23,3^\circ$), giới hạn trên của

vùng tiện nghi nhiệt về mùa hè tương ứng với nhiệt độ không khí là $29,5^{\circ}\text{C}$ ($t_{\text{hqtđ}} = 27^{\circ}$), giới hạn dưới của vùng tiện nghi nhiệt về mùa đông nhiệt độ không khí là $21,5^{\circ}$ ($t_{\text{hqtđ}} = 20^{\circ}$), có nghĩa là:

$21,5^{\circ}\text{C} \leq$ vùng tiện nghi nhiệt $\leq 29,5^{\circ}\text{C}$, khi $v = 0,3-0,5$ m/s; $\phi = 80\%$

hay là: 20° hqtđ \leq vùng tiện nghi nhiệt $\leq 27^{\circ}$ hqtđ.

trong đó: $^{\circ}\text{hqtđ}$ là nhiệt độ hiệu quả tương đương

Trong thời gian khí hậu ngoài nhà đạt điều kiện tiện nghi nêu trên thì không cần phải dùng thiết bị điều hòa không khí làm mát vào mùa hè hay dùng thiết bị cấp nhiệt sưởi ấm trong mùa đông.

Tuy vậy, cho đến nay nhiều người vẫn có thói quen bật máy điều hoà trong mùa hè để hạ nhiệt độ không khí trong phòng xuống tới $22-24^{\circ}\text{C}$, gây tiêu hao năng lượng rất lớn và có thể gây ra cảm lạnh.

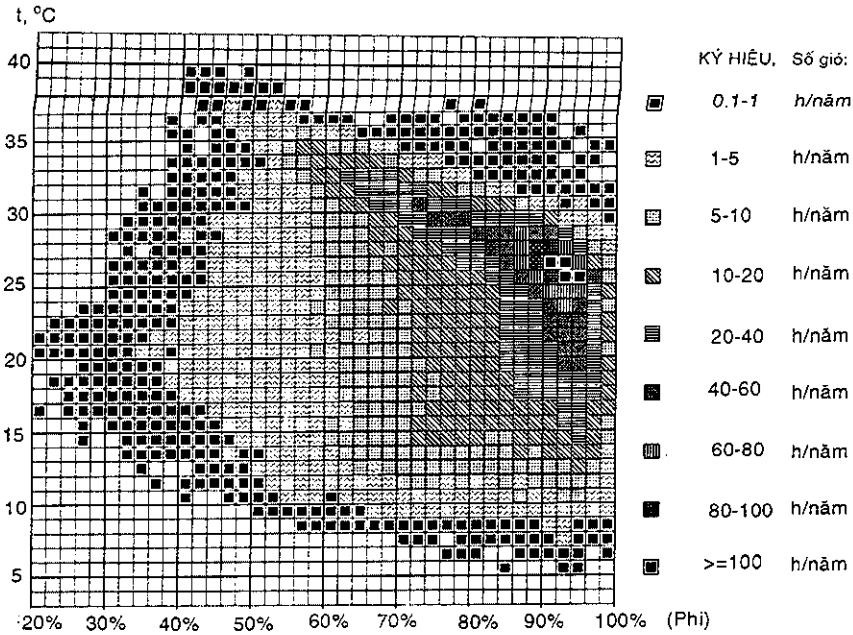
Thời gian có điều kiện khí hậu tiện nghi của nước ta: là thời gian trong năm có thể bảo đảm tiện nghi vi khí hậu trong nhà chỉ bằng các giải pháp "thụ động" - các giải pháp kiến trúc, không cần bất kỳ một biện pháp thiết bị nhân tạo nào.

Theo kết quả nghiên cứu của chúng tôi năm 1966 [2, 3]: Lấy phạm vi tiện nghi khí hậu là $t_{\text{hqtđ}} = 20 - 27$ độ như nêu ở trên. So sánh điều kiện khí hậu ngoài nhà nước ta với điều kiện tiện nghi vi khí hậu này thì miền Bắc (Hà Nội) có khoảng 50-60% và ở miền Nam (TP Hồ Chí Minh) có khoảng 70-80% thời gian trong năm có khí hậu tiện nghi.

Như vậy, nếu chúng ta thiết kế tổ chức không gian trong nhà và bố trí cửa sổ hợp lý để đạt được chế độ thông gió tự nhiên tốt (thông gió theo chiều ngang và thông gió theo chiều đứng), bảo đảm điều kiện vi khí hậu trong nhà hài hòa với điều kiện khí hậu ngoài nhà trong thời gian khí hậu ngoài nhà tiện nghi thì sẽ giảm được rất nhiều thời gian phải dùng máy điều hòa không khí làm mát trong mùa hè hay sưởi ấm trong mùa đông.

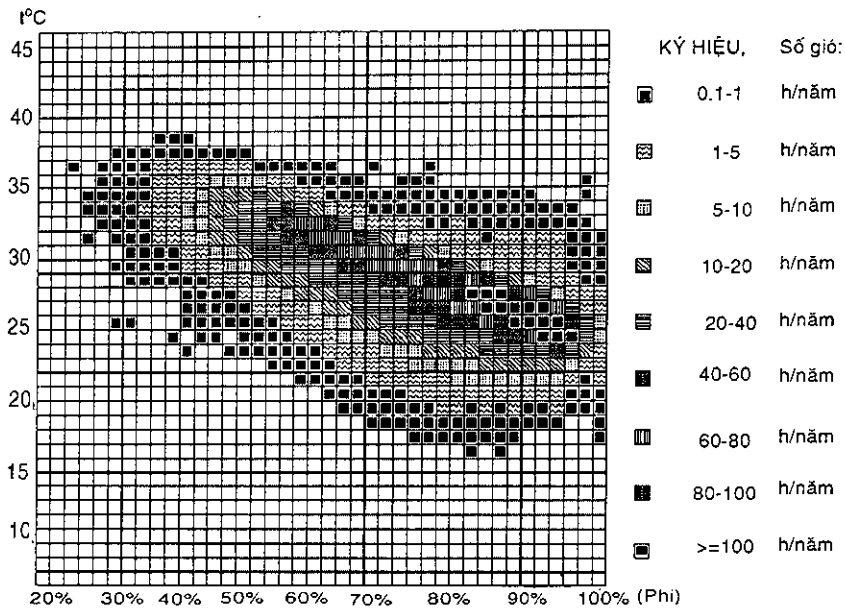
Theo tài liệu [Nguồn: Trần Ngọc Chấn. Xử lý số liệu khí tượng về nhiệt độ, độ ẩm và bức xạ mặt trời theo tần suất xuất hiện để bổ sung vào Tiêu chuẩn Số liệu khí hậu xây dựng. Đề tài do Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam giao, Hà Nội - 2004] đã lập chương trình máy tính tiến hành phân tích thống kê số liệu khí hậu quan trắc thực tế của một số tỉnh/thành của nước ta để xác định tần suất xuất hiện đồng thời của cặp thông số nhiệt độ và độ ẩm không khí ($t-\phi$) để xác định các khoảng thời gian trong năm có điều kiện khí hậu ngoài nhà tương ứng với các điều kiện tiện nghi nhiệt khác nhau mà GS Trần Ngọc Chấn gọi là các "vùng khí hậu". Hình 2.16 là kết quả xử lý phân bố số liệu khí hậu như nêu ở trên đối với thành phố Hà Nội và hình 2.17 là đối với TP Hồ Chí Minh.

BẢN ĐỒ PHÂN BỐ T-Phi TOÁN NĂM CỦA ĐỊA PHƯƠNG: HÀ NỘI
 Theo số liệu 24 ớp đơ/ngày; 20 năm: từ 1971 đến 1990



Hình 2.16. Phân bố t-φ của Hà Nội [Nguồn: Trần Ngọc Chấn, 2008]

BẢN ĐỒ PHÂN BỐ T-Phi TOÁN NĂM CỦA ĐỊA PHƯƠNG: HỒ CHÍ MINH
 Theo số liệu 24 ớp đơ/ngày; 20 năm: từ 1983 đến 2002



Hình 2.17. Phân bố t-φ của TP Hồ Chí Minh [Nguồn: Trần Ngọc Chấn, 2008]

Từ các số liệu về tần suất xuất hiện của cặp thông số $t-\phi$ đồng thời nêu trên, có thể phân chia các vùng thông số không khí ngoài trời theo nhiệt độ hiệu quả tương đương ($t_{hqtđ}$) ứng với các mức cảm giác nhiệt khác nhau - gọi là giới hạn tiện nghi nhiệt “quy ước”. Thuật ngữ “quy ước” ở đây có ý nghĩa là nhiệt độ hiệu quả tương đương của không khí ngoài trời chỉ xét đến các yếu tố nhiệt độ và độ ẩm tương đối, còn vận tốc gió được quy ước bằng không. Các giới hạn này được tham khảo từ những kết quả nghiên cứu đã công bố của các nhà khoa học trong nước như GS.TSKH Phạm Ngọc Đăng, v.v... [2, 3] kết hợp với tài liệu nước ngoài (ASHRAE).

Cần lưu ý rằng khi nhiệt độ khô và nhiệt độ ướt của không khí đo bằng nhiệt độ bách phân $^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt độ hiệu quả tương đương ($t_{hqtđ}$) cũng được biểu diễn bằng $^{\circ}\text{C}$. Tiện nghi nhiệt “quy ước” từ điều kiện thời tiết tự nhiên có thể được phân chia thành 7 vùng sau đây:

Vùng 1: Khí hậu nóng. Đó là vùng có nhiệt độ hiệu quả tương đương $t_{hqtđ} > 29^{\circ}\text{C}$ ứng với vận tốc gió bằng 0 m/s. Thời gian có khí hậu nằm trong vùng này đòi hỏi phải có điều hòa không khí mới đảm bảo được tiện nghi ôn hòa dễ chịu;

Vùng 2: Khí hậu nóng vừa. Nhiệt độ hiệu quả tương đương của vùng này nằm trong phạm vi: $26,5 < t_{hqtđ} \leq 29^{\circ}\text{C}$. Khí hậu thuộc vùng này có thể tận dụng thông gió tự nhiên hoặc thông gió cơ khí là chủ yếu. Trường hợp khi bên trong công trình có nhiệt thừa lớn mới cần đến ĐHKK;

Vùng 3: Khí hậu ôn hòa dễ chịu. Vùng này được giới hạn bằng trị số $t_{hqtđ}$ từ $20 \div 26,5^{\circ}\text{C}$; độ ẩm tối đa không quá 70%; nhiệt độ cao nhất không quá 32°C và dung ẩm nhỏ nhất không dưới 4g/kg;

Vùng 4: Khí hậu mát ẩm. Các giới hạn về $t_{hqtđ}$ như vùng 3 nhưng độ ẩm trên 70%;

Vùng 5: Khí hậu mát khô. Các giới hạn về $t_{hqtđ}$ như vùng 3 nhưng nhiệt độ có thể trên 32°C còn dung ẩm có thể dưới 4 g/kg;

Vùng 6: Khí hậu lạnh vừa: $17 \leq t_{hqtđ} < 20^{\circ}\text{C}$;

Vùng 7: Khí hậu lạnh: $t_{hqtđ} < 17^{\circ}\text{C}$; Vùng này cần sưởi ấm nếu điều kiện kinh tế cho phép.

Từ các hình 2.16 và 2.17 ta thấy khi thông số không khí ngoài trời nằm trong vùng 3 (ôn hòa dễ chịu) hệ thống ĐHKK có thể chạy với 100% gió ngoài, tức là tận dụng điều kiện thời tiết thuận lợi để đảm bảo điều kiện tiện nghi nhiệt bên trong công trình, không cần chạy máy lạnh, tiết kiệm được năng lượng. Thời gian này kéo dài khoảng 5-6% thời gian trong năm đối với

Hà Nội và Đà Nẵng, còn đối với TP Hồ Chí Minh là 11,5%. Ngay cả vùng tiện nghi 2 (nóng vừa) cũng có thể tận dụng gió ngoài để thông thoáng cho gian phòng. Thời lượng xuất hiện của khí hậu vùng này chiếm khá nhiều trong năm: Hà Nội và Đà Nẵng là 21-22%, còn TP HCM là 34%. Còn các vùng tiện nghi 4 và 5 (mát ẩm và mát khô) lại càng thuận lợi cho thông gió khử nhiệt thừa.

Như vậy, chỉ có vùng khí hậu 1 (vùng nóng) và một phần của vùng khí hậu 2 (vùng nóng vừa) là cần phải chạy hệ thống ĐHKK có cấp lạnh. Nếu gộp cả 2 vùng khí hậu này lại thì thời gian làm việc của hệ thống ĐHKK chiếm khoảng từ 25-35% thời gian trong năm, chủ yếu vào ban ngày của các tháng 5-9.

Vấn đề sưởi ấm có thể nói là không cần đặt ra cho Việt Nam nói chung. Trừ ở vùng cao và một vài công trình đặc biệt ở miền Bắc có thể cần đến sưởi khi thời tiết nằm trong vùng tiện nghi lạnh (vùng khí hậu 7). Thời gian kéo dài của mùa cần sưởi ấm không dài, chiếm vào khoảng 17-20% trong năm. Trong trường hợp này có thể dùng hệ thống sưởi ấm cục bộ chạy điện hoặc tốt nhất là dùng hệ thống ĐHKK 2 chiều, về mùa nóng chạy theo chiều cấp lạnh để khử nhiệt thừa, làm mát phòng; còn mùa lạnh chạy theo chiều ngược lại - như máy bơm nhiệt (heat pump) - để cung cấp nhiệt sưởi ấm cho gian phòng. Điện năng tiêu hao cho máy bơm nhiệt chỉ bằng 25-30% điện năng của bộ sưởi bằng điện (bộ đốt điện trở) khi làm việc cùng một phụ tải sưởi ấm.

3. Nước ta có tài nguyên ánh sáng tự nhiên quanh năm rất lớn, nếu biết tận dụng ánh sáng tự nhiên thì sẽ tiết kiệm năng lượng chiếu sáng nhân tạo đáng kể

Ánh sáng tự nhiên dùng trong công trình xây dựng là do bức xạ khuếch tán của bầu trời tạo nên. Nước ta là một nước nhiệt đới nóng ẩm, bầu trời thường có nhiều mây, nên bức xạ khuếch tán tạo ra nguồn ánh sáng tự nhiên rất lớn. Hai vấn đề nhiệt kỹ thuật chính liên quan đến thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho công trình xanh là:

- Xác định tỷ lệ diện tích cửa sổ trên diện tích tường hay diện tích sàn nhà hợp lý, để vừa đảm bảo đủ ánh sáng tự nhiên, thông gió tự nhiên, giảm tiêu hao năng lượng điện, vừa phải tính đến lượng nhiệt truyền qua cửa sổ vào nhà lớn hơn và giá thành đầu tư cho 1 m² cửa kính có thể cao hơn 1 m² tường từ 1,5 - 2,5 lần.

- Bố trí không gian trong công trình sao cho tất cả các phòng đều có thể tiếp cận với ánh sáng tự nhiên, hoặc là bố trí các phòng cần chiếu sáng nhiều hơn thì

đặt ở bên ngoài, có thể mở cửa sổ lấy ánh sáng bầu trời, còn các phòng cần ít ánh sáng hơn, như là các kho tàng, phòng phụ v.v.. thì bố trí ở bên trong.

- Có thể áp dụng các kỹ thuật hiện đại lấy ánh sáng phản xạ từ trực xạ của Mặt trời để chiếu sáng trong nhà.

4. Nước ta có tài nguyên vật liệu xây dựng địa phương đa dạng, có nguồn năng lượng sạch, năng lượng tái tạo tương đối phong phú đáp ứng yêu cầu phát triển công trình xanh

Nước ta có tài nguyên vật liệu xây dựng địa phương đa dạng, có nguồn tài nguyên năng lượng sạch, năng lượng tái tạo (năng lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng thủy triều, năng lượng địa nhiệt và năng lượng sinh học) tương đối phong phú, cùng với truyền thống kiến trúc nhiệt đới của nước ta đã tích lũy được rất nhiều kinh nghiệm quý báu... là môi trường thuận lợi để phát triển các công trình xanh ở nước ta. Sử dụng các thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời đặt trên các mái nhà vừa có tác dụng giảm thiểu lượng nhiệt truyền vào nhà, vừa cung cấp nước nóng phục vụ sinh hoạt, không phải dùng bình đun nước nóng bằng điện hay dầu, gas.

Công trình xanh là công trình được xây dựng bằng các vật liệu xây dựng địa phương, vật liệu tái sinh nhanh, vật liệu thân thiện với môi trường, không hàm chứa và không phát sinh ra các hóa chất độc hại đối với sức khỏe con người. Vật liệu truyền thống để xây nhà ở nước ta là gạch nung. Gạch nung có nhược điểm là tiêu thụ nhiều năng lượng và thải nhiều khí ô nhiễm, thải nhiều khí nhà kính trong quá trình sản xuất tạo ra nó. Ngày nay ở nước ta đã sản xuất ra nhiều loại gạch không nung, có khả năng cách nhiệt tốt hơn, có trọng lượng nhẹ hơn, giảm tải trọng đối với kết cấu chịu lực của nhà. Vì vậy công trình xanh ở nước ta hiện nay là giảm sử dụng gạch nung và tăng cường sử dụng vật liệu nhẹ không nung. Nước ta có nhiều sản phẩm vật liệu được chế tạo từ thực vật, như là vật liệu từ gỗ, tre, bương, nứa, vỏ rêu, rơm, trấu v.v... Ưu điểm của các vật liệu này là những vật liệu có thể tái sinh nhanh và là vật liệu xây dựng truyền thống của nước ta, nhưng chúng có nhược điểm là chóng hư hỏng, độ bền và khả năng chịu lực kém, dễ bị cháy và mối mọt. Vì vậy cần phải áp dụng các công nghệ, kỹ thuật mới để gia công xử lý các loại vật liệu nội địa và có khả năng tái sinh nhanh này thành các vật liệu bền vững, chịu lực tốt và đạt yêu cầu về chống cháy để đạt yêu cầu sử dụng trong các công trình xanh.

Rất nhiều chất thải thải ra từ quá trình thi công xây dựng, từ sửa chữa nâng cấp các công trình, cũng như có nhiều thành phần chất thải sinh hoạt và chất thải công nghiệp có thể tái chế thành vật liệu xây dựng. Công trình

xanh cũng là công trình được xây dựng có tận dụng các vật liệu tái sử dụng, tái chế từ chất thải không độc hại. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới của nước ta thiết kế cấu tạo các lớp cách nhiệt trong kết cấu bao che xung quanh nhà bằng lớp vật liệu nhẹ nhiều lỗ rỗng và đặc biệt là bằng tầng không khí lưu thông là giải pháp kết cấu bao che phù hợp đối với công trình xanh.

5. Nước ta đang trong giai đoạn đô thị hóa mạnh mẽ, nhu cầu xây dựng công trình mới rất nhiều, đó là thị trường rất to lớn để phát triển công trình xanh

Tuy rằng đô thị hóa ở nước ta chậm hơn đô thị hóa trung bình của các nước Châu Á khoảng 15-20 năm, đi sau các nước phát triển trên 50 năm, nhưng hiện nay nước ta đang có tốc độ đô thị hóa tương đối nhanh, tạo ra thị trường xây dựng mới rất nhiều công trình, là môi trường thuận lợi để phát triển công trình xanh.

Cải tạo các công trình hiện có, các đô thị hiện có thành các công trình xanh, các đô thị xanh là việc khó hơn rất nhiều lần so với việc xây dựng các công trình mới, các khu đô thị mới thành các công trình xanh, các đô thị xanh. Hiện nay, cũng như trong tương lai 30-50 năm tới ở nước ta sẽ phát triển rất nhiều khu đô thị mới, rất nhiều công trình xây dựng mới, đây là một thị trường rộng lớn để phát triển xây dựng các công trình xanh, các đô thị xanh ở nước ta.

6. Xây dựng công trình xanh ở nước ta phát triển sau nhiều nước trên thế giới nên có thể học tập kinh nghiệm của họ để phát triển công trình xanh với tốc độ nhanh hơn

Như ở đầu chương II đã viết: phát triển công trình xanh ở nước ta chậm hơn khoảng 15 năm so với những nước đầu tiên phát triển công trình xanh trên thế giới, và chậm hơn khoảng 10 năm so với các nước trung bình phát triển công trình xanh trên thế giới. Vì phát triển sau nên có thể học tập rút kinh nghiệm của các nước đi trước về nhiều mặt trong phát triển công trình xanh, như là cơ chế chính sách của Nhà nước khuyến khích phát triển công trình xanh, kinh nghiệm xây dựng các tiêu chí phân tích, đánh giá và công nhận công trình xanh, kinh nghiệm về các giải pháp thiết kế, vận hành và quản lý công trình xanh v.v...

2.5.2. Những trở ngại

1. Chưa có chiến lược, kế hoạch quốc gia về phát triển công trình xanh

Nước ta chưa có chiến lược, kế hoạch quốc gia về phát triển xây dựng xanh, chưa có các chính sách, cơ chế khuyến khích thiết kế và xây dựng các

công trình xanh. Trong chiến lược và quy hoạch phát triển hệ thống đô thị của nước ta đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030 còn thiếu định hướng phát triển đô thị sinh thái, đô thị xanh, đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu; trong thực tế cũng chưa xây dựng được bộ tiêu chí về công trình xanh, đô thị xanh, chưa có công trình nghiên cứu, khảo sát, đánh giá phân loại các công trình mới được đầu tư xây dựng ở nước ta theo các tiêu chí công trình xanh. Tuy rằng, đã có một số công trình, một số khu đô thị mới ở Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và một số đô thị khác đã có nhiều cố gắng trong việc thiết kế và xây dựng theo hướng tiệm cận với mô hình công trình xanh, khu đô thị xanh, khu đô thị sinh thái.

Ngay cả trong lĩnh vực tiết kiệm năng lượng trong công trình, là tiêu chí quan trọng nhất của công trình xanh, mặc dù Chính phủ đã có chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả và các dự án về sử dụng năng lượng có hiệu quả trong các công trình xây dựng, nhưng thực tế thực hiện Chương trình này thường gặp khó khăn là chúng ta thiếu thể chế để quản lý và thúc đẩy các công trình sử dụng năng lượng và tài nguyên tiết kiệm, cũng như không có thể chế xử phạt các công trình thiết kế không đảm bảo yêu cầu tiết kiệm năng lượng và tài nguyên, nên chưa hình thành một phong trào mạnh mẽ về “Sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng trong công trình xây dựng”.

2. Hiểu biết về công trình xanh của cộng đồng còn thấp

Hiểu biết về xây dựng xanh, kiến trúc xanh, thành phố xanh của cộng đồng dân cư, của các cán bộ, công nhân viên ngành xây dựng, nói chung và của các chuyên gia tư vấn xây dựng, thiết kế, đặc biệt là của các chủ đầu tư công trình của nước ta, nói riêng còn thấp, còn chưa chính xác và chưa đầy đủ, đặc biệt là chưa thấy hết các lợi ích của phát triển công trình xanh mang lại đối với mỗi người dân, nói riêng và đối với phát triển bền vững quốc gia, nói chung.

3. Năng lực thiết kế và xây dựng công trình xanh của các chuyên gia Việt Nam còn hạn chế

Trình độ nghiên cứu, thiết kế, xây dựng và quản lý vận hành các công trình xanh của chuyên gia xây dựng, kiến trúc của nước ta còn hạn chế, trong khi đó tư duy thích bắt chước, rập khuôn các mô hình công trình hiện đại, tiêu tốn nhiều năng lượng, bắt nguồn từ các nước xứ lạnh vào nước ta còn nặng nề. Đội ngũ chuyên gia kiến trúc - xây dựng công trình xanh và quản lý đô thị xanh, đô thị sinh thái của nước ta còn ít về số lượng, còn hạn chế về trình độ, kể cả lý thuyết và thực hành, tư duy và phương pháp xây

dựng và quản lý vẫn chưa đổi mới, vẫn nặng về tư duy và phương pháp truyền thống.

4. Chưa gắn kết kiến trúc xanh với kiến trúc nhiệt đới, kiến trúc truyền thống

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu trong lĩnh vực xây dựng - kiến trúc tiệm cận đến “*Công trình xanh*” theo các hướng tiếp cận khác nhau, nhưng trên thực tế, do sự nhận thức chưa đầy đủ về “*Công trình xanh*” đã dẫn đến những cách làm còn chưa triệt để, thiếu tính bền vững. Ví dụ cụ thể trong thực trạng phát triển của kiến trúc ở đô thị Việt Nam: sự khai thác không đi đôi với bù đắp dẫn đến sự mất đi tài nguyên cây xanh, mặt nước đô thị; phát triển không đồng bộ dẫn đến vấn đề đầu tư bị trùng lặp; đặc biệt là thiếu sự phối hợp giữa các ngành chuyên môn để phát huy hiệu quả tổng hợp. Về mặt thiết kế kiến trúc, thiếu vắng sự duy trì liên tục các đặc trưng hình thái kiến trúc đô thị vùng nhiệt đới, hình thức kiến trúc còn gây nên sự tách biệt giữa con người với tự nhiên, không phát huy được các lợi thế của điều kiện tự nhiên. Trong ngôn ngữ sáng tác chưa có nhiều sáng tạo có định hướng rõ nét về công trình xanh. Về mặt quản lý và sử dụng công trình cũng chưa chú trọng toàn diện vấn đề tiết kiệm năng lượng, việc quản lý chất thải, khí thải chưa được thực hiện triệt để.

5. Chưa quan tâm đầy đủ đến đào tạo nhân lực

Về đào tạo nhân lực: Các kiến thức về công trình xanh, đô thị xanh, cũng như các nội dung thiết kế và xây dựng công trình để đạt được các tiêu chí công trình xanh, đô thị xanh chưa được lồng ghép, bổ sung vào chương trình đào tạo đại học đối với các chuyên ngành có liên quan.

Số lượng các tài liệu chuyên môn về “*Công trình xanh*” lưu hành tại Việt Nam chưa nhiều và chưa được phổ cập rộng rãi. Đa phần các tài liệu này có xuất xứ từ Châu Âu hay Bắc Mỹ, nơi chủ yếu là yêu cầu chống lạnh, trong khi tại Việt Nam, vấn đề chống nóng và thoát ẩm phải đặt lên hàng đầu. “*Công trình xanh*” không có một quy tắc chung cho tất cả các vùng khí hậu, mà vấn đề là xây dựng công trình xanh phải phù hợp điều kiện tự nhiên và bối cảnh kinh tế - xã hội của địa phương là vấn đề hàng đầu, từ đó xem xét giải pháp nào là phù hợp, ứng dụng nguyên lý thiết kế ở đâu, như thế nào... và kết quả cuối cùng là phải tạo ra các công trình đáp ứng các tiêu chí của một “*Công trình xanh*” ở Việt Nam.

Chương III

CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG SỐNG TRONG CÔNG TRÌNH XANH

Bảo đảm điều kiện môi trường sống tốt cho con người sống và làm việc trong công trình là một yêu cầu quan trọng hàng đầu của thiết kế và xây dựng công trình, nhất là đối với công trình xanh, bởi vì "người ta bỏ tiền ra xây dựng công trình để sống và làm việc trong đó, chứ không phải chỉ là để ngắm nhìn nó". Chất lượng môi trường trong nhà cũng ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe, bệnh tật, hội chứng bệnh phòng đóng kín (Sick Building Syndrome) và năng suất lao động của con người.

Chất lượng môi trường sống trong nhà trước hết phụ thuộc vào chất lượng môi trường không khí xung quanh ngoài nhà tại địa điểm xây dựng công trình, phụ thuộc vào các giải pháp thiết kế kiến trúc xây dựng, như tổ chức không gian, thiết kế kết cấu bao che công trình, chọn hướng nhà v.v..., đặc biệt là thiết kế tổ chức thông gió tự nhiên công trình (tốc độ gió và số lần trao đổi không khí của phòng trong 1 giờ), và phụ thuộc vào các nguồn phát sinh các chất ô nhiễm trong nhà, có thể nêu ra các khía cạnh chủ yếu của chất lượng môi trường sống trong nhà như sau:

a) Các chất ô nhiễm trong nhà

- Khói thuốc lá;
- Bụi, nguy hiểm nhất là bụi amiăng, bụi $PM < 10\mu m$;
- Các chất ô nhiễm khí vô cơ, như là khí thải từ đốt nhiên liệu ở nhà bếp: CO , CO_2 , NO_2 , SO_2 ;
- Các chất ô nhiễm khí hữu cơ bay hơi từ rò rỉ xăng dầu từ ô tô, xe máy để trong nhà, các chất tẩy rửa vệ sinh, các bình xịt hơi, các khí VOC, aldehydes, fomadehyde ($HCHO$) và các khí độc hại khác;
- Các mùi hôi phát sinh từ khu vệ sinh và cống rãnh;
- Chì, kim loại nặng, Polyvinyl Chloride, Per fluorocarbons và bức xạ Radon phát sinh từ vật liệu nội thất độc hại;
- Các vi khuẩn, vi trùng, sâu bọ, nấm mốc,... trong công trình;
- Các chất khí độc hại phát sinh từ vật liệu nội thất.

b) Sự tiện nghi nhiệt của vi khí hậu trong công trình

- Nhiệt độ không khí trong nhà;
- Độ ẩm tương đối của không khí trong nhà;
- Tốc độ chuyển động của không khí (gió) trong nhà;
- Nhiệt độ bề mặt của kết cấu bao che và đồ vật trong nhà (nhiệt độ bức xạ).

c) Ô nhiễm tiếng ồn

- Tiếng ồn không khí;
- Tiếng ồn va chạm.

d) Tiện nghi ánh sáng tự nhiên

- Chiếu sáng tự nhiên của bầu trời;
- Che nắng, chống chói lóa;
- Chiếu sáng điện.

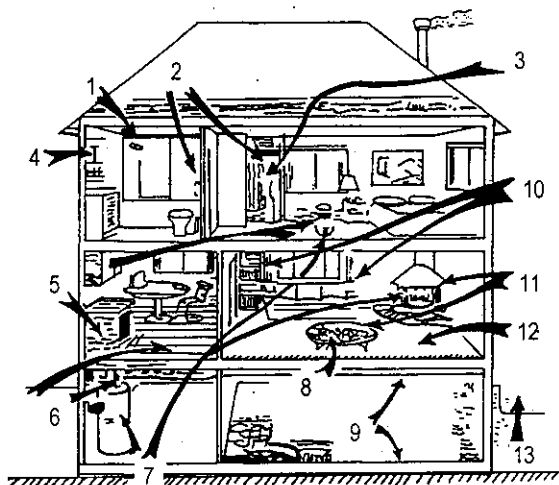
e) Tâm nhìn

- Cảnh quan xung quanh;
- Độ rộng mở của góc tầm nhìn từ trong nhà.

3.1. CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ

Môi trường không khí trong nhà - nơi mà con người trực tiếp tiếp xúc, tiếp nhận và hô hấp không khí với thời gian nhiều nhất. Môi trường ở trong nhà lại thường bị ô nhiễm nhiều hơn môi trường ngoài nhà. Các nguồn ô nhiễm trong nhà như là ô nhiễm do đun than, đun dầu, tẩy rửa vệ sinh, rò rỉ xăng dầu từ xe cộ, bốc mùi hôi từ khu vệ sinh, cống rãnh, các chất độc hại phát sinh từ vật liệu hoàn thiện nội thất và đồ đạc trong nhà, v.v... phổ biến nhất là ô nhiễm bụi và các khí CO, CO₂, NO₂, SO₂, ngoài ra còn có ô nhiễm nhiệt và mùi. Trong các phòng đặt máy photocopy, khi máy hoạt động còn thải ra khí ozon. Trong nhà còn có các chất ô nhiễm khác thuộc dạng anđehyt do kết cấu bao che của nhà thải ra, như : ván ép, cốt ép, gỗ dán, các đệm mút, bọt xốp, thảm nhựa, các loại keo dán và các loại vật liệu xây dựng khác, nhất là các cấu kiện xây dựng được sản xuất bằng phibro ximăng. Ngoài ra trong nhà còn có các chất hữu cơ bay hơi từ các sản phẩm tẩy rửa dân dụng, một số chất ô nhiễm khác như khói thuốc lá, bức xạ radon,... Nếu như các khí ô nhiễm này thải ra ở môi trường ngoài nhà thoáng đãng thì không thành vấn đề, nhưng chúng thải ra ở trong phòng chật hẹp thì sẽ gây ô nhiễm không khí trong phòng, nhiều khi vượt quá giới hạn cho phép, và gây tác hại đối với sức khỏe con người (hình 3.1).

Hình 3.1. Một số chất ô nhiễm không khí quan trọng ở trong nhà (theo tài liệu của Cục Bảo vệ môi trường Mỹ).



Chú thích hình 3.1: 1. Các dạng khí clo. Nguồn : hoa sen tắm – nước nóng, từ nước cấp dùng clo khử trùng. Tác hại: L có thể gây bệnh ung thư. 2. **Paradiclo benen**. Nguồn ; thuốc xịt thơm phòng, viên long não. Tác hại: gây bệnh ung thư. 3. **Têtra –clo-etylen**. Nguồn ; giặt khô quần áo bằng dung môi bay hơi. Tác hại: làm rối loạn thần kinh, có hại đối với thận, gan; có thể gây ung thư. 4. **Triclo-êtan**. Nguồn: xịt sơn khí trong phòng. Tác hại: gây kích thích bệnh phổi, đau đầu. 5. **Ôxit nitơ**. Nguồn: lò sưởi và bếp củi, dầu hoa hay gas trong phòng không thông gió. Tác hại: gây kích thích bệnh phổi, đau đầu. 6. **Bụi amiăng**. Nguồn: vỏ bọc cách nhiệt các đường ống, trần, tường, mái...bằng vật liệu amiăng. Tác hại: gây bệnh phổi và ung thư phổi. 7. **Ôxit các bon**. Nguồn: các lò đốt không hoàn thiện công nghệ đốt, các bếp củi, dầu hoá, gas thông khí kém. Tác hại: gây đau đầu, buồn nôn, kích thích bệnh tim. 8. **Khói thuốc lá**. Nguồn: hút thuốc. Tác hại : gây các bệnh phổi, ung thư phổi và bệnh tim. 9. **Metylen – clorua**. Nguồn: sơn màu, vẽ màu và các chất pha sơn và vecni. Tác hại: gây rối loạn thần kinh, bệnh đài đường. 10. **Andehit –formic**. Nguồn: các đồ đạc gia đình có dán các lớp đệm (tấm bọt xốp). Tác hại: kích thích mắt, da và phổi, gây hoa mắt buồn nôn. 11. **Benzo –piren**. Nguồn: khói thuốc lá, lò sưởi đốt bằng củi. Tác hại: ung thư phổi. 12. **Styren**. Nguồn : thảm và sản phẩm bằng chất dẻo. Tác hại: gây hại đối với thận và gan. 13. **Radon-222**. Nguồn: đất đá xung quanh nền nhà và nước có tính phóng xạ, cát sỏi dùng làm nhà bị nhiễm xạ. Tác hại: ung thư phổi.

Ở bảng 3.1 giới thiệu tóm tắt các chất ô nhiễm không khí trong nhà, nguồn thải và nồng độ trung bình các chất ô nhiễm tới hạn an toàn [Nguồn: Gilbert M. Master. *Introduction to environment engineering and science*. Prentce - Hall International (UK) Limited. Lodon 1991].

Cần đặc biệt chú ý đến ô nhiễm khói thuốc lá và khí phóng xạ radon, bởi vì chúng có tác hại rất lớn đến sức khỏe con người. Ví dụ như ở Mỹ mỗi năm có khoảng nửa triệu người chết do nguyên nhân hút thuốc lá và khoảng 20 nghìn người chết do nguyên nhân trong môi trường sống có nồng độ khí radon lớn. Bụi tàn thuốc lá có kích thước rất nhỏ, đường kính trung bình chỉ khoảng 0,2µm, nên nó xâm nhập vào đường hô hấp rất sâu, vào tận phổi, trong hơi thuốc lá có chứa nhiều chất độc hại.

Cần chú ý rằng trong bảng 3.1 cho nồng độ bụi amiăng nói chung, nhưng trong thực tế có 2 loại sợi amiăng: (1) Loại amiăng amphibole, bao gồm amosite (màu nâu) và crocidolite (màu xanh), loại amiăng này rất độc hại, nên đã bị cấm sử dụng ở nhiều nước, trong đó có nước ta; (2) Loại serpentine, đặc trưng là chrysotile, loại này ít độc hại hơn, nên đang được phép sử dụng.

Bảng 3.1. Chất ô nhiễm, nguồn thải trong nhà, các giới hạn không nên vượt quá

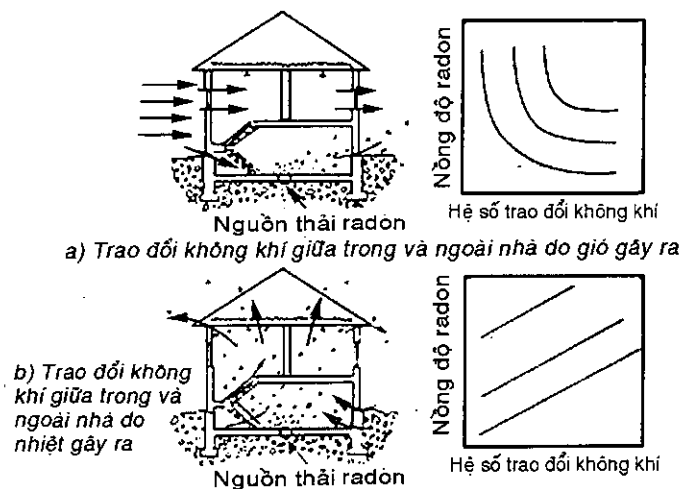
Chất ô nhiễm và nguồn thải trong nhà	Nồng độ trung bình không nên vượt quá
1. Bụi sợi amiăng và các sol khí amiăng: phát thải từ các vách ngăn, trần, mái bằng tấm amiăng, vật liệu cách nhiệt, hút âm thanh và các trang trí được sản xuất từ sợi amiăng.	2 sợi amiăng/ml không khí, đối với sợi dài hơn 5µm. Có 2 loại sợi amiăng: - Nhóm Amphibole: Amosite (màu nâu) và Crocidolite (màu xanh). - loại này rất độc hại đã bị cấm sử dụng. - Nhóm Serpentine, đặc trưng là Chrysotile - ít độc hại hơn nên đang được sử dụng.
2. Cacbon oxit (CO) : bếp gas, bếp dầu, bếp than, lò đốt củi, kho gas, hút thuốc.	Trung bình 24 giờ: 5 mg/m ³ , trung bình 8 giờ: 10mg/m ³ , trung bình 1 giờ: 40 mg/m ³ .
3. Các khí thuộc dạng anđehyt : phát thải từ ván ép, cốt ép, gỗ dán, thảm nhựa, đệm mút bọt xốp, vật liệu cách nhiệt, hút âm và một số cấu kiện vật liệu xây dựng khác.	120 µg/m ³ .
4. Bụi hô hấp : các nguồn thải là hút thuốc, máy hút bụi thải, bếp đun rom rạ, củi, lò sưởi.	Trung bình năm: 50 - 110 µg/m ³ , trung bình 24 giờ: 125 - 350 µg/m ³ .
5. Nitơ oxit (NOx) : bếp gas và bếp dầu, lò gas.	Trung bình năm: 100 µg/m ³ .
6. Ozon (O ₃) : phòng máy photocopy, máy làm sạch không khí bằng tĩnh điện.	Một lần trong năm: 235 µg/m ³ /h
7. Radon và họ khí radon : phát tán từ mặt đất, nước ngầm và vật liệu cấu kiện xây dựng.	Mức quanh năm: 0,01 pCi/l.
8. Sulfuro (SO ₂) : bếp dầu, bếp than.	Trung bình 24 giờ: 365 µg/m ³ .
9. Chất hữu cơ bay hơi : phòng bếp, phòng hút thuốc, xịt khử mùi của phòng, các xịt thơm phòng, sơn, vecni, dung môi, dán vải, dán đồ gia dụng, dán thảm sàn, gara xe máy, ô tô, v.v...	Chưa có số liệu quy định.

Nguồn: Nagda et al. (1987).

3.1.1. Trao đổi không khí trong và ngoài nhà

Thông thường khi không khí trong nhà bị ô nhiễm hơn không khí ở ngoài nhà thì người ta sẽ tiến hành thông gió trao đổi không khí giữa trong nhà và không khí ngoài nhà bằng ba cách: điều hoà không khí, thông gió nhân tạo (quạt cơ khí) và thông gió tự nhiên. Khi dùng máy điều hoà không khí (lọc bụi, lọc khí độc hại, làm mát, sưởi ấm, giảm ẩm không khí, v.v...) thì nhà

phải đóng kín cửa, tạo ra môi trường không khí trong nhà tách biệt với không khí ngoài nhà, đặc biệt là trong trường hợp không khí ngoài nhà bị ô nhiễm. Khi sử dụng biện pháp này thì môi trường không khí trong nhà đạt được độ trong sạch, nhưng nếu lượng không khí trao đổi giữa trong nhà và ngoài nhà nhỏ quá, thành phần không khí "tươi" vào nhà ít thì các ion hoạt tính của không khí tự nhiên sẽ vào nhà ít. Do đó con người sống và làm việc trong các phòng điều hoà như vậy thường hay bị mệt mỏi, mà người ta thường gọi là Hội chứng bệnh nhà đóng kín (Sick Building Syndrome). Thông gió nhân tạo là dùng quạt đẩy hay hút, thúc đẩy không khí trao đổi giữa trong và ngoài nhà qua hệ thống cửa sổ thông thường hay qua hệ thống đường ống thông gió chuyên dụng. Còn thông gió tự nhiên là lợi dụng chênh lệch áp lực gió (hình 3.2a) và áp lực nhiệt (hình 3.2b) giữa trong nhà và ngoài nhà để tạo ra không khí trong nhà lưu thông với ngoài nhà. Chênh lệch áp lực gió tự nhiên thường tạo ra không khí lưu thông theo chiều ngang, còn áp lực nhiệt (chênh lệch nhiệt độ) thì tạo ra không khí lưu thông theo chiều đứng.



Hình 3.2. Trao đổi không khí giữa trong nhà và ngoài nhà dưới tác dụng của gió (a) và dưới tác dụng chênh lệch nhiệt độ (b) Biến thiên của hệ số trao đổi không khí của phòng và biến thiên của nồng độ radon trong phòng ngược chiều nhau.

Khi lọc, làm sạch và sưởi ấm hay làm mát không khí trong phòng bằng hệ thống máy điều hoà không khí thì sẽ tiêu hao năng lượng tương đối lớn. Đặc biệt trong trường hợp nhà cửa thông thường có nhiều khe hở rò rỉ không khí qua cửa sổ, cửa đi, hoặc kết cấu bao che có khả năng cách nhiệt kém thì năng lượng (điện năng) tiêu hao càng nhiều. Ngay như nhà cửa ở các nước châu Âu, châu Mỹ đã được thiết kế, xây dựng cách nhiệt, cách khí

cẩn thận mà năng lượng lãng phí này cũng còn chiếm trên 10%. Đối với nhà cửa ở nước ta thì tỷ lệ năng lượng lãng phí này còn cao hơn nhiều.

Việc lãng phí năng lượng và lãng phí vật liệu xây dựng (như xi măng, gạch, thép v.v...) sẽ làm tăng nhu cầu năng lượng của xã hội (cần phải sản xuất điện, xi măng, vật liệu xây dựng nhiều hơn), phải đốt nhiên liệu nhiều hơn, do đó sẽ làm tăng nguồn thải công nghiệp gây ô nhiễm môi trường và "khí nhà kính" làm BĐKH.

3.1.2. Mô hình chất lượng không khí trong nhà

Có thể áp dụng khái niệm về mô hình hình hộp khí tính nồng độ khối thuốc lá trong cửa hàng giải khát để giải bài toán về chất lượng không khí trong nhà. Trước hết ta thiết lập mô hình để tính chất lượng không khí trong nhà đơn giản chỉ là một hộp không gian chung (1 phòng), sau đó mở rộng dần đối với nhà 2 phòng, 3 phòng và nhiều phòng. Mô hình 2 phòng thường dùng để tính nồng độ radon trong phòng ở của nhà, còn các loại mô hình có nhiều không gian hơn thường dùng để giải bài toán cho chất lượng không khí toàn bộ không gian của nhà.

Giả thiết có một nhà là một không gian chung như giới thiệu ở hình 3.3 thì có thể thiết lập mô hình 1 phòng. Trong phòng có nguồn thải với hệ số thải đã biết. Khi không khí từ bên ngoài thẩm thấu vào phòng có thể mang theo chất ô nhiễm, tức là bổ sung vào nguồn thải. Một phần chất ô nhiễm trong phòng lại có thể do không khí thẩm thấu đi ra mang theo. Nếu phòng có hệ thống thiết bị làm mát không khí (như hệ thống điều hoà không khí chẳng hạn) thì một phần chất ô nhiễm sẽ đi ra (giảm đi) hoặc đi vào phòng (tăng thêm) qua hệ thống máy điều hoà không khí này.

Cho rằng sự hoà trộn chất ô nhiễm không khí trong phòng là đồng đều thì phương trình cân bằng chất đối với tính toán ô nhiễm trong phòng sẽ có dạng:

Lượng tăng ô nhiễm trong phòng = Lượng ô nhiễm trong phòng sinh ra -
- Lượng ô nhiễm đi ra khỏi phòng - Lượng ô nhiễm suy giảm trong phòng,
tức là:

$$V \cdot dC/dt = S + C_a IV - CIV - KCV, \quad (3.1)$$

trong đó: V - thể tích không gian của phòng (m^3);

I - hệ số thay đổi không khí của phòng (lần/h);

S - lượng ô nhiễm thải trong phòng (mg/h);

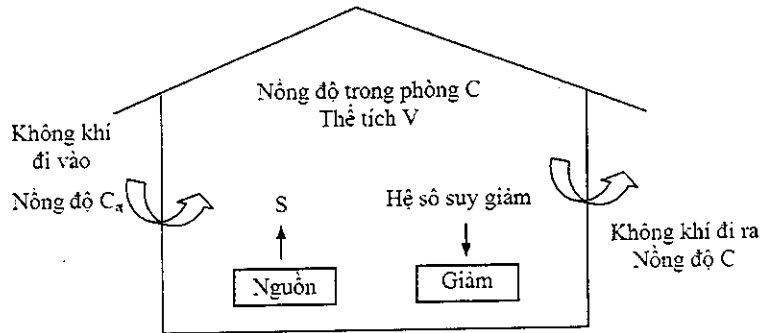
C_a - nồng độ chất ô nhiễm không khí xung quanh (ngoài nhà), (mg/m^3) trong không khí đi vào phòng;

C - nồng độ chất ô nhiễm trong không khí ở trong phòng (mg/m^3);

K - hệ số tự phân huỷ chất ô nhiễm trong phòng (1/h), đối với một số chất ô nhiễm thông thường cho ở bảng 3.2.

Trong điều kiện cân bằng ổn định thì $dC/dt = 0$ và giải phương trình (3.1) ta được:

$$C(\infty) = \frac{S/V + C_a I}{I + K} \quad (3.2)$$



Hình 3.3. Mô hình hình hộp để tính ô nhiễm không khí trong phòng

Bảng 3.2. Hệ số tự phân huỷ của một số chất ô nhiễm trong nhà

Chất ô nhiễm	Hệ số K (1/h)
1. CO	0,0
2. NO	0,0
3. NO _x	0,15
4. HCHO	0,4
5. SO ₂	0,23
6. Bụi lơ lửng (< 0,5 μm)	0,48
7. Radon	$7,6 \cdot 10^{-3}$

Trong trường hợp tổng quát thì lời giải của bài toán này sẽ là :

$$C(t) = \frac{S/V + C_a I}{I + K} (1 - e^{-(I+K)t}) + C(0) \cdot e^{-(I+K)t}, \quad (3.3)$$

trong đó: C(0) - nồng độ ô nhiễm ban đầu ($t = 0$) của không khí trong phòng.

Có một số chất ô nhiễm trong phòng như CO và NO, nếu chúng không thay đổi, tức là không bị phân huỷ theo thời gian thì hệ số K = 0 (bảng 3.2). Trường hợp đặc biệt đối với các chất ô nhiễm không tự phân huỷ mà nồng

độ của chúng trong không khí ngoài nhà lại vô cùng nhỏ ($C_a \approx 0$), cũng như nồng độ chất ô nhiễm trong phòng ở thời điểm ban đầu $t = 0$ rất nhỏ thì phương trình (3.3) tính nồng độ chất ô nhiễm trong phòng trở thành đơn giản như sau:

$$C(t) = \frac{S}{I.V} (1 - e^{-It}) \quad (3.4)$$

Ví dụ 3.1. Phòng bếp đun nấu bằng dầu hỏa.

Cho một phòng bếp có thể tích $V = 46 \text{ m}^3$, trong điều kiện mùa đông phòng đóng kín cửa, hệ số thay đổi không khí của phòng là 0,25 lần/h. Sau 2 giờ nấu bếp đo được nồng độ khí CO trong phòng là 20 mg/m^3 . Giả thiết nồng độ khí CO trong phòng ở thời điểm ban đầu bằng 0 ($C(0) = 0$), nồng độ khí CO ở không khí ngoài nhà cũng không đáng kể, khí CO không bị phân huỷ theo thời gian (ổn định). Xác định lượng khí CO do bếp thải ra. Nếu như cũng dùng bếp dầu đó ở phòng bếp to hơn, có thể tích $V = 120 \text{ m}^3$ và hệ số thay đổi không khí trong phòng là 0,4 lần/h. Dự báo nồng độ khí CO trong phòng trong điều kiện cân bằng ổn định.

Giải: Từ công thức (3.4) ta xác định được lượng thải ô nhiễm trong nhà của phòng bếp là:

$$S = \frac{IVC(t)}{1 - e^{-It}} = \frac{0,25 \cdot 46 \text{ m}^3 \cdot 20 \text{ mg/m}^3}{1 - e^{-0,25/h \cdot 2 \text{ h}}} = 585 \text{ mg/h.}$$

Nếu phòng có thể tích $V = 120 \text{ m}^3$ và hệ số thay đổi không khí $I = 0,45$ thì nồng độ khí CO ở trong phòng khi cân bằng ổn định là :

$$C(\infty) = \frac{S}{IV} = \frac{585 \text{ mg/h}}{0,4 \cdot 1/h \cdot 120 \text{ m}^3} = 12,2 \text{ mg/m}^3.$$

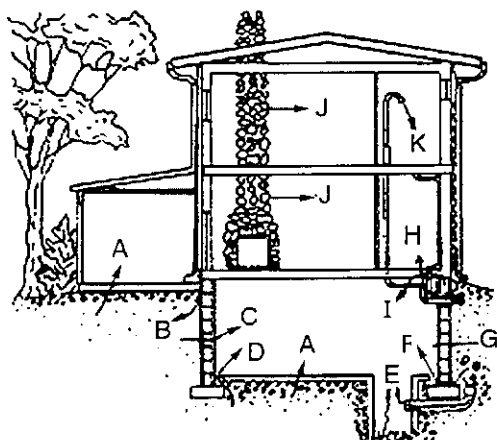
Theo QCVN 05: 2013/BTNMT thì nồng độ khí CO trung bình 8 giờ của không khí xung quanh lớn nhất cho phép là 10 mg/m^3 . Vậy nồng độ khí CO trong phòng trên khi cân bằng ổn định đã vượt quá trị số quy chuẩn cho phép đối với môi trường không khí xung quanh.

3.1.3. Ô nhiễm radon

Một trong những chất ô nhiễm phóng xạ trong nhà cần quan tâm là khí radon. Khí radon và phóng xạ của nó là nguyên nhân gây bệnh ung thư phổi. Theo tài liệu của USEPA thì ở Mỹ mỗi năm có khoảng 5.000 - 20.000 người bị chết vì ung thư phổi bởi phóng xạ radon. Radon 222 là khí phóng xạ, với nửa thời gian chu kỳ sống của nó là 3,8 ngày, nó là một phần tự phân huỷ tự nhiên của urani (U) và chì. Radon là một chất khí trơ về mặt hoá học tồn tại trong thời

gian rất ngắn, nó là sản phẩm của poloni (Po), chì và bitmutua (bitmut (Bi) - hoá chất dùng trong thuốc tẩy rửa, nó bám chặt vào các hạt bụi li ti, theo đường hô hấp vào phổi và ở lại trong phổi, gây ra bệnh ung thư phổi.

Khí radon có thể được phát thải từ vật liệu xây dựng như gạch, ngói, bê tông chứa chất phóng xạ, nó còn do nguồn nước ngầm phát thải ra, hoặc phát thải từ các trận mưa rào. Nước máy không phát thải khí radon. Khí radon cũng còn do khí gas thải ra trong quá trình đốt gas (đun bếp). Đặc biệt là đất và sỏi đá có chứa radium sẽ phát thải khí radon lớn nhất. Hình 3.4 trình bày các đường phát thải khí radon vào phòng từ đất, vật liệu xây dựng và nước ngầm.



Chú thích:

- A - khe trong bê tông sỏi;
- B - các mạch vữa;
- C - khe mạch giữa các khối bê tông;
- D - mối nối giữa tường và nền;
- E - bề mặt đất hờ ở cống rãnh;
- F - ống thoát nước mưa chảy vào máng hờ;
- G - qua mạch hồ vữa;
- H - khe hở tiếp giáp giữa các ống;
- I - đầu tường hờ;
- J - vật liệu xây dựng;
- K - nước (từ giếng).

Hình 3.4. Các điểm chính (chỗ) mà radon đi qua vào phòng

Gạch xây nhà có chứa radon và nền đất thấm thấu nước mạnh là nguồn chính gây ra nồng độ radon lớn ở trong phòng. Hệ số phát thải radon từ nền nhà biến thiên trong khoảng rất rộng, từ 0,1 pCi/m².s đến 100 pCi/m².s hoặc cao hơn nữa.

Ví dụ 3.2. Xác định nồng độ radon trong nhà.

Giả thiết rằng hệ số phát thải khí radon của đất dưới nền nhà tầng 1 là 1,0 pCi/m².s, tất cả khí radon này đều thấm thấu xuyên qua nền nhà vào phòng. Diện tích nền nhà là 250 m², chiều cao của phòng là 3,6 m, hệ số thay đổi không khí của phòng là 0,9 lần/h. Xác định nồng độ khí radon trong phòng trong điều kiện cân bằng ổn định, nếu như nồng độ khí radon trong không khí xung quanh là không đáng kể.

Giải: Chúng ta có thể xác định nồng độ chất ô nhiễm ở trạng thái cân bằng ổn định theo công thức (3.2). Hệ số tự phân huỷ của khí radon theo bảng 3.2 là $K = 7,6.10^{-3} /h$.

Từ công thức (3.2) $C(\infty) = \frac{S/V + Ca.I}{I + K}$ ta có:

$$C(\infty) = \frac{(1 \text{ pCi/m}^2 \cdot s \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 250 \text{ m}^2) / (250 \text{ m}^2 \cdot 3,6 \text{ m})}{0,9 / \text{h} + 7,6 \cdot 10^{-3} / \text{h}}$$

$$= 1102 \text{ pCi/m}^3 = 1,102 \text{ pCi/l.}$$

Cục Bảo vệ môi trường của Mỹ (USEPA) đưa ra các trị số có tính chi dẫn như sau: nồng độ radon = 4 pCi/l là mức bắt đầu gây tác động nhẹ đối với cư dân, nồng độ radon = 8 pCi/l là không nên có. Chúng ta mong đợi kết quả nghiên cứu vấn đề này của các nhà khoa học về y học môi trường để có thể trả lời nồng độ radon bằng bao nhiêu thì có thể gây bệnh ung thư phổi?

3.1.4. Giảm thiểu các chất độc hại phát sinh từ vật liệu cấu thành nội thất công trình

Cần phải giảm thiểu các chất ô nhiễm không khí trong nhà phát sinh từ vật liệu cấu thành nội thất công trình để chúng không gây ảnh hưởng tiêu cực đến sự tiện nghi của người công nhân thi công, lắp đặt và người sử dụng nhà sau này. Các chất độc hại phát sinh từ vật liệu cấu thành nội thất của công trình thường là các chất kết dính, các chất đệm, các loại sơn, các chất phủ bề mặt, hệ thống thảm, các cấu kiện từ gỗ tổng hợp và tấm ép sản phẩm nông nghiệp. Trong chương VIII - Vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường đã trình bày về các nguồn thải các chất ô nhiễm không khí trong nhà phát sinh từ các vật liệu cấu thành nội thất và các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm nội thất. Nên ở đây không trình bày vấn đề này.

3.1.5. Quản lý chất lượng không khí trong nhà trước khi giao nhà

[Nguồn: LEED for New Construction Version 2.2, October 2005]

Cần phải quản lý chất lượng không khí trong nhà từ quá trình thi công, cải tạo và trước khi bàn giao nhà cho người sử dụng để đảm bảo sự tiện nghi và thoải mái cho công nhân thi công, cũng như cho người sử dụng tòa nhà sau này. Thực hiện việc quản lý chất lượng không khí trong nhà cho giai đoạn thi công và giai đoạn trước khi bàn giao nhà như sau:

Hoạt động 1: Tẩy rửa, làm sạch khí ô nhiễm và ẩm ướt của công trình.

- Sau khi kết thúc thi công hoàn thiện nội thất công trình, thực hiện tẩy rửa không khí trong nhà bằng cách cung cấp thông gió không khí ngoài nhà với lưu lượng thông gió tổng cộng là $4000 \text{ m}^3/\text{m}^2$ diện tích sàn nhà.

- Hoặc nếu muốn giao nhà trước khi hoàn thiện tẩy rửa không khí ô nhiễm thì tập trung thông gió khoảng không gian sẽ được dùng làm phòng ở với công suất thông gió ($\text{m}^3/\text{giờ}$) lớn hơn trị số nêu trên. Trong quá trình

thông gió tẩy rửa ô nhiễm, thông gió cần được bắt đầu ít nhất là 3 giờ trước khi tiến hành bàn giao nhà và tiếp tục trong suốt quá trình bàn giao cho đến khi lưu lượng thông gió tổng cộng đạt là $4000\text{m}^3/\text{m}^2$ diện tích sàn nhà.

Hoạt động 2: Kiểm tra chất lượng không khí trong nhà.

- Tiến hành đo lường kiểm tra nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí trong nhà theo đúng quy trình quan trắc chất lượng không khí theo quy định của cơ quan quản lý nhà nước về môi trường.

- Chứng minh rằng nồng độ tối đa chất gây ô nhiễm trong nhà không vượt quá trị số được liệt kê ở bảng dưới đây:

Bảng 3.3. Giới hạn tối đa cho phép đối với một số chất ô nhiễm không khí trong nhà

Chất ô nhiễm	Nồng độ tối đa.
Formandehit	50ppb
PM10	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
VOC	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
*4-PCH	6.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	9 ppm, khi CO trong không khí ngoài nhà \leq 9 ppm

Nguồn: Theo tài liệu [9]

* Kiểm tra chất này chỉ khi mà được yêu cầu nếu thảm và kết cấu nội thất được làm bằng vật liệu bởi từ mù cao su styrence butadiene.

- Đối với mỗi điểm thử nghiệm vượt nồng độ tối đa cho phép thì phải tiến hành thông gió với không khí bên ngoài và kiểm tra lại những tham số cụ thể cho tới khi đạt yêu cầu. Khi kiểm tra lại khu vực tòa nhà không tuân thủ, thì tiến hành quan trắc tại cùng vị trí như lần đầu tiên quan trắc.

1) Kiểm tra mẫu khí trong nhà cần được tiến hành trong điều kiện công trình đã được lắp đặt hoàn thiện nội thất, bao gồm nhưng không giới hạn đồ gỗ, cửa ra vào, sơn, thảm và kết cấu cách âm, cách nhiệt, cách ẩm v.v...

2) Tất cả các phép đo sẽ được tiến hành trước khi bàn giao, nhưng trong suốt thời gian bàn giao thông thường, và với hệ thống thông gió tòa nhà tại thời gian bắt đầu bình thường hằng ngày và hoạt động với tỷ lệ không khí ngoài nhà tối thiểu đối với khu vực bàn giao trong suốt quá trình kiểm tra.

3) Số lượng vị trí quan trắc kiểm tra sẽ được thay đổi tùy thuộc vào kích thước, quy mô của tòa nhà và số lượng các hệ thống thông gió. Với mỗi phần của tòa nhà được phục vụ bởi hệ thống thông gió riêng biệt, số lượng những điểm lấy mẫu sẽ không ít hơn $1/250\text{m}^2$ sàn nhà.

- Khuyến khích trang trí nội thất không nên làm cố định như gắn liền cố định với các khoang làm việc và vách ngăn, mà nên cấu tạo theo kiểu lắp ghép, nếu thấy cấu kiện nào phát thải chất ô nhiễm vượt quá trị số cho phép thì có thể tháo dỡ thay thế bằng cấu kiện khác không gây ô nhiễm một cách dễ dàng;

3.1.6. Một số biện pháp kiểm soát các nguồn thải chất độc hại ô nhiễm trong nhà

- Giảm thiểu sử dụng các vật liệu, cấu kiện, đồ dùng trong nhà có phát sinh các chất hóa học độc hại để hoàn thiện trang trí nội thất công trình như đã nêu ra ở chương VIII;

- Thiết kế kết cấu bao che công trình, cửa ra vào, các cửa sổ và các lỗ thông gió với các biện pháp che chắn, lọc khí, kể cả biện pháp dùng cây xanh, sao cho giảm thiểu và kiểm soát được ô nhiễm bụi xâm nhập vào công trình và sau đó bụi lan truyền ra khắp khu vực thường xuyên sử dụng trong công trình;

- Không hút thuốc lá trong phòng, đặc biệt là ở những nơi sinh hoạt công cộng, công trình thương mại, nhà văn hóa v.v..., nếu cần thì phải thiết kế phòng chuyên để hút thuốc lá ở vị trí kín, riêng biệt, cuối hướng gió và có hệ thống thông gió cơ khí hút thổi ra ngoài. Hoạt động của phòng hút thuốc phải được tách biệt. Áp suất không khí của phòng hút thuốc phải thấp hơn các phòng ở khu vực liền kề. Cửa ra vào phòng hút thuốc phải đóng kín liên tục. Cần phải kiểm tra cẩn thận tình trạng xấu nhất của việc lưu thông không khí từ phòng hút thuốc đến không gian liền kề với cửa phòng hút thuốc dù có đóng kín;

- Thông thường khí độc hại hoặc hóa chất độc hại có thể có và phát sinh trong nhà từ các bộ phận sau đây: gara ô tô, xe máy, khu vực vệ sinh, khu vực giặt và phòng máy phô tô, phòng máy in, gian bếp, v.v... Các phòng này cần được tổ chức thông gió tự nhiên hay cơ khí riêng biệt, tạo ra trong phòng có áp lực gió âm, không để không khí của các phòng này lan truyền sang các phòng khác, không được tổ chức thông gió tuần hoàn đối với các loại phòng này;

- Ở các công trình có hệ thống thông gió cơ khí hay hệ thống điều hòa không khí tập trung thì tại cửa lấy không khí vào (cửa cấp khí cho công trình) phải có bộ phận lọc sạch không khí trước khi đưa vào nhà;

- Thiết kế triệt để tận dụng tổ chức hệ thống thông gió tự nhiên trong điều kiện cho phép để đạt được tỷ lệ không khí ngoài trời cần thiết, bảo đảm chất lượng không khí trong nhà với tiêu hao năng lượng nhân tạo ít nhất. Lắp đặt

hệ thống giám sát thường xuyên cung cấp thông tin phản hồi về hiệu suất hệ thống thông gió để đảm bảo hệ thống thông gió duy trì hoạt động theo thiết kế yêu cầu thông gió tối thiểu. Thiết lập tất cả các thiết bị giám sát để tạo ra báo động khi các điều kiện khác nhau 10% hoặc hơn từ điểm cài đặt, hoặc qua hệ thống tự động hóa báo động cho các người điều hành tòa nhà hoặc qua một hình ảnh hay âm thanh cảnh báo cho những người cư ngụ trong tòa nhà biết;

- Bếp đun nấu, lò sưởi bằng than, dầu, củi, phải có ống hút gió đủ độ chênh lệch áp lực, nếu không thì phải bố trí quạt hút gió cho phòng;

- Ngăn ngừa các khe thấm thấu, rò rỉ khí radon từ bên ngoài thâm nhập vào nhà, như thể hiện trên hình 3.4, không dùng vật liệu được khai thác từ nơi có nguồn phóng xạ vượt quy chuẩn cho phép để làm nhà;

- Sử dụng các loại nước tẩy rửa và các loại thuốc xịt phòng chứa ít thành phần độc hại, bố trí thiết bị văn phòng, đặc biệt là máy phôtô, máy in ở chỗ thông thoáng.

3.2. TIỆN NGHI MÔI TRƯỜNG VI KHÍ HẬU TRONG NHÀ

3.2.1. Các đặc trưng môi trường vi khí hậu trong nhà

Khí hậu chung của một vùng hay một nước chịu tác động của các nhân tố vĩ mô như Mặt Trời, vĩ độ, địa hình, trạng thái bề mặt Trái Đất, trạng thái khí quyển,... ta gọi là "đại khí hậu". Vi khí hậu là khí hậu ở một phạm vi nhỏ như khí hậu trong phòng, trong công trình, khí hậu trong xóm, trong tiểu khu,... Ngoài các tác động của các nhân tố vĩ mô như nêu ở trên, vi khí hậu còn chịu tác động chủ yếu của các điều kiện biên do con người tạo nên, như: nhà cửa, giải pháp bố trí quy hoạch kiến trúc, cây cối, ao hồ, sân bãi, kết cấu bao che công trình, cũng như các hoạt động sinh hoạt và sản xuất của con người ở trong công trình.

Xuất phát từ sự tác động của môi trường vi khí hậu đến con người và công trình, vi khí hậu được đặc trưng bởi 4 yếu tố chính: nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối của không khí, tốc độ chuyển động của không khí và bức xạ của môi trường (do nhiệt độ bề mặt của các kết cấu xung quanh và đồ đạc thiết bị trong nhà gây ra).

Nhiệt độ không khí có ảnh hưởng lớn nhất đối với cảm giác nóng lạnh của con người. Tăng cao nhiệt độ trong mùa lạnh sẽ đảm bảo điều kiện ấm áp cho con người, hạ thấp nhiệt độ trong mùa nóng sẽ làm cho con người ta cảm thấy mát mẻ, dễ chịu. Biên độ dao động nhiệt độ không khí trong ngày

là một chỉ tiêu có quan hệ đến điều kiện vệ sinh đối với con người. Dao động nhiệt độ càng lớn, cơ thể con người càng phải tự điều tiết thân nhiệt nhiều, nên càng mệt mỏi và dễ sinh ốm đau.

Độ ẩm cũng liên quan khá lớn đến cảm giác nóng lạnh của con người. Về mùa lạnh, độ ẩm càng cao, cơ thể bị mất nhiệt ra môi trường xung quanh càng nhanh, do đó càng cảm thấy lạnh. Về mùa nóng độ ẩm càng cao, mồ hôi càng khó bốc hơi toả nhiệt, mồ hôi chảy ra chỉ làm ướt đầm quần áo, con người càng cảm thấy oi bức, khó chịu.

Tốc độ gió có liên quan tới tốc độ bốc hơi toả nhiệt của mồ hôi, cũng như đẩy mạnh quá trình trao đổi nhiệt giữa con người và môi trường xung quanh bằng đối lưu. Gió càng lớn cơ thể thoát nhiệt càng nhanh, do đó gây cảm giác mát mẻ trong mùa nóng và cảm giác rét buốt trong mùa lạnh.

Con người còn trao đổi nhiệt bức xạ với các bề mặt kết cấu và đồ vật xung quanh. Khi nhiệt độ bề mặt kết cấu xung quanh cao hơn nhiệt độ mặt da người, cơ thể sẽ nhận thêm lượng nhiệt bức xạ của các bề mặt đó. Khi nhiệt độ mặt da lớn hơn thì ngược lại, cơ thể sẽ bức xạ nhiệt tới các bề mặt xung quanh. Nhiệt độ bề mặt kết cấu cao trong mùa hè sẽ làm tăng thêm cảm giác nóng bức của con người trong mùa nóng và nhiệt độ bề mặt kết cấu thấp trong mùa đông sẽ làm tăng thêm cảm giác giá lạnh trong mùa lạnh.

Cần chú ý là tác động của các yếu tố vi khí hậu nêu trên lên cơ thể con người có tính chất tổng hợp, đồng thời và quan hệ hữu cơ với nhau.

3.2.2. Tác động của các yếu tố môi trường vi khí hậu đến cảm giác nhiệt của con người [3]

Nhiệt độ bản thân con người (thân nhiệt) thường giữ ở một trị số không đổi từ 36,5°C đến 37,5°C, trung bình là 37°C. Con người có thể bị tử vong khi thân nhiệt hạ xuống dưới 25 - 28°C hay tăng lên trên 43°C. Sở dĩ thân nhiệt cố định được là do các bộ phận chức năng điều hoà thân nhiệt làm việc dưới sự chi phối của hệ thần kinh, nhiệt năng không ngừng được sản sinh ra trong cơ thể và không ngừng được toả ra môi trường xung quanh.

Lượng nhiệt do các quá trình sinh lý trong cơ thể sinh ra (M) phụ thuộc vào những yếu tố như: đặc điểm sinh lý của cơ thể, lứa tuổi và mức độ nặng nhọc của công việc đang làm. Trị số của M có thể lấy theo bảng 3.4. Đối với thiếu niên, các trị số cho trong bảng 3.4 phải nhân với hệ số 0,8.

Bảng 3.4. Lượng nhiệt do quá trình sinh lý trong cơ thể người sinh ra (M)

Dạng công việc	M (kcal/h)
1. Người ở trạng thái yên tĩnh :	
- Nằm	70
- Ngồi	75 - 80
- Đứng	85
- Đứng nghiêm	90 - 100
Dạng công việc	M (kcal/h)
2. Lao động chân tay :	
- Quay máy, sắp chữ (in) và những công việc tương tự.	100 - 120
- Đánh máy chữ, sử dụng các loại máy công cụ (công nhân cơ khí) và những công việc tương tự.	120 - 170
- Công tác đúc, luyện kim và những công việc tương tự.	150 - 250
- Công việc đào đất, rèn và những công việc tương tự	250 - 420
3. Lao động trí óc :	
- Ngồi đọc sách	100
- Làm việc với máy tính	115
- Làm việc nghiên cứu thí nghiệm	120 - 140
- Giảng bài	170 - 270

Con người trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới các dạng chủ yếu sau đây: bức xạ, đối lưu, bốc hơi mồ hôi và hô hấp. Các lượng nhiệt trao đổi đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: quần áo mặc, tư thế con người (ngồi, nằm, đứng) và điều kiện vi khí hậu của môi trường. Các lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường xung quanh được tính như sau:

3.2.2.1. Lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ

Lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ được xác định theo định luật Stefan - Boltzman.

Trong điều kiện thông thường, con người ăn mặc nhẹ nhàng, nhiệt độ mặt da và nhiệt độ bề mặt kết cấu chên lệch không lớn lắm thì có thể dùng công thức đơn giản sau đây để tính lượng nhiệt trao đổi bằng bức xạ giữa con người và môi trường xung quanh:

$$q_{bx} = 2,16 (35 - t_R) \text{ (kcal/h)} . \quad (3.5a)$$

Ở đây 35 là trị số gần đúng của nhiệt độ trung bình bề mặt da cơ thể con người.

Nếu q_{bx} dương thì lượng nhiệt từ con người toả ra, ngược lại thì lượng nhiệt sẽ đi từ mặt kết cấu bức xạ vào con người.

Nhiệt độ t_R thường gọi là nhiệt độ bức xạ trong phòng, có thể xác định theo công thức gần đúng :

$$t_R = \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i} (^\circ\text{C}), \quad (3.5b)$$

trong đó: F_i và t_i - diện tích (m^2) và nhiệt độ ($^\circ\text{C}$) của bề mặt kết cấu thứ i của phòng.

3.2.2.2. Lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu

Lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu giữa con người và môi trường xung quanh được xác định theo định luật Niuton.

Áp dụng trong điều kiện thực tế, Givoni B. và Berner - Nir kiến nghị công thức tính lượng nhiệt trao đổi bằng đối lưu giữa con người và môi trường không khí xung quanh như sau:

$$q_{dl} = \alpha \cdot v^{0,3} (35 - t_k), \quad (3.6a)$$

trong đó: α - hệ số kể đến ảnh hưởng của quần áo đối với trao đổi nhiệt bằng đối lưu: - khi mặc quần áo mỏng $\alpha = 15,8$;

- khi mặc quần áo trung bình $\alpha = 13,0$;

- khi mặc quần áo dày $\alpha = 11,6$;

v - tốc độ chuyển động của không khí trong phòng (m/s);

t_k - nhiệt độ không khí trong phòng ($^\circ\text{C}$).

Trường hợp thông thường, lượng nhiệt q_{dl} có thể tính theo công thức đơn giản gần đúng:

$$q_{dl} = 8,87 \sqrt{v} (35 - t_k), \quad (\text{kcal/h}). \quad (3.6b)$$

Nếu q_{dl} dương, gió có tác dụng giúp con người toả nhiệt ra môi trường xung quanh, ngược lại, gió sẽ làm tăng lượng nhiệt đối lưu truyền vào cơ thể con người.

Nếu dùng nhiệt độ phòng (t_f) thay thế cho tác dụng tổng hợp của nhiệt độ không khí (t_k) và nhiệt độ bề mặt kết cấu (t_R) để đặc trưng cho trạng thái nhiệt độ của phòng, thì lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường xung quanh dưới dạng bức xạ và đối lưu được xác định theo công thức :

$$Q_{b,d} = \beta_1 \beta_2 (2,16 + 8,87 \sqrt{v}) (35 - t_f), \quad (3.7)$$

trong đó: β_1 - hệ số kể đến ảnh hưởng của cường độ lao động:

- khi lao động nhẹ $\beta_1 = 1$;

- khi lao động trung bình $\beta_1 = 1,07$;
- khi lao động nặng $\beta_1 = 1,15$;
- β_2 - hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt trở của quần áo :
 - khi mặc quần áo mỏng $\beta_2 = 1$;
 - khi mặc quần áo ấm bình thường $\beta_2 = 0,655$;
 - khi mặc quần áo dày, nặng $\beta_2 = 0,488$.

Trên cơ sở đảm bảo lượng nhiệt trao đổi giữa con người và môi trường trong phòng khi có nhiệt độ là t_f tương đương với khi môi trường có nhiệt độ là t_k , t_R và tốc độ gió v , ta có công thức tính nhiệt độ phòng như sau [2, 3]:

$$t_f = k_v t_k + (1 - k_v) t_R, \quad (3.8)$$

trong đó: k_v - hệ số kể đến ảnh hưởng của tốc độ chuyển động của không khí trong phòng, có thể lấy gần đúng theo bảng 3.5.

Bảng 3.5. Hệ số k_v

Tốc độ chuyển động (v) của không khí (m/s)	0-0,05	0,1	0,2	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1
Hệ số k_v	0,5	0,59	0,67	0,73	0,78	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88

3.2.2.3. Lượng nhiệt con người toả đi bằng bốc hơi mồ hôi

Lượng mồ hôi bốc hơi tối đa phụ thuộc vào hiệu số áp lực riêng của hơi nước giữa mặt da và không khí và tốc độ gió trong phòng, được xác định theo định luật Dalton. Công thức xác định lượng nhiệt tối đa toả đi bằng mồ hôi bốc hơi như sau :

$$q_{mh}^{max} = P \cdot v^{0,3} (42 - e), \quad (3.9)$$

trong đó: P - hệ số kể đến ảnh hưởng của quần áo đối với trao đổi nhiệt bằng bốc hơi mồ hôi :

- khi mặc quần áo mỏng $P = 31,6$;
- khi mặc quần áo trung bình $P = 20$;
- khi mặc quần áo dày, nặng $P = 13,0$;
- 42 - áp lực riêng của hơi nước bão hoà trên mặt da, tương ứng với nhiệt độ mặt da trung bình là 35°C ;
- e - áp lực riêng của hơi nước chứa trong môi trường không khí đang xét (mmHg).

Lượng nhiệt cần thoát đi bằng mồ hôi bốc hơi thực tế (ký hiệu là q_{mh}^{ct}) có thể nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn trị số q_{mh}^{max} được xác định theo công thức (3.9) ở trên. Khi $q_{mh}^{ct} < q_{mh}^{max}$ thì cơ thể con người có thể thoát nhiệt bằng bốc hơi mồ hôi, nhưng khi $q_{mh}^{ct} \geq q_{mh}^{max}$ thì mồ hôi không thể bốc hơi hết, làm ướt đầm quần áo và con người sẽ cảm thấy rất nóng bức.

3.2.2.4. Lượng nhiệt trao đổi theo đường hô hấp

Ứng với thân nhiệt $t = 36,5^\circ\text{C}$ và tỷ nhiệt của không khí $C = 0,24$ kcal/kg. $^\circ\text{C}$, lượng nhiệt trao đổi theo đường hô hấp là :

$$q_{hh} = 0,24.G.(36,5 - T_k), \text{ (kcal/h).} \quad (3.10)$$

trong đó: G - lượng không khí hô hấp trong 1 giờ của con người (kg/h).

Thông thường thì q_{hh} rất nhỏ.

3.2.3. Phương trình cân bằng nhiệt giữa con người và môi trường xung quanh

Qua sự phân tích các lượng nhiệt trao đổi ở trên, ta có thể viết phương trình cân bằng nhiệt giữa môi trường và cơ thể con người như sau :

$$M \pm q_{bx} \pm q_{dl} \pm q_{hh} - q_{mh} - q_{ld} \pm \Delta q = 0, \quad (3.11)$$

trong đó: $M, q_{bx}, q_{dl}, q_{mh}, q_{hh}$ - ký hiệu như trên;

q_{ld} - lượng nhiệt tổn hao cho hoạt động lao động của cơ thể con người;

$\pm \Delta q$ - lượng nhiệt thừa hoặc thiếu của cơ thể con người.

Lượng nhiệt q_{ld} thường chiếm khoảng 5 - 35% lượng nhiệt sản sinh của con người do lao động chân tay và trí óc gây ra, lao động càng nặng nhọc thì tỷ lệ lượng nhiệt q_{ld} càng lớn.

Ví dụ đối với lao động nặng trung bình ở tư thế đứng có $M = 150$ kcal/h, lấy tỷ lệ đó bằng 20% thì lượng nhiệt tổn hao cho lao động sẽ bằng:

$$q_{ld} = 0,2.(150 - 85) = 13 \text{ kcal/h,}$$

trong đó: 85 - lượng nhiệt do con người sinh ra khi đứng nghỉ ngơi (bảng 3.4).

Trong phương trình (3.11) nếu q_{mh} và Δq đều bằng 0 (hoặc xấp xỉ bằng 0), cơ thể được cân bằng nhiệt một cách tự nhiên với môi trường xung quanh, con người không phải điều tiết mồ hôi toả nhiệt, do đó người ta sẽ cảm thấy dễ chịu nhất. Nếu $q_{mh} = 0$ và Δq âm, người ta cảm thấy lạnh, ngược lại $q_{mh} \neq 0$ và Δq dương thì sẽ cảm thấy nóng.

Vì vậy, phương trình (3.11) là cơ sở vật lý - sinh lý của cảm giác nóng lạnh của con người và cũng là cơ sở khoa học để định ra các chỉ tiêu đánh giá sự tiện nghi môi trường vi khí hậu trong nhà.

3.2.4. Điều kiện tiện nghi nhiệt của môi trường vi khí hậu

Điều kiện tiện nghi nhiệt của môi trường trong công trình xây dựng được hình thành từ nhiều điều kiện tiện nghi của các môi trường thành phần như: môi trường nhiệt ẩm, môi trường không khí, môi trường ánh sáng, v.v... Người ta đánh giá trạng thái môi trường chung trong công trình thông qua việc đánh giá từng môi trường thành phần. Gần đây O.A. Mukhin và I.I. Nicberg đã đề xuất phương pháp đánh giá định lượng trạng thái môi trường chung của công trình thông qua chỉ số tổng hợp K, theo biểu thức sau đây:

$$K = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^m T_{p,i} K_{p,i}, \quad (3.12a)$$

trong đó: $T_{p,i}$ - chỉ số tiện nghi của từng môi trường thành phần;

$K_{p,i}$ - hệ số "tỷ trọng" của môi trường thành phần thứ i đối với tiện nghi chung của môi trường trong công trình.

$$\sum_{i=1}^m K_{p,i} = 100\%; \quad (3.12b)$$

m - số lượng các môi trường thành phần.

"Tỷ trọng" của từng môi trường thành phần đối với tiện nghi chung của môi trường trong công trình phụ thuộc vào chức năng và tính chất của công trình. Các tác giả trên đã kiến nghị hệ số tỷ trọng $K_{p,i}$ (%) của từng môi trường thành phần tương ứng với các công trình có chức năng khác nhau cho ở bảng 3.6.

Bảng 3.6. Hệ số tỷ trọng $K_{p,i}$ (%) của từng môi trường thành phần trong nhà

Môi trường thành phần	Nhà ở	Khách sạn	Bệnh viện	Nhà trẻ	Nhà hành chính
Môi trường nhiệt ẩm	70	70	60	50	40
Môi trường không khí	20	20	30	30	30
Môi trường chiếu sáng	10	10	10	20	30

Từ kinh nghiệm thực tế sử dụng công trình cũng như xét số liệu ở bảng 3.5 thấy rằng môi trường nhiệt ẩm có ý nghĩa quan trọng nhất và là đối tượng được quan tâm hàng đầu, sau đó đến chất lượng môi trường không khí.

Ứng với mỗi công trình, với chức năng sử dụng đã được xác định, người thiết kế cần phải biết môi trường nhiệt ẩm thế nào là tiện nghi, dễ chịu để tìm các giải pháp thiết kế đáp ứng.

Cho đến nay trên thế giới đã có nhiều loại chỉ tiêu (thước đo) để đánh giá trạng thái tiện nghi nhiệt của môi trường vi khí hậu. Ba chỉ tiêu được sử

dụng tương đối rộng rãi trong thiết kế thực tế là: nhiệt độ hiệu quả tương đương, chỉ số điều kiện nhiệt Zolten - Korencov và chỉ số cường độ nóng Belding Hatch.

Nhiệt độ hiệu quả tương đương (The Equivalent Effective Temperature) dựa trên cơ sở cho rằng cảm giác nhiệt của con người phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ chuyển động của không khí theo dạng :

$$t_{hqtđ} = t + \int_{\varphi_0}^{\varphi} x d\varphi + \int_{v_0}^v y dv, \quad (3.13)$$

trong đó: φ_0, v_0 - độ ẩm tương đối và tốc độ gió thích nghi nhất đối với con người;

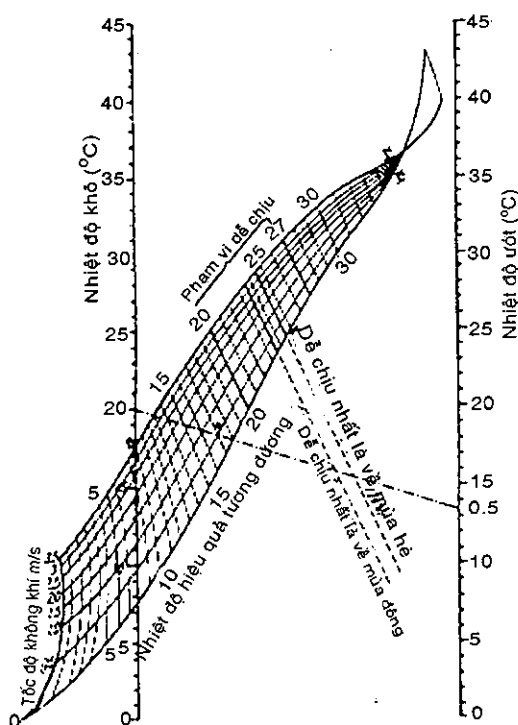
$\int x d\varphi$ và $\int y dv$ - trị số hiệu chỉnh kể đến ảnh hưởng của độ ẩm

tương đối và tốc độ gió đối với cảm giác nhiệt của con người.

Hội thông gió cấp nhiệt và điều hoà không khí của Mỹ (ASHRAE) đã đề nghị dùng nhiệt độ hiệu quả tương đương làm thước đo mức độ nóng lạnh của vi khí hậu. Nhiệt độ hiệu quả tương đương có nhược điểm là chưa bao hàm yếu tố nhiệt độ bức xạ của các bề mặt kết cấu xung quanh.

Hình 3.5 thể hiện quan hệ giữa nhiệt độ hiệu quả tương đương và nhiệt độ không khí, tốc độ gió và độ ẩm của không khí. Ở hình 3.5, trục tung bên trái là nhiệt độ khô, bên phải là nhiệt độ ướt của không khí, mỗi đường cong của biểu đồ ứng với một trị số tốc độ chuyển động của không khí. Các đường kẻ nghiêng cho trị số nhiệt độ hiệu quả tương đương. Ở hình 3.5 còn giới thiệu phạm vi nhiệt độ hiệu quả tương đương tiện nghi (dễ chịu) đối với cảm giác nhiệt của người Việt Nam.

Ví dụ 3.3. Xác định nhiệt độ hiệu quả tương đương khi nhiệt độ không khí $t_k = 28^\circ\text{C}$, độ ẩm $\varphi = 70\%$ và tốc độ gió $v = 0,5 \text{ m/s}$.



Hình 3.5. Biểu đồ xác định nhiệt độ hiệu quả tương đương

Giải : Từ trị số $\phi = 70\%$ và $t_k = 28^\circ\text{C}$, căn cứ vào biểu đồ I - d (trong tài liệu [2,3]), tìm được nhiệt độ ướt của không khí $t_w = 24^\circ\text{C}$ (đo bằng nhiệt kế ướt). Trên biểu đồ ở hình 3.5 xác định hai điểm nhiệt độ ướt ($t_w = 24^\circ\text{C}$) và nhiệt khô ($t_k = 28^\circ\text{C}$) ở trên hai trục tung bên phải và bên trái, và kẻ 1 đường thẳng đi qua 2 điểm đó. Đường thẳng này gặp đường cong $v = 0,5 \text{ m/s}$ ở điểm M. Từ điểm M ta đọc được trị số nhiệt độ hiệu quả tương đương là 25,3 độ. Do đó môi trường vi khí hậu trong nhà này thuộc loại dễ chịu (tiện nghi).

Xuất phát từ nguyên lý ở trên, C.G. Webb kiến nghị dùng công thức đơn giản sau đây để xác định nhiệt độ hiệu quả tương đương :

$$t_{hq} = 0,5 \cdot (t_k + t_w) - 1,94 \sqrt{v}. \quad (3.14)$$

Tính thử theo công thức C.G. Webb với các tham số vi khí hậu ở ví dụ 3.3 ta được:

$$T_{hq} = 0,5 \cdot (28 + 24) - 1,94 \sqrt{0,5} = 24,65 \text{ độ}.$$

Kết quả tính theo công thức đơn giản của C.G. Webb so với trị số tra theo biểu đồ ở hình 3.5 có chênh lệch nhau là $25,3 - 24,6 = 0,65$ độ.

* **Chỉ số điều kiện nhiệt ΣH** (The Heat Condition Index): V. Zoilen (người Hà Lan) và V.E. Korencov (người Nga) đã đề nghị dùng chỉ số điều kiện nhiệt ΣH để đánh giá trạng thái nhiệt của vi khí hậu. Chỉ số ΣH được tính như sau :

$$\Sigma H = 0,24 \cdot (t_k + t_R) + 0,1 \cdot d - 0,09 (37,8 - t_k) \sqrt{v}, \quad (3.15)$$

trong đó: t_R - nhiệt độ trung bình của các mặt trong kết cấu;

d - độ ẩm tuyệt đối (dung ẩm) của không khí trong phòng, tính bằng:

$$\frac{\text{g hơi nước}}{\text{kg không khí khô}}$$

v - tốc độ chuyển động của không khí trong phòng (m/s).

* **Chỉ số cường độ nóng - H.S.I** (The Heat Stress Index): H.S. Belding và T.F. Hatch ở Trường Đại học Pittsburgh đề nghị dùng chỉ số cường độ nóng (ký hiệu là H.S.I) để đánh giá cảm giác nóng lạnh của con người phụ thuộc vào điều kiện vi khí hậu. Chỉ số cường độ nóng H.S.I dựa trên quan niệm rằng hệ thống thần kinh tự điều tiết thân nhiệt bằng biện pháp điều tiết mồ hôi và hoạt động cơ năng. Trong một điều kiện vi khí hậu nhất định, cơ thể con người chỉ có thể toả nhiệt bằng mồ hôi bốc hơi tới một trị số tối đa nhất định ($q_{mh,max}$). Nếu lượng nhiệt thừa thực tế của con người cần toả đi bằng mồ hôi bốc hơi càng gần trị số cực hạn $q_{mh,max}$ thì con người càng cảm thấy nóng.

Chỉ số cường độ nóng H.S.I được xác định như sau :

$$HSI = \frac{q_{mh}^{ct}}{q_{mh,max}} 100\% = \frac{M \pm q_{bx} \pm q_{dl}}{q_{mh,max}} 100\%, \quad (3.16)$$

trong đó: M - xác định theo bảng 3.3 ;

q_{bx} , q_{dl} , $q_{mh,max}$ - xác định theo các công thức (3.5), (3.6) và (3.9).

Đại lượng $q_{mh}^{ct} = M \pm q_{bx} + q_{dl}$ chính là lượng nhiệt mà con người cần thải ra môi trường xung quanh bằng bốc hơi mồ hôi.

Khi $HSI = 0$, tương ứng với cảm giác dễ chịu nhất, $HSI < 0$ cảm giác lạnh, $HSI > 0$ cảm giác nóng; $HSI = 100\%$ tương ứng với cảm giác giới hạn trên của rất nóng.

Đánh giá trạng thái nhiệt của vi khí hậu theo chỉ số cường độ nóng HSI là phương pháp tiên bộ hơn so với chỉ số điều kiện ΣH và nhiệt độ hiệu quả tương đương.

Khi con người bị nóng, mồ hôi tiết ra nhiều, sẽ làm ướt bề mặt cơ thể và một phần thấm vào quần áo. Khi bốc hơi, lượng mồ hôi này không chỉ hút nhiệt từ cơ thể mà còn lấy nhiệt từ môi trường xung quanh. Do đó, con người phải thải một lượng mồ hôi nhiều hơn lượng mồ hôi cần thiết mới duy trì được trạng thái cân bằng nhiệt của cơ thể.

3.2.5. Các mức cảm giác nhiệt của người Việt Nam

Như ở các phần trên đã trình bày, cảm giác nhiệt của con người không những phụ thuộc trạng thái vi khí hậu, mức lao động nặng nhẹ, mà còn phụ thuộc vào quần áo mặc, thói quen thích ứng với điều kiện khí hậu đã sống. Do đó, để xác định các mức cảm giác nhiệt tiện nghi, người ta thường phải dựa vào kết quả thực nghiệm. Việc thực nghiệm này phải tiến hành với người sống ở từng vùng khí hậu khác nhau theo từng lứa tuổi, mức độ lao động nặng nhẹ, nam hay nữ và ứng với từng mùa khí hậu khác nhau, v.v...

Ở nước ta đã có nhiều người, nhiều cơ quan tiến hành thí nghiệm để xác định các điều kiện tiện nghi nhiệt của môi trường vi khí hậu đối với người Việt Nam.

Ở bảng 3.7 giới thiệu kết quả thí nghiệm đo bản thân tác giả tiến hành vào năm 1966 đối với loại lao động nhẹ ở khu vực Hà Nội [2, 3].

Ở bảng 3.7 có ghi các trị số nhiệt độ không khí tương ứng (cột 5 và cột 6) với các giới hạn cảm giác nhiệt của con người, chúng được xác định với điều kiện giả thiết trong điều kiện thông thường có độ ẩm không khí $\varphi = 80\%$ và tốc độ không khí chuyển động bằng 0,3 - 0,5 m/s.

Bảng 3.7. Trị số giới hạn của các mức cảm giác nhiệt xác định bằng nhiệt độ hiệu quả tương đương

Trạng thái của vi khí hậu	Mức cảm giác nhiệt của con người	Nhiệt độ hiệu quả tương đương (độ)		Nhiệt độ không khí (°C) với $\phi = 80\%$ và $v = 0,5$ m/s	
		Mùa lạnh	Mùa nóng	Mùa lạnh	Mùa nóng
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Lạnh	Lạnh Hơi lạnh	17,3 18,5		19,8	
Tiện nghi (dễ chịu)	Giới hạn dưới Dễ chịu hoàn toàn Giới hạn trên	20,0 23,3 26,5		21,5 24,5 29	
Nóng	Hơi nóng Nóng		28,5 29,2		31,5

Các trị số dễ chịu hoàn toàn ở bảng 3.6 ứng với xác suất 100% lượt người được khảo nghiệm xác nhận là dễ chịu. Còn giới hạn trên và giới hạn dưới được xác định ứng với xác suất cảm giác dễ chịu 50%, còn lại là 50% xác suất các cảm giác nghiêng về trạng thái nóng hoặc lạnh.

Kết quả nghiên cứu của các cơ quan khác như sau: Vụ Thiết kế Tiêu chuẩn, Ủy ban Kiến thiết Cơ bản Nhà nước (trước đây), năm 1965 (Nguyễn Huy Côn, Đỗ Bảo Toàn) cho kết quả cảm giác tiện nghi nhất khi $t = 24$ độ (ở đây dùng nhiệt độ hiệu quả tương đương làm thước đo cảm giác), giới hạn dưới của tiện nghi là 23 độ, giới hạn trên là 26 độ. Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng, Bộ Xây dựng, 1977 - 1979 (Nguyễn Huy Côn, Trịnh Xuân Minh) xác định lại tiện nghi nhiệt trong mùa nóng là 23 độ, mùa lạnh là 21 độ, phạm vi tiện nghi mùa nóng 18,8 - 27 độ, mùa lạnh 16,7 - 24,7 độ. Kết quả đo lường ở Vinh do Viện Thiết kế Nhà ở và Công trình Công cộng, Bộ Xây dựng (Ngô Huy Ánh và các cộng tác viên) như sau: tiện nghi nhất khi nhiệt độ hiệu quả tương đương $t = 23,7$ độ, giới hạn dưới là 20 độ, giới hạn trên là 27,5 độ. Kết quả nghiên cứu của Trường Đại học Y Hà Nội (Đào Ngọc Phong và các cộng tác viên), Viện Vệ sinh Dịch tễ, khoa Sinh của Trường Đại học Sư phạm Vinh và một số cơ quan khác cũng cho kết quả tương tự.

Ở nước ngoài, Rao M.N. cho kết quả nghiên cứu điều kiện tiện nghi nhiệt ở Cancutta (Ấn Độ) như sau : giới hạn dưới của tiện nghi nhiệt (mùa đông) là 20 độ, dễ chịu hoàn toàn 22,5 độ và giới hạn trên (mùa hè) của dễ chịu là

24,7 độ nhiệt độ hiệu quả tương đương. Còn F.M. Enlit cho điều kiện tiện nghi đối với người Xingapo như sau: giới hạn dưới của dễ chịu là 20,1 độ, dễ chịu hoàn toàn 24,2 độ và giới hạn trên của phạm vi dễ chịu là 26,9 độ nhiệt độ hiệu quả tương đương.

3.2.6. Cải thiện vi khí hậu trong các công trình xây dựng ở nước ta

Như chúng ta đã biết, vi khí hậu trong công trình cần đạt được hai yêu cầu:

1. Tiện nghi cho con người sống và làm việc trong đó;
2. Phù hợp với điều kiện môi trường sản xuất và bảo quản vật tư thiết bị đối với công trình xây dựng phục vụ sản xuất.

Tùy theo tính chất công trình khác nhau mà nhiệm vụ thứ nhất hay thứ hai là chủ yếu.

Dưới đây trình bày phương án nhằm giải quyết yêu cầu tiện nghi vi khí hậu và tiết kiệm sử dụng năng lượng theo các tiêu chí của công trình xanh ở nước ta.

Con người trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới các hình thức bức xạ nhiệt, đối lưu nhiệt, bốc hơi mồ hôi, dẫn nhiệt, thở hít không khí, v.v... Muốn tăng lượng nhiệt bốc hơi mồ hôi thì phải tăng tốc độ gió và giảm độ ẩm trong phòng. Muốn giảm lượng nhiệt bức xạ thì phải che nắng cho phòng và giảm nhiệt độ bề mặt của kết cấu ngăn che, cũng như giảm nhiệt độ đồ đạc trong phòng. Để tăng cường nhiệt đối lưu thì phải giảm nhiệt độ không khí trong phòng và tăng cường tốc độ gió, v.v...

Tính thử với người Việt Nam trung bình (cao 1,61 - 1,65 m, nặng 50 - 60 kg), ăn mặc bình thường, sống trong điều kiện môi trường vi khí hậu mùa hè với nhiệt độ không khí $t_k = 30^\circ\text{C}$, độ ẩm $\varphi = 80\%$, tốc độ gió $v = 0,5 \text{ m/s}$, bức xạ Mặt Trời trên mặt đứng $I = 400 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{h}$, nhiệt độ bề mặt kết cấu trong toàn phòng $t_R = 32^\circ\text{C}$. Với điều kiện đó, lượng nhiệt trao đổi dưới dạng đối lưu là: - 95 kcal/h (dấu âm chỉ lượng nhiệt của con người tỏa ra môi trường xung quanh, dấu dương chỉ lượng nhiệt truyền vào cơ thể con người); lượng nhiệt bốc hơi là -70 kcal/h; lượng nhiệt bức xạ từ cơ thể con người truyền tới bề mặt kết cấu xung quanh là -6,5 kcal/h; lượng nhiệt bức xạ Mặt Trời chiếu vào người là +60 kcal/h (chỗ làm việc có nắng chiếu); lượng nhiệt ở các dạng khác đều rất nhỏ.

Nếu cũng điều kiện đó, lần lượt thay đổi từng yếu tố vi khí hậu thì lượng nhiệt trao đổi chung giữa người và môi trường sẽ thay đổi như sau:

- Gió biến đổi 0,3 m/s, nhiệt lượng trao đổi biến thiên 33 - 36 kcal/h;
- Nhiệt độ không khí thay đổi 1°C , nhiệt lượng trao đổi biến thiên 20 kcal/h;

- Nhiệt độ bề mặt kết cấu thay đổi 1°C , nhiệt lượng trao đổi biến thiên 14 kcal/h;
- Độ ẩm thay đổi 10%, nhiệt lượng trao đổi biến thiên 13 kcal/h;
- Che nắng cho cửa sổ thay đổi 10% nhiệt lượng trao đổi biến thiên 6 kcal/h.

Qua các trị số trên ta thấy lượng nhiệt trao đổi giữa người và môi trường thay đổi theo gió là lớn nhất, theo biến thiên nhiệt độ - thứ hai, rồi đến các đại lượng khác. Điều đó chứng tỏ rằng, muốn giảm nóng cho công trình kiến trúc trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm ở nước ta, người thiết kế phải có con mắt toàn diện, phải đồng thời giải quyết nhiều vấn đề, dùng nhiều biện pháp khác nhau, trong đó biện pháp thông gió tự nhiên là chủ yếu, che bức xạ Mặt Trời và cách nhiệt giảm nhiệt độ là quan trọng, đồng thời phải kết hợp chặt chẽ với các biện pháp khác như: trồng cây xanh, màu sắc công trình, v.v...

Muốn đảm bảo trong nhà có điều kiện thông gió tự nhiên tốt, trước hết phải chọn hướng nhà đúng, khoảng cách giữa các công trình phải hợp lý, tổ chức mặt bằng và không gian tiểu khu cũng như tổ chức mặt bằng và không gian đối với từng công trình tốt, vị trí và kích thước cửa sổ hợp lý, v.v...

Khi đặt vấn đề thiết kế công trình kiến trúc, ưu tiên chủ yếu cho chống lạnh hay cho chống nóng thì phải xét cụ thể công trình ở mỗi vùng khí hậu mới chính xác được.

Vùng Đông Bắc Bắc Bộ, thuộc vùng khí hậu xây dựng A_1 (theo bản đồ phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam, 1982), trong 1 năm có một mùa lạnh đồng thời cũng có 1 mùa nóng rõ rệt, vì vậy các biện pháp kiến trúc cần nhằm mục đích chống nóng đồng thời chống lạnh, có thể xem 2 yêu cầu đó ngang nhau.

Vùng khí hậu Tây Bắc Bắc Bộ thuộc vùng khí hậu xây dựng A_2 , tuy có dãy Hoàng Liên Sơn chắn gió mùa đông bắc, nhưng vì là vùng núi cao, nên mùa đông cũng rất lạnh. Về mùa nóng có tháng nóng trùng với tháng có độ ẩm lớn, tốc độ gió lại nhỏ vì ở xa biển, nên khí hậu oi bức trong mùa nóng, mặt khác lại còn chịu ảnh hưởng của gió phơn nóng nữa, do đó yêu cầu chống nóng và chống lạnh đều quan trọng, nhưng phương pháp giải quyết lại không hoàn toàn giống như vùng Đông Bắc.

Vùng khí hậu A_3 bao gồm miền trung du, đồng bằng Bắc Bộ đến đồng bằng và duyên hải Bắc Trung Bộ, có mùa nóng kéo dài liên tục, mùa lạnh có

gió rét thổi gián đoạn, khí hậu ẩm ướt và có gió thổi quanh năm, do đó yêu cầu chống nóng cho kiến trúc là cơ bản, đồng thời cũng chú ý thích đáng đến vấn đề chống giá rét trong mùa lạnh.

Riêng vùng Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế - Quảng Nam - Đà Nẵng có khí hậu mùa đông ôn hoà, hè thu đều nóng, tháng 6 lại có gió phơn nóng, vì vậy yêu cầu giải quyết khí hậu cho kiến trúc là chống nóng và có thể coi nhẹ yêu cầu chống lạnh. Ngoài ra, cả vùng này và vùng Thanh Hóa - Nghệ An - Hà Tĩnh, khi thiết kế kiến trúc cần hết sức chú ý giảm nhỏ tác hại của gió phơn nóng.

Ở các vùng khí hậu B1, gồm nam Trung Bộ và Nam Bộ, đều có mùa đông ẩm áp và ít mưa, mùa hè nóng và mưa nhiều, cho nên không phải thiết kế chống lạnh. Biện pháp chống nóng chủ yếu là tổ chức thông gió tự nhiên tốt, che nắng cho cửa sổ và cách nhiệt ở mái nhà. Cần chú ý các biện pháp cách nước và thoát nước mưa trên mái nhà, cũng như các biện pháp chống mưa hắt qua cửa vào phòng.

Ở vùng khí hậu B₂ - vùng Tây Nguyên - có khí hậu ôn hoà. Thiết kế kiến trúc ở địa phương có độ cao trên 1.000 m so với mực nước biển thuộc vùng này cần chú ý chống lạnh.

Chỉ có năm vãng phương hướng giải quyết vì khí hậu đúng đắn, ta mới tìm được các giải pháp thiết kế kiến trúc chính xác, có hiệu quả về kỹ thuật và kinh tế cao, phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới đặc biệt của nước ta đáp ứng các chỉ tiêu của công trình xanh.

3.3. Ô NHIỄM TIẾNG ÒN TRONG CÔNG TRÌNH

[*Nguồn*: Phạm Ngọc Đăng. Môi trường không khí. Nhà Xuất bản KH&KT, Hà Nội - 2003]

3.3.1. Khái niệm về tiếng ồn

Tiếng ồn là một dạng ô nhiễm rất phổ biến của đô thị, công nghiệp và giao thông vận tải. Thành phố càng lớn, càng sầm uất, giao thông và sản xuất càng phát triển thì ô nhiễm tiếng ồn càng nặng.

Có thể định nghĩa đơn giản: *tiếng ồn là âm thanh không có giá trị, không phù hợp với mong muốn của người nghe.*

Thính giác (tai) của con người có đặc tính là cảm thụ cường độ âm thanh theo hàm số logarit, ví dụ cường độ âm thanh tăng 100 lần nhưng tai chỉ cảm thấy to hơn 2 lần, hay khi cường độ âm thanh tăng gấp 1 000 lần nhưng tai ta chỉ nghe to gấp 3 lần, v.v...

Hệ thống đơn vị vật lý đo mức cường độ âm thanh, được dùng phổ biến nhất là hệ thống đơn vị dexiben, do ông Alfred Bell thiết lập nên. Bội số 10 của dexiben (dB) là Bel. Tương ứng với cường độ âm thanh yếu nhất mà tai con người có thể nghe được là 1 dB.

Tai người ta có thể cảm thụ một khoảng mức cường độ âm thanh rất rộng, từ 1 đến 180 dB. Người ta gọi âm thanh 1 dB là *ngưỡng bắt đầu nghe thấy*, còn mức cao nhất mà tai người ta có thể chịu đựng nghe được (khi nghe bị chói tai) gọi là *ngưỡng chói tai*, thông thường ngưỡng chói tai là 140 dB. Tuy vậy có một số người đã cảm thấy khó chịu khi âm thanh mới có mức âm 85 dB, một số người khác cảm thấy khó chịu khi âm thanh mới có mức âm 115 dB. Tiếng nói chuyện thông thường hay tranh luận với nhau có mức âm biến thiên theo các tần số là 30 - 60 dB, trong khi đó tiếng ồn do máy bay lúc cất cánh đạt tới 160dB. Tác dụng của tiếng ồn đối với con người phụ thuộc vào tần số hay các xung của âm thanh.

Mức âm cao nhất có thể chấp nhận được trong công trình xây dựng phải thấp hơn các số liệu sau đây:

- Rạp chiếu bóng, phòng phát thanh và phát vô tuyến truyền hình: 30 dB.
- Phòng hòa nhạc và nhà hát: 35 dB.
- Bệnh viện, nhà an dưỡng và công trình tương tự: 40 dB.
- Phòng làm việc, thư viện và công trình tương tự: 45 dB.
- Nhà băng và công trình tương tự: 50 dB.
- Nhà ở đô thị: 50 dB.
- Khách sạn và phân xưởng dụng cụ chính xác: 55 dB.
- Cửa hàng thông thường: 55 dB.

Ở nước ta công trình kiến trúc thường mở cửa đi và cửa sổ trong phần lớn thời gian trong năm, điều đó dẫn đến kết quả là mức ồn ở trong nhà thường là rất gần với mức ồn ngoài nhà.

Các công trình hiện đại thường dùng tường nhẹ và thường kết hợp với cửa hàng, do đó trong phòng càng có mức ồn cao. Tiếng ồn từ giao thông đường bộ và giao thông đường sắt là nguồn ồn chính của ô nhiễm tiếng ồn ở thành phố. Ở gần đường cao tốc một chiều có thể đạt tới mức ồn 90 dB, trong đó xe vận tải nặng thường gây tiếng ồn trầm trọng vào ban đêm, khi mà "nền" ồn ở khu vực đã thấp.

Đám cưới có thể gây ra tiếng ồn trung bình khoảng 80 - 85 dB. Trong các buổi mít tinh công cộng thường gây tiếng ồn 85 - 90 dB. Tiếng ồn ở trong chợ dao động trong khoảng 72 - 82 dB.

3.3.2. Tác hại của tiếng ồn

Nhìn chung, bất cứ tiếng ồn nào đều là loại ô nhiễm, vì nó hạ thấp chất lượng cuộc sống. Tiếng ồn tác động xấu đối với con người về các phương diện sau đây:

Nghiên cứu điều tra xã hội học những người sống ở vùng lân cận sân bay cho thấy: khoảng 22% dân nói rằng họ thường cảm thấy rất khó ngủ vì tiếng ồn ở sân bay. Ở khu vực mà tiếng ồn có mức cao, 50% số dân phàn nàn về tiếng ồn. Tỷ lệ phần trăm số người phải dùng thuốc ngủ an thần cao hơn nơi khác từ 2 đến 3 lần. Thiếu điều kiện ngủ yên giấc sẽ tác dụng đến tâm sinh lý rất nặng nề đối với cuộc sống của con người.

Rất nhiều công nhân chịu trực tiếp tiếng ồn của máy bay phản lực hay ở các phân xưởng ồn ào trong một thời gian vừa phải đã nhanh chóng mắc bệnh giảm thính giác. Tiếng ồn mạnh có thể gây chói tai, đau tai, thậm chí làm đứt màng nhĩ.

Rất nhiều người phát biểu rằng tiếng ồn đã làm họ bị yếu về thể lực và ốm về thần kinh và làm giảm hiệu quả làm việc của họ.

Tiếng ồn còn gây ảnh hưởng đến tim mạch và sự hình thành hệ thần kinh của bào thai. Nghiên cứu của Liên Xô cũ cho thấy công nhân trực tiếp chịu đựng mức ồn cao sẽ bị bệnh tăng huyết áp gấp đôi và bị bệnh về bộ máy tiêu hóa gấp 4 lần.

Tiếng ồn có thể làm giảm khả năng nghe của tai và gây các bệnh về thính giác, vì vậy các chuyên gia y học hiện nay cho rằng sự suy giảm khả năng thính giác theo độ tuổi chính là vì con người đã thường xuyên tiếp xúc với tiếng ồn, nhất là trong xã hội công nghiệp phát triển. Tiến sĩ Samuel Rosen ở Trường Đại học Y khoa Mount Sinai ở New York (Mỹ) đã nghiên cứu phát hiện ra rằng người Maban (thuộc bộ lạc châu Phi nguyên thủy) sống ở môi trường yên tĩnh cho nên tuổi đã 75 vẫn có độ nhạy cảm thính giác giống như người Mỹ ở tuổi trung bình 25.

Bảng 3.8. Thời gian tác động tối đa cho phép (nếu không tránh được) đối với tiếng ồn

Thời gian tác động (số giờ trong ngày)	Mức ồn (dB)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25	115

Khi con người làm việc trong môi trường ồn (như là công nhân dệt), sau vài giờ làm việc phải mất một thời gian nhất định thì thính giác mới trở lại bình thường, khoảng thời gian này được gọi là *thời gian phục hồi thính giác*. Tiếng ồn càng to thì thời gian phục hồi thính giác càng dài. Có công nhân sau giờ làm việc chiều hôm nay về, sáng hôm sau thính giác mới phục hồi được, có trường hợp thời gian phục hồi thính giác còn dài hơn. Nếu con người chịu tác động của tiếng ồn to và quá lâu, hoặc tiếng ồn tác động quá to thì có thể còn gây ra bệnh thính giác mãn tính, như là làm thay đổi sự trao đổi chất trong ốc tai.

Để bảo vệ thính giác, người ta quy định thời gian tối đa tác động của tiếng ồn trong mỗi ngày phụ thuộc vào mức ồn khác nhau. Ở bảng 3.8 giới thiệu các trị số giờ bị tác động với các mức ồn khác nhau mà nó không gây ra hậu quả làm biến đổi thính lực lâu dài của con người.

3.3.3. Tiếng ồn trong nhà

Có hai dạng tiếng ồn trong nhà: tiếng ồn không khí và tiếng ồn va chạm. Tiếng ồn va chạm (như là tiếng giày, guốc đi trên sàn nhà) được phát sinh và lan truyền trong vật rắn (kết cấu của nhà) và chỉ có một cách làm giảm nó là tạo ra các "câu" mềm xốp giữa nơi phát sinh tiếng ồn và nơi cần cách tiếng ồn. Ví dụ điển hình cho vấn đề này là sự truyền âm trong các căn hộ khi mà người ở tầng trên đóng đinh trên tường hay gõ trên sàn, kéo bàn ghế hoặc nhảy múa trên sàn. Tiếng ồn va chạm này có thể truyền qua lớp sàn bê tông cốt thép rồi truyền qua tường đến các phòng khác trong các căn hộ bên cạnh. Tiếng ồn va chạm thuộc dạng này phần lớn có thể được loại trừ, nếu sử dụng kết cấu sàn kiểu "sàn nổi", tức là mặt sàn không có liên kết cứng với kết cấu chịu lực, như là dùng lớp đệm cao su, đệm chất dẻo hay các tấm sợi đá, sợi thủy tinh ngăn cách giữa mặt sàn và kết cấu chịu lực của sàn. Điều đặc biệt cần chú ý là đảm bảo sàn hoàn toàn "nổi", thậm chí chỉ một chiếc đinh xuyên qua nó xuống kết cấu chịu lực đã vô hiệu khả năng cách âm tốt của nó.

Tiếng ồn không khí là tiếng ồn phát sinh và lan truyền trong không khí, như tiếng người la hét, tiếng nói chuyện to, tiếng loa đài, tiếng ồn xe cộ, tiếng còi xe, tiếng sấm sét, v.v...

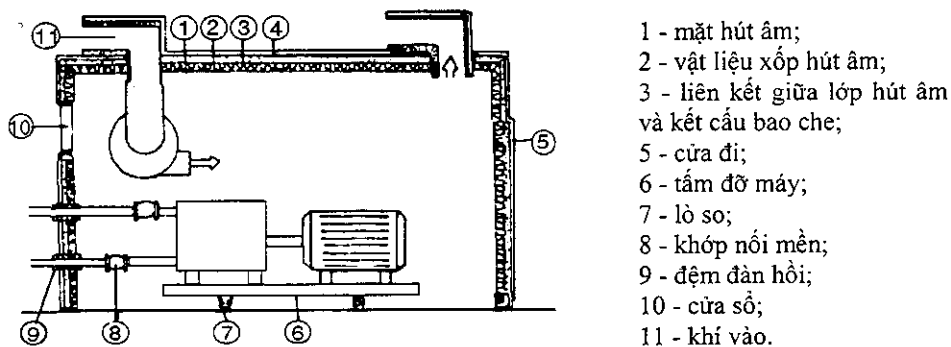
Nguyên tắc cơ bản cách âm không khí (âm phát sinh trong không khí) là bịt kín các lỗ khe thông gió, lỗ thủng vỡ của kết cấu bao che, đóng cửa kín và tăng trọng lượng của kết cấu ngăn che. Biện pháp này có ý nghĩa thực tế trong xây dựng. Như là tường ngăn giữa các căn hộ được làm đặc chắc để

đảm bảo giảm nhỏ âm truyền qua. Tiếng ồn không khí từ bên ngoài truyền vào nhà chủ yếu là truyền qua các lỗ trống ở tường như cửa sổ, cửa đi, lỗ thông gió và các lỗ tương tự, còn qua tường đặc là rất ít, điều này phải hết sức chú ý.

Cửa đơn một lớp kính có khả năng cách âm khoảng 15 - 18 dB. Nếu tăng lên 2 lần kính thì cách âm được 18 - 21 dB. Cửa kép bằng 2 lớp kính nặng, xung quanh cánh cửa có bọc vật liệu hút âm thì có thể tăng khả năng cách âm của cửa lên tới 40 dB.

Các phòng làm việc hiện đại được trang trí nội thất phù hợp, có trải thảm xung quanh tường và làm rèm cửa, đặt cây cảnh trong phòng, v.v... không những gây cảm giác dễ chịu khi làm việc, mà còn có tác dụng giảm tiếng ồn, tạo nên yên tĩnh trong phòng.

Đối với các gian nhà đặt máy gây ồn lớn, như máy quạt, máy bơm, máy nén khí, máy xay nghiền, để giảm thiểu nguồn ồn người ta dùng vật liệu hút âm bao bọc toàn bộ các mặt kết cấu trong nhà như hình 3.6.



Hình 3.6. Dùng vật liệu hút âm bao bọc mặt trong buồng máy và đường ống thông gió để giảm tiếng ồn

3.3.4. Sự lan truyền tiếng ồn giao thông và công nghiệp trong môi trường xung quanh

Khi đánh giá tác động của ô nhiễm tiếng ồn giao thông và công nghiệp đối với các công trình xung quanh, cũng như đối với sức khỏe cộng đồng, cần phải xác định được mức độ lan truyền của các nguồn ồn ra môi trường xung quanh.

Dự báo mức ồn ở môi trường xung quanh do các nguồn ồn gây ra thường dựa vào tính toán theo các mô hình lan truyền tiếng ồn. Trong mô hình tính toán lan truyền tiếng ồn thường chia nguồn ồn thành 3 loại: nguồn điểm (như là tiếng ồn của một động cơ, một máy nổ, một loa phát thanh, v.v...),

nguồn đường (như là tiếng ồn của một dòng xe chạy liên tục, v.v...), nguồn mặt (như là tiếng ồn của một phân xưởng cơ khí, phân xưởng có nhiều tuabin phát điện, v.v...).

Tiếng ồn từ dòng xe chạy trên đường có thể coi như nguồn đường, nguồn điểm, hay nguồn trung gian giữa nguồn điểm và nguồn đường, là tùy thuộc vào khoảng cách giữa các xe chạy trên đường.

Khoảng cách này ký hiệu là S , có thể xác định theo công thức sau đây:

$$S = 1000 \frac{V_{tb}}{N}, \quad (3.17)$$

trong đó: V_{tb} - vận tốc trung bình của dòng xe (km/h);

N - lưu lượng dòng xe tính cả hai chiều (xe/h).

Khi khoảng cách S lớn, có thể coi mỗi xe là một nguồn âm (nguồn điểm) và âm thanh lan truyền như nguồn điểm. Khi khoảng cách S đủ nhỏ, có thể coi cả dòng xe như một nguồn âm đường. Trong tính toán thực tế, khi $S \geq 200\text{m}$ có thể coi là nguồn điểm, còn khi $S \leq 20\text{m}$ thì coi là nguồn đường. Trường hợp khoảng cách S trong điều kiện $20\text{m} < S < 200\text{m}$ thì nguồn ồn này là nguồn ồn trung gian, và mức ồn lan truyền có trị số trung gian của hai trường hợp trên, được xác định theo phương pháp nội suy.

Tiếng ồn truyền ra môi trường xung quanh được xác định theo mô hình truyền âm từ nguồn ồn sinh ra và tắt dần theo khoảng cách, giảm đi qua vật cản cũng như cần kể đến ảnh hưởng nhiễu xạ của công trình và kết cấu xung quanh.

Trong thực tế, tính mức ồn lan truyền thường không phân chia theo tần số âm, mà dùng công thức tính gần đúng cho toàn bộ tần phổ của nguồn ồn như sau:

$$L = L_p - \Delta L_d - \Delta L_b - \Delta L_n \text{ (dB)}. \quad (3.18)$$

- *Xác định mức ồn giảm theo khoảng cách*

Nếu mức âm đặc trưng của nguồn ồn, thường đo ở độ cao 1,5 m, ở điểm cách nguồn ồn một khoảng là r_1 đã biết (r_1 thường bằng 1 m đối với tiếng ồn từ máy móc, thiết bị công nghiệp và bằng 7,5 m đối với nguồn ồn là dòng xe giao thông) thì mức ồn ở điểm cách nguồn ồn là r_2 sẽ giảm hơn mức ồn ở điểm có khoảng là r_1 là:

• Đối với nguồn điểm:

$$\Delta L = 20 \cdot \lg \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^{1+a} \text{ (dB)}; \quad (3.19)$$

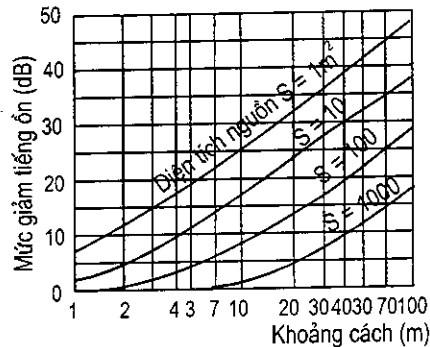
• **Đối với nguồn đường:**

$$\Delta L_d = 10 \cdot \lg \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^{1+a} \quad (\text{dB}), \quad (3.20)$$

trong đó: a - hệ số kể đến ảnh hưởng hấp thụ tiếng ồn của địa hình mặt đất:

- Đối với mặt đường nhựa và bê tông $a = -0,1$;
- Đối với mặt đất trồng trãi không có cây $a = 0$;
- Đối với mặt đất trồng cỏ $a = 0,1$.

Đối với nguồn mặt : Mức giảm tiếng ồn theo khoảng cách không những phụ thuộc vào khoảng cách mà còn phụ thuộc vào diện tích của nguồn mặt (diện tích nguồn mặt S theo phương vuông góc với phương truyền âm). Mức giảm tiếng ồn theo khoảng cách đối với nguồn mặt có thể xác định theo biểu đồ ở hình 3.7.



Hình 3.7. Biểu đồ xác định mức ồn giảm theo khoảng cách đối với nguồn mặt

- **Truyền âm qua dải cây xanh**

Độ giảm mức ồn do cây xanh gây ra ΔL_{cx} (kể cả thành phần giảm tiếng ồn do khoảng cách trên đó trồng cây xanh) phụ thuộc nhiều vào cách trồng cây (mức độ rậm của cây, khe hở dưới tán cây), loại cây, bề rộng và số lượng dải cây và phụ thuộc cả vào tần số của tiếng ồn. Nói chung các dải cây xanh có thể nhìn xuyên qua được (tạo thành các dải sáng) và không có bụi cây rậm che dưới tán cây đều ít có tác dụng hạ thấp tiếng ồn.

Hiệu quả hạ thấp tiếng ồn của cây xanh do hai tác dụng: Tác dụng phản xạ âm như một màn chắn; Tác dụng hút và khuếch tán sóng âm trong suốt bề rộng của dải cây; Do phản xạ âm, mức ồn sẽ hạ thấp 1,0 - 1,5 dB mỗi khi gặp một dải cây xanh. Khả năng hút và khuếch tán âm thanh xảy ra đối với các âm tần số cao gấp 2 - 3 lần so với tần số thấp. Trị số hạ thấp trung bình cho các tần số đối với rừng cây lá rậm là $\beta = 0,12 - 0,17$ dB/m.

- **Truyền âm qua màn chắn**

Màn chắn tiếng ồn có thể là các mảng tường (bằng đất, bằng gạch hay bê tông) và các ngôi nhà chắn trên đường truyền âm. Tác dụng giảm tiếng ồn của màn chắn là do hiệu quả của "bóng âm" hình thành sau màn chắn.

Đối với các đường giao thông cao tốc khi đi qua các khu vực nhạy cảm với tiếng ồn, như là trường học, bệnh viện, khu dân cư đông đúc, người ta

thường thiết kế xây dựng các tường chắn tiếng ồn ở 2 mặt đường cao tốc, tường chắn tiếng ồn này thường cao 2 - 3m, bề mặt tường trát vữa hút âm, nếu chiều dài tường chắn này đủ lớn thì có thể giảm tiếng ồn truyền đến các nhà xung quanh từ 15 đến 20 dB.

3.3.5. Giảm thiểu tác động của tiếng ồn giao thông và công nghiệp đối với công trình xây dựng

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, nhà cửa của nước ta thường thoáng hở, tiếng ồn ngoài nhà trực tiếp ảnh hưởng đến tiếng ồn trong nhà, khi nhà mở cửa thông gió tự nhiên, tiếng ồn trong nhà xấp xỉ tiếng ồn ngoài nhà. Ngay cả đối với công trình kiến trúc hiện đại, thường đóng cửa sử dụng máy điều hòa không khí, nhưng kết cấu bao che thường nhẹ mỏng hơn so với nhà ở vùng hàn đới, nên tiếng ồn ngoài nhà truyền vào nhà cũng mạnh hơn. Vì vậy để đạt được mức ồn ở trong nhà thấp cần phải áp dụng sau đây:

- Giảm thiểu tiếng ồn tại nguồn phát sinh, như là kiểm soát để tiếng ồn phát sinh từ từng xe cộ, từng máy móc, thiết bị, đều đạt quy chuẩn môi trường. Đề ra các quy định quản lý để giảm tiếng ồn tại nguồn, như cấm xe cộ bấm còi khi chạy qua các khu nhạy cảm về tiếng ồn, hoặc cấm tất cả các xe cộ bấm còi trong các giờ ban đêm khi lưu thông trong khu vực nội thành;

- Việc chọn địa điểm xây dựng công trình ở các khu vực ít phát sinh tiếng ồn lớn có ý nghĩa hết sức quan trọng để đảm bảo công trình không bị tiếng ồn quá nhiều;

- Tạo ra khoảng cách cần thiết từ công trình đến nguồn ồn, thí dụ như không xây công trình sát mặt đường, nên lùi công trình vào phía trong để có vỉa hè rộng và trồng cây xanh;

- Quy hoạch bố trí các nhà cửa hàng ở gần mặt đường, các nhà ở, trường học, v.v... ở bên trong, được nhà hàng che chắn giảm thiểu tiếng ồn;

- Trồng các dãy cây xanh trước mặt nhà, có thể giảm được 1 - 2 dB;

- Xây dựng các tường chắn âm, hút âm ở bên cạnh các đường cao tốc để che chắn, giảm thiểu tiếng ồn truyền trực tiếp đến mặt nhà. Nếu tường chắn có chiều cao 2 - 3m và có độ dài đủ lớn thì có thể giảm mức ồn truyền đến mặt nhà từ 15 đến 20 dB.

3.4. MÔI TRƯỜNG CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN VÀ TẦM NHÌN CỦA PHÒNG

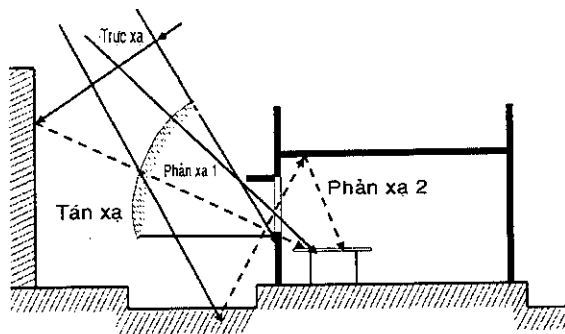
Sử dụng ánh sáng tự nhiên và bảo đảm tầm nhìn ra phong cảnh thiên nhiên xung quanh nhà từ điểm nhìn đặc trưng trong phòng cũng là một thành phần quan trọng của tiêu chí tiện nghi chất lượng môi trường sống

trong công trình xanh. Chiều sáng tự nhiên không những là đảm bảo chất lượng tiện nghi chiếu sáng tốt nhất đối với cảm thụ ánh sáng của thị giác con người, mà còn tiết kiệm điện phục vụ chiếu sáng công trình, đó cũng là tiêu chí rất quan trọng của công trình xanh.

Ánh sáng tự nhiên là ánh sáng do mặt trời tạo nên, bao gồm 2 thành phần chính:

- *Bức xạ trực tiếp của mặt trời* (tia nắng), bức xạ trực tiếp của mặt trời có độ rọi rất lớn, có thể lên tới trên 100.000 lux, gây chói lóa, mang theo lượng nhiệt lớn, là nguồn nhiệt sưởi ấm trong mùa đông, nhưng gây nóng bức trong mùa hè, bức xạ trực tiếp bao gồm cả các tia tử ngoại, có tác dụng vệ sinh môi trường nên các khu vệ sinh trong nhà có tia bức xạ mặt trời trực tiếp chiếu vào là rất có ích về mặt vệ sinh môi trường, nhưng tia tử ngoại mạnh sẽ gây bệnh ung thư da và có hại đối với sức khỏe con người. Nói chung, trong điều kiện khí hậu nhiệt đới như nước ta thông thường phải thiết kế kết cấu che nắng cho cửa sổ để ngăn chặn các tia nắng (bức xạ mặt trời trực tiếp) chiếu vào nhà để chống chói lóa và giảm tải trọng nhiệt tác động lên vi khí hậu trong phòng. Tuy vậy trong thực tế người ta có thể sử dụng các tia phản xạ của tia nắng để tăng cường chiếu sáng tự nhiên trong phòng (hình 3.8). Trong nhiều trường hợp vì diện tích mặt bằng của nhà quá rộng, sử dụng các cửa sổ bên để lấy ánh sáng chưa đủ thì người ta còn mở thêm cửa trời lấy ánh sáng chiếu vào phòng hoặc lấy ánh sáng cả trực xạ và tán xạ đồng thời truyền dẫn ánh sáng theo các đường ống quang học để chiếu sáng cho các diện tích ở giữa nhà hay ở sân trong nhà.

Màu sắc bề mặt trong kết cấu bao che của phòng, đặc biệt là màu trần nhà có ảnh hưởng rất lớn đến trạng thái ánh sáng trong nhà. Người ta thường sơn quét mặt trong của phòng là các gam màu nhạt để tăng cường ánh sáng phản xạ trong phòng.



Hình 3.8. Ánh sáng tự nhiên: Trục xạ, phản xạ và tán xạ chiếu vào phòng

Ánh sáng tự nhiên còn có tính ưu việt hơn ánh sáng điện (ánh sáng nhân tạo) là với quang phổ tự nhiên tạo thành ánh sáng trắng, đảm bảo cho con mắt của con người phân biệt màu sắc chính xác đối với vật nhìn.

- *Tán xạ của bầu trời*: Tán xạ là bức xạ của bầu trời. Khi các tia trực xạ (các tia nắng) chiếu qua bầu khí quyển xuống mặt đất thì một phần năng lượng của bức xạ trực tiếp của Mặt Trời bị các sol khí, bụi mịn, hạt hơi nước và các thành phần khác trong khí quyển khuếch tán, phản xạ và hấp thụ rồi phát bức xạ khuếch tán xuống trái đất, được gọi là tán xạ.

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm ở nước ta bầu trời thường có độ mây che phủ lớn, nên bức xạ tán xạ của bầu trời cũng lớn. Theo kết quả phân tích thống kê số liệu quan trắc bức xạ mặt trời của nước ta thì lượng bức xạ tán xạ của bầu trời chiếu trên mặt ngang thường chiếm khoảng 50% tổng lượng bức xạ của Mặt Trời (trực xạ và tán xạ) chiếu xuống mặt phẳng nằm ngang. Trong thiết kế chiếu sáng tự nhiên người ta thường tính bức xạ tán xạ chiếu trên mặt phẳng đứng gần đúng bằng 1/2 bức xạ tán xạ của bầu trời chiếu lên mặt phẳng nằm ngang.

- *Tầm nhìn từ trong phòng*: Tầm nhìn của phòng cũng là một thành phần không thể thiếu được của tiêu chí đánh giá chất lượng môi trường sống trong nhà của công trình xanh. Tầm nhìn được đặc trưng bằng góc nhìn tính từ vị trí đứng quan sát phong cảnh của con người. Đối với công trình xanh thường yêu cầu góc nhìn ra không gian bên ngoài tối thiểu là 90°. Trong nhiều trường hợp để mở rộng góc nhìn, người ta thường thiết kế bổ sung các ban công hay loggia cho phòng. Ban công hay loggia không những giúp cho mở rộng tầm nhìn mà còn tạo cho cuộc sống của con người ở trong phòng gần gũi với thiên nhiên, nâng cao chất lượng tiện nghi cuộc sống của công trình xanh.

- *Thiết kế chiếu sáng tự nhiên*: Thiết kế chiếu sáng tự nhiên có liên quan trực tiếp đến thiết kế các cửa sổ và cửa trời, đặc biệt và quan trọng nhất là thiết kế cửa sổ. Cửa sổ có chức năng lấy ánh sáng tự nhiên là chính, nhưng nó cũng có chức năng thông gió tự nhiên và bảo đảm tầm nhìn. Mặt khác cũng phải giảm thiểu các tia nắng (bức xạ mặt trời trực tiếp) chiếu qua cửa sổ vào phòng. Vì vậy trong thiết kế công trình thực tế cần phải phân tích, đánh giá và hài hòa các chức năng này để tìm ra phương án thiết kế cửa sổ tốt nhất. Thí dụ như xét về mặt chiếu sáng thì hình thức cửa sổ có chiều cao lớn thì có hiệu quả hơn, nhưng xét về mặt thông gió thì hình thức cửa sổ có chiều ngang rộng lớn hơn sẽ có hiệu quả hơn. Bố trí mặt bằng nhà cũng có liên quan đến yêu cầu chiếu sáng tự nhiên, nên bố trí các phòng cần nhiều

ánh sáng ở gần các cửa sổ, tức là nằm ở phía ngoài trong mặt bằng công trình, bố trí các phòng cần ít ánh sáng, như là các khu phụ, kho tàng, v.v... ở phía trong của công trình. Để tận dụng ánh sáng tự nhiên, giảm thiểu tiêu thụ năng lượng điện cho chiếu sáng nhân tạo, trong các công trình hiện đại người ta thường thiết kế hệ thống chiếu sáng điện với điều khiển tự động, đảm bảo chỉ bật đèn điện khi chiếu sáng tự nhiên trong phòng không đạt yêu cầu.

Yếu tố (Factor) cơ bản dùng trong thiết kế chiếu sáng tự nhiên là "Hệ số chiếu sáng tự nhiên - e", đó là tỷ lệ (%) mảng bầu trời nhìn thấy từ điểm đặc trưng tính toán trong phòng so với toàn bộ bầu trời (100%). Trên thế giới người ta thường quy định khi độ chiếu sáng của tán xạ bầu trời trên mặt phẳng nằm ngang ngoài nhà bằng 5000 lux trở lên thì công trình phải sử dụng ánh sáng tự nhiên, có nghĩa là tương ứng với điểm chiếu sáng tự nhiên có hệ số chiếu sáng tự nhiên tối thiểu là 2% thì độ chiếu sáng ở điểm đó cũng đạt được độ chiếu sáng = 2% × 5000 lux = 100 lux. Thời gian có thể sử dụng ánh sáng tự nhiên trong ngày dài hay ngắn phụ thuộc vào điều kiện khí hậu của địa phương (chủ yếu là phụ thuộc vào vĩ độ của địa phương), được xác định từ giờ buổi sáng có độ chiếu sáng tự nhiên ngoài trời bắt đầu bằng 5000 lux đến giờ buổi chiều kết thúc có độ chiếu sáng tự nhiên ngoài trời cũng bằng 5000 lux.

Bảng 3.9 dưới đây cho quy định về các trị số hệ số chiếu sáng tự nhiên tùy theo công năng sử dụng của công trình ở nhiều nước trên thế giới để chúng ta tham khảo.

Bảng 3.9. Quy định hệ số chiếu sáng tự nhiên tối thiểu và trung bình (%) trong công trình

STT	Các loại phòng	Hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình	Hệ số chiếu sáng tự nhiên tối thiểu	Bề mặt cần chiếu sáng
1	Văn phòng, phòng làm việc	5%	2%	Bàn làm việc
2	Lớp học	5%	2%	Bàn học
3	Tiền phòng	2%	0,6%	Mặt bằng hoạt động
4	Phòng thí nghiệm	5%	1,5%	Trên bàn
5	Phòng vẽ, thiết kế	5%	2,5%	Mặt bàn vẽ
6	Phòng thể thao	5%	3,5%	Mặt bằng hoạt động

Nguồn: R. Memullan. *Environmental Science in Building. Third Edition. Published by The Macmillan Press Ltd. London - 1992.*

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cần phải cung cấp tối thiểu là cho 50% số người sử dụng công trình sự kết nối giữa không gian trong nhà và ngoài nhà thông qua ánh sáng tự nhiên cho công trình và chiếu sáng đối với khu vực sử dụng chung của công trình. Thiết kế công trình cần tối đa hóa sử dụng chiếu sáng tự nhiên. Thiết kế chiếu sáng tự nhiên phải xem xét đến các vấn đề bao gồm: chọn hướng xây dựng công trình, chọn hình thức cửa sổ, cấu tạo cửa sổ và kết cấu che nắng, lựa chọn các loại kính cửa sổ, tầng chu vi công trình tiếp xúc với ánh sáng tự nhiên, chọn màu sắc ngoại thất và nội thất, kiểm soát ánh sáng gây chói mắt và sử dụng kính quang học hiệu suất cao. Dự đoán các yếu tố ánh sáng ban ngày thông qua tính toán bằng tay hoặc dùng mô hình chiếu sáng trên máy tính để đánh giá mức độ chiếu sáng và yếu tố ánh sáng ban ngày đạt được. Cần phải bảo đảm cho người sử dụng công trình nhìn trực tiếp ra môi trường bên ngoài qua cửa kính với góc nhìn khoảng 90% toàn bộ khu vực sử dụng chung quanh.

Chương IV

THIẾT KẾ THÔNG GIÓ VÀ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

Thông gió tự nhiên công trình là sự chuyển động của các phân tử không khí trong nhà và sự trao đổi thay thế khối không khí trong nhà bằng không khí ngoài nhà tươi sạch hơn do tác động của áp lực gió tự nhiên và chênh lệch nhiệt độ giữa trong nhà và ngoài nhà tạo ra.

Chiếu sáng tự nhiên là chiếu sáng trong nhà do ánh sáng ban ngày - các tia nhìn thấy của bức xạ Mặt Trời, chủ yếu là bức xạ khuếch tán của bầu trời tạo ra.

Thông gió tự nhiên và chiếu sáng tự nhiên đều có liên quan đến hình thức và cấu tạo và vị trí của cửa sổ, cửa mái của công trình.

Trong chương này trình bày các cơ sở khoa học và các giải pháp thiết kế kiến trúc (giải pháp thụ động), tổ chức thông gió và chiếu sáng tự nhiên, nhằm cải thiện môi trường sống của con người trong công trình về chất lượng không khí, tiện nghi vi khí hậu, tiện nghi chiếu sáng, giảm thiểu sử dụng năng lượng nhân tạo, bảo đảm công trình phát triển bền vững.

4.1. THIẾT KẾ THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm của nước ta thông gió tự nhiên có vai trò rất quan trọng trong việc cải thiện môi trường sống trong công trình, giảm thiểu sử dụng năng lượng tiêu thụ cho hệ thống thiết bị điều hòa không khí, là một tiêu chí quan trọng của tiêu chí đánh giá công trình xanh.

Hiệu ứng chênh lệch áp lực gió và áp lực nhiệt giữa trong nhà và ngoài nhà do điều kiện thiên nhiên đã hình thành thông gió tự nhiên (TGTN) trong công trình. Việc khai thác và hạn chế gió tự nhiên tùy theo mùa nhằm bảo đảm điều kiện tiện nghi vi khí hậu cho con người sống, làm việc trong công trình xây dựng là một vấn đề rất quan trọng. TGTN có ba chức năng chính, đó là:

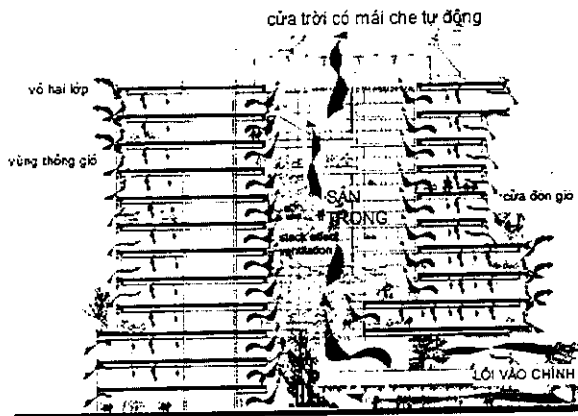
- Thông gió vì vệ sinh môi trường sức khỏe - duy trì chất lượng không khí trong công trình bằng cách trao đổi không khí trong nhà với ngoài nhà nhằm thay thế khối không khí trong nhà đã bị ô nhiễm bằng không khí ngoài

nhà tươi sạch hơn, đầy đủ oxy và duy trì chất lượng môi trường không khí đạt yêu cầu;

- Thông gió để bảo đảm tốc độ gió trong nhà nhằm tăng cường trao đổi nhiệt đối lưu giữa cơ thể con người và môi trường xung quanh, cung cấp tiện nghi nhiệt và cảm giác hài lòng của người sử dụng trong điều kiện khí hậu nóng ẩm;

- Thông gió nhằm thải lượng nhiệt thừa trong công trình, đặc biệt là đối với các phân xưởng sản xuất nóng và cũng là để làm mát kết cấu bao che công trình, giảm thiểu sử dụng năng lượng nhân tạo điều hòa vi khí hậu.

Đối với công trình thấp tầng, cũng như nhà nhiều tầng, đặc điểm TGTN có thể phát huy mạnh mẽ bằng cách áp dụng các giải pháp kiến trúc đặc biệt như là để trống tầng trệt và nhiều không gian trống ở các tầng trên, sảnh chờ thông tầng rộng lớn, sân trong, giếng trời hay nhà có chiều dày mỏng, để lợi dụng gió tự nhiên thổi thẳng qua nhà (gió xuyên phòng). Đối với công trình cao tầng, đặc điểm áp dụng TGTN trong công trình có thể nhận biết nhờ các tầng rỗng, các khoảng trống trên mặt đứng hay sân trong có hoặc không có mái che kết nối giữa các khối nhà và hoạt động như một ống khói nhiệt (hình 4.1, 4.2).



Hình 4.1. Thông gió tự nhiên trong công trình UCD Tercero Student Housing Phase Two (Nguồn: internet)



Hình 4.2. Chung cư 66 tầng The Met, Bangkok, sử dụng thông gió tự nhiên

4.1.1. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng TGTN của công trình

Mục đích chính của TGTN trong công trình là tăng cường tốc độ gió và mở rộng phạm vi diện tích có gió thổi qua trong khu vực con người sinh hoạt và làm việc trong nhà (khu vực này có thể giới hạn từ độ cao cách mặt

sản khoảng 0,2 m đến 2m). Hiệu quả làm mát phòng phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của không khí và kích thước không gian trong nhà có không khí chuyển động. Tốc độ chuyển động của không khí càng lớn, con người tỏa nhiệt càng nhanh và về mùa nóng càng cảm thấy mát. Phạm vi bí gió trong phòng càng nhỏ, việc bố trí chỗ làm việc, sinh hoạt càng dễ dàng. Để đánh giá hiệu quả của TGTN, chúng ta có thể dùng một số chỉ tiêu sau:

a) *Lượng thông gió G*: đo bằng thể tích không khí được thông thoáng trong một đơn vị thời gian (m^3/h hoặc m^3/s). Thông thường chỉ tiêu này chỉ có thể dùng để đánh giá một cách khái quát trạng thái chung về chất lượng sạch của không khí trong các không gian tương đối kín như các phòng biểu diễn (nhà hát, hòa nhạc, rạp chiếu bóng, hội trường v.v...), phòng bệnh nhân trong bệnh viện, phòng ở (đóng kín trong mùa đông), nhà trẻ. Lượng thông gió tự nhiên này phải đủ lớn để bảo đảm nồng độ khí CO_2 không vượt trị số tiêu chuẩn cho phép. Nồng độ khí CO_2 cho phép theo tiêu chuẩn vệ sinh của một số nước như sau:

Trong nhà trẻ, bệnh viện: 0,07% (0,7ml/l không khí);

Trong nhà ở: 0,1% (1ml/l không khí);

Trong phòng khán giả: 0,2% (2ml/l không khí).

Từ tiêu chuẩn này, dựa vào nồng độ khí CO_2 của không khí ngoài nhà và lượng khí CO_2 trong nhà do người thải ra, chúng ta xác định được lượng thông gió cần thiết cho một phòng.

b) *Bội số thông gió n*: được đánh giá bằng tỷ số giữa lượng thông gió G (m^3/h) và thể tích không khí V (m^3) của phòng theo công thức $n = G/V$. Bội số thông gió càng lớn thì khả năng thông gió của nhà càng lớn, không khí trong nhà được thay đổi nhiều lần trong một giờ, các lượng nhiệt thừa, bụi khói, hơi độc hại, hơi ẩm v.v... càng được thải nhanh ra ngoài.

Hai chỉ tiêu G và n chỉ dùng để đánh giá chất lượng TGTN của nhà, mang nhiều ý nghĩa về mặt vệ sinh.

c) *Hệ số thông thoáng*: Để đánh giá chất lượng TGTN của nhà nhằm lựa chọn được giải pháp thiết kế kiến trúc công trình hợp lý, GS.TSKH Phạm Ngọc Đăng, 1978, đã đề xuất [2,3] sử dụng hệ số thông thoáng của nhà, ký hiệu là K_{th} , xác định theo công thức:

$$K_{th} = K_1 \cdot K_2; \quad (4.1)$$

$$K_1 = \frac{\sum v_i V_i}{v_n V}; \quad (4.2a)$$

$$K_2 = \frac{V - \sum V_{lg}}{v_n V} \quad (4.2b)$$

trong đó: v_i, V_i - vận tốc gió trung bình trong thể tích V được thông gió “ i ”;
 V_{lg} - thể tích vùng lặng gió trong phòng;
 V - thể tích phòng;
 v_n - vận tốc gió ngoài nhà, với điều kiện $v_n > 0$.

Đối với nhà dân dụng, khi chiều cao cửa sổ $h_c \geq 0,4H$ (H là chiều cao của phòng), có thể xác định hệ số K_1 và K_2 dựa vào mặt bằng nhà (hình 4.3) như sau:

$$K_1 = \frac{\sum v_i F_i}{v_n F} ; \quad (4.2c)$$

$$K_2 = \frac{F - \sum F_{lg}}{F} \quad (4.2d)$$

F_i, F_{lg}, F - diện tích tiết diện nằm ngang tương ứng với các thể tích V_i, V_{lg}, V .

Ý nghĩa vật lý của hệ số K_1 là sự so sánh giữa trạng thái chuyển động trung bình của không khí trong nhà với trạng thái gió ở chỗ trống ngoài nhà, còn hệ số K_2 là tỷ lệ giữa thể tích khu vực có không khí chuyển động so với thể tích toàn phòng. Khi cửa hoàn toàn đóng kín thì $v_i = 0$ và $K_1 = 0$, tức là $K_{th} = 0$, ngược lại, khi nhà không có tường và vách ngăn thì có thể coi gần đúng $K_1 = K_2 = K_{th} = 1$. Như vậy hệ số thông thoáng biến thiên trong giới hạn:

$$0 \leq K_{th} \leq 1 \quad (4.3)$$

Khi hệ số K_{th} càng gần tới 1, nhà càng thông thoáng. Khi thiết kế nhà, để lựa chọn phương án TGTN hợp lý, cần so sánh hệ số thông thoáng K_{th} giữa các phương án với nhau. Tất nhiên, trước khi so sánh các phương án thì cần phải tiến hành khảo sát thực tế tại địa điểm xây dựng công trình để xác định được hệ số K_{th} bằng bao nhiêu là hợp lý.

Các công thức (4.1) và (4.2) có thể mở rộng để xác định hệ số thông thoáng của tiểu khu nhà ở hay cụm công trình. Trên cơ sở phân tích hệ số thông thoáng tương tự như trên, ta dễ dàng xác định mặt bằng tiểu khu (hay cụm công trình) hợp lý nhất về mặt thông gió tự nhiên.

Về phương pháp xác định vận tốc gió và diện tích được thoáng gió trong nhà: Hai chỉ tiêu này có ảnh hưởng trực tiếp đến điều kiện vi khí hậu của phòng và cảm giác nhiệt của con người, đồng thời cũng là các thông số chủ yếu để xác định hệ số thông thoáng nêu trên. Vì vậy cần phải bàn đến

phương pháp xác định các thông số này. Khi gió thổi qua căn nhà, tốc độ chuyển động không khí trong các phòng sẽ phân bố không đều, bởi vì trường gió trong nhà phụ thuộc rất nhiều vào giải pháp mặt bằng và tổ chức không gian của nhà (hình 4.3).

Việc đánh giá định tính qua trạng thái chuyển động của không khí trong nhà được xác định bằng các phương pháp sau:

- Chụp ảnh bằng thí nghiệm mô hình (3D) trên máng thủy lực hay trong ống khí động.

- Sử dụng mô phỏng máy tính: CFD (*Computational Fluid Dynamics*).
- Tính toán động lực học dòng khí.

4.1.2. Chọn hướng nhà

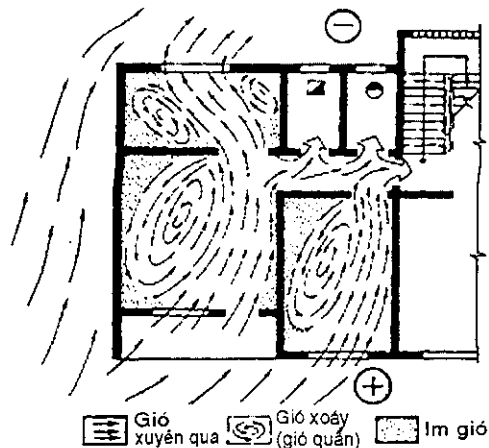
Chọn hướng nhà là một biện pháp giúp công trình có thể đạt được hiệu quả TGTN cao nhất (có lợi cho chất lượng không khí và vi khí hậu trong phòng), tăng tốc độ tỏa nhiệt của kết cấu vỏ bao che, từ đó giảm tải hệ thống thiết bị làm mát cho công trình. Điều kiện khí hậu nước ta cho phép có thể lợi dụng những thuận lợi của khí hậu tự nhiên (trong khoảng thời gian dài trong năm) để tạo ra vi khí hậu tốt trong công trình bằng các biện pháp kiến trúc thụ động, không cần điều hòa không khí nhân tạo thì vấn đề chọn hướng nhà lại càng có ý nghĩa quan trọng. Truyền thống xây dựng của ông cha ta từ ngàn xưa đã có kinh nghiệm chọn hướng Nam là hướng tốt vì với hướng này mùa hè thì mát mẻ, mùa đông lại đỡ lạnh.

Chọn hướng nhà đúng hay sai sẽ đưa đến những ảnh hưởng vi khí hậu như sau:

- Điều kiện TGTN trong nhà tốt hay xấu;
- Bức xạ chiếu vào nhà nhiều hay ít, nông hay sâu.

Vì vậy cần phải phân tích các yếu tố khách quan trên cơ sở khoa học để xác định hướng nhà thích hợp ở mỗi địa phương. Các yếu tố đó là:

- Hướng gió thịnh hành về mùa hè và mùa đông của địa phương;
- Bức xạ và đường chuyển động biểu kiến của mặt trời trong năm;

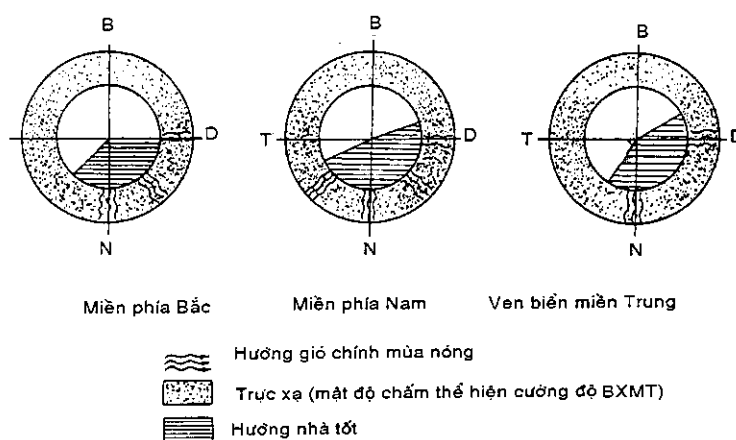


Hình 4.3: Sơ đồ chuyển động không khí qua căn nhà.

- Địa hình cảnh quan nơi xây dựng;
- Yêu cầu của tổ hợp kiến trúc và yêu cầu sử dụng của công trình.

Trong đó yếu tố thứ nhất và thứ hai có ý nghĩa quyết định. Tuy nhiên với điều kiện tự nhiên của nước ta trong nhiều trường hợp hai yếu tố này lại trái ngược nhau. Khi đó giải pháp hợp lý là giải pháp nhân nhượng và ưu tiên cho thông gió tự nhiên (trừ các công trình đóng kín để điều hòa không khí nhân tạo - hướng ưu tiên là hướng giảm bức xạ mặt trời), vì việc tổ chức TGTN để tiết kiệm tiêu hao năng lượng cho công trình và thay đổi không khí để cải thiện chất lượng không khí trong phòng là rất quan trọng (đặc biệt trong nhà ở, trường học và cơ quan hành chính), còn đối với bức xạ mặt trời thì có thể dùng biện pháp che nắng để khắc phục và điều chỉnh.

Theo kết quả khảo sát khí tượng: ở miền Bắc - hướng gió mát mùa hè theo thứ tự ưu tiên là Đông Nam, Nam, Đông; ở miền Nam - hướng gió mát là Đông Nam, Tây Nam, Đông, Tây. PGS.TS. Phạm Đức Nguyên đã kiến nghị hướng nhà tốt cho hai miền khí hậu Bắc, Nam và vùng ven biển miền Trung như hình 4.4 biểu thị.

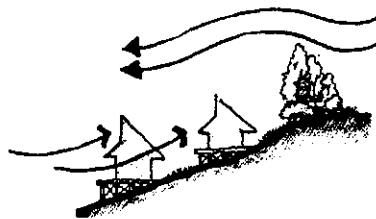
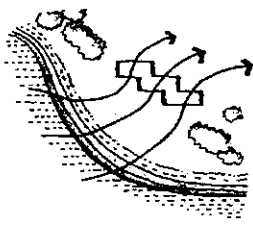
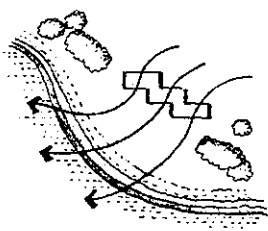


Hình 4.4. Hướng nhà tốt ở Việt Nam

Đối với các công trình được xây dựng tại những địa điểm không có gió mùa chủ đạo rõ ràng như ở vùng ven biển hay miền núi thì nên lựa chọn hướng và hình dạng thích hợp cho công trình để có thể đón được luồng gió “địa hình cục bộ” có lợi. “Gió địa hình cục bộ” là dòng hoàn lưu khí quyển tự nhiên được hình thành khi địa hình và môi trường khác nhau.

- Tại miền biển: lựa chọn hướng và hình dạng công trình để có thể đón được các luồng gió biển mát mẻ vào ban ngày và gió đất liền vào ban đêm (hình 4.5).

- Tại miền núi: vào ban ngày tại các thung lũng do địa hình ngăn cản nắng mặt trời chiếu nên nhiệt độ tại đây thấp hơn nhiệt độ trên sườn núi và gió thung lũng mát hơn gió núi. Vào ban đêm sương rơi rất nhiều, bao trùm cả vùng núi và thung lũng; do địa hình cao của sườn núi cản trở sự di chuyển của không khí nên tại những vùng không bằng phẳng lồi lõm sẽ hình thành các hồ không khí lạnh, từ đó ảnh hưởng tới sự phân bố của nhiệt độ. Chính vì vậy công trình xây dựng tại sườn núi nên thiết kế rừng cây chắn gió (thông, bạch đàn... hoặc cây bụi) ở vị trí ở phía trên cao của công trình để phòng tránh gió lạnh từ trên núi thổi xuống vào ban đêm. Ban ngày có gió thung lũng mát mẻ nên cần bố trí không gian chính của công trình hướng vào thung lũng để đón được luồng gió này (hình 4.6).

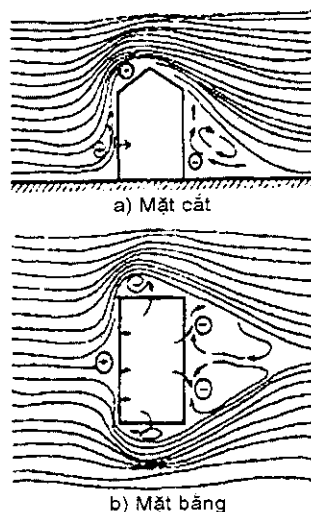


Hình 4.5. Lựa chọn gió tại miền biển (Nguồn: [8]) **Hình 4.6.** Lựa chọn gió tại miền núi (Nguồn: [8])

4.1.3. Giải pháp thiết kế quy hoạch tổng thể công trình

Khi luồng gió thổi đến một công trình, sẽ có hiện tượng như sau: ở mặt đón gió, không khí bị ngăn lại, vận tốc giảm đi, động năng biến thành thế năng và như vậy trên mặt đón gió áp lực không khí ngoài nhà lớn hơn áp lực trong nhà (ta gọi là áp lực khí động dương và kí hiệu bằng dấu +) (hình 4.7). Ở mặt sau nhà, trên nóc nhà, luồng gió sẽ tách khỏi mặt vật thể, uốn cong, lướt qua. Do hiện tượng tách dòng này, tại khu vực sát mặt tường và mái xuất hiện vùng gió xoáy, với áp lực khí động âm, được kí hiệu bằng dấu (-).

Khi thiết kế công trình, cần phải phân tích cẩn thận mô hình phân bố áp lực gió của môi trường xung quanh bằng cách thí nghiệm mô hình trong ống khí động hay mô phỏng máy



Hình 4.7. Sự hình thành áp lực khí động trên các mặt nhà

tính CFD hoặc sử dụng máy đo gió tại khu vực thực tế. Sau đó dự đoán chính xác về tác động của luồng không khí trên công trình và áp lực gió trên bề mặt công trình. Thiết kế TGTN cho công trình được xây dựng mới cần phải tính đến cả hai yếu tố là môi trường tự nhiên và tổ chức không gian của công trình.

4.1.3.1. Xác định khoảng cách giữa các công trình

Khoảng cách giữa các công trình phụ thuộc vào một loạt các yếu tố như: thông gió tự nhiên, chiếu sáng tự nhiên trong nhà, thu/nhận năng lượng mặt trời, chống cháy v.v... Khoảng cách giữa các công trình và hướng nhà liên quan trực tiếp đến mật độ xây dựng và quy hoạch bố trí tổng mặt bằng khu đất, đồng thời còn tác động đáng kể đến cường độ của "đảo nhiệt đô thị", đặc biệt vào mùa hè (*đảo nhiệt đô thị vào mùa hè làm tăng tải nhiệt đối với hệ thống thiết bị làm mát nhà và tăng tiêu thụ điện năng, làm trầm trọng thêm khó chịu về cảm giác nhiệt, tác động có hại đến sức khỏe con người*).

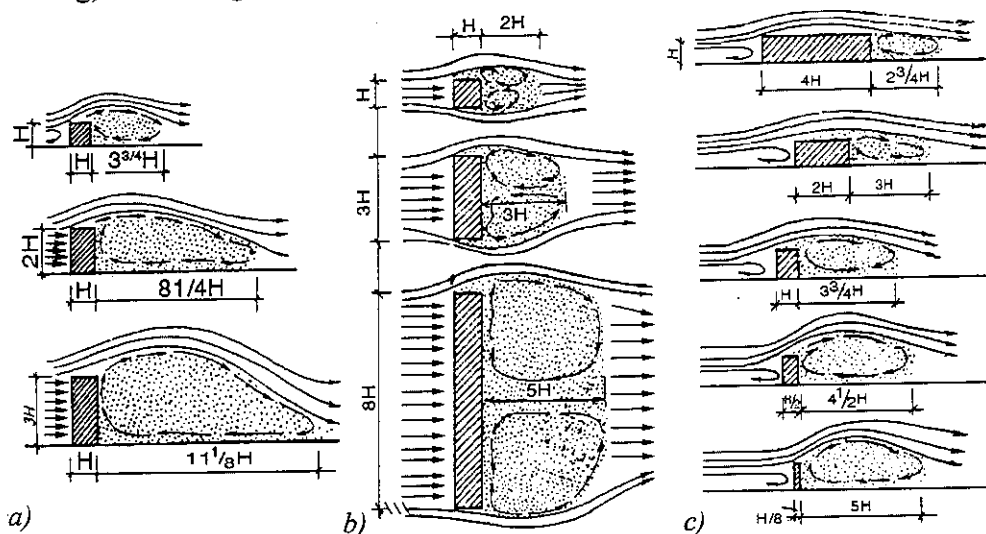
Khoảng cách giữa các công trình càng rộng, không những diện tích chiếm đất càng lớn, hệ thống giao thông và đường ống, dây dẫn càng dài, mà ngay cả chi phí vận hành trong suốt thời gian sử dụng cũng sẽ nhiều hơn. Ngược lại, nếu theo quan điểm lợi ích kinh tế, nếu lựa chọn khoảng cách giữa các công trình hẹp thì điều kiện TGTN trong nhà kém, vì nhà trước che gió nhà sau. Hơn nữa một số phòng có thể quanh năm không có ánh sáng mặt trời, điều kiện vệ sinh không đảm bảo; mặt khác cũng không đảm bảo yêu cầu phòng hòa.

Nước ta là một nước nhiệt đới, năng lượng bức xạ mặt trời lớn, mùa nóng thường kéo dài, bức xạ mùa đông không nhỏ lắm, nên phần lớn các vùng đều có yêu cầu chiếu nắng cho nhà rất thấp. Mặt khác, nước ta nằm ở vĩ độ nhỏ, mặt trời thường có độ cao lớn hơn các nước khác, về mùa hè mặt trời đi trên đỉnh đầu, nên rất dễ chiếu nắng vào trong cụm công trình. Ví dụ 12 giờ trưa ngày đông chí (ngày có vị trí mặt trời thấp nhất trong năm) độ cao mặt trời ở Hà Nội xấp xỉ $44^{\circ}30'$, ở Huế $50^{\circ}0'$, ở thành phố Hồ Chí Minh $55^{\circ}50'$, tức là đều xấp xỉ 45° trở lên. Vì vậy nếu nhà đặt theo hướng từ Đông Nam đến Tây Nam, khoảng cách giữa các công trình (L) lớn hơn hoặc bằng chiều cao ($L \geq H$) thì, nói chung, mặt nhà sẽ có nắng chiếu vào mùa đông. Nói cách khác, nếu nhà đặt ở hướng hợp lý, khoảng cách giữa các công trình chỉ bằng chiều cao nhà ($L = H$) cũng rất dễ thỏa mãn yêu cầu chiếu nắng. Vì vậy ở nước ta, đối với các công trình sử dụng TGTN thì khoảng cách giữa các công trình chủ yếu do yêu cầu TGTN quyết định.

Theo quy luật của khí động học, khi gió thổi gặp vật chắn như nhà cửa, sẽ tạo thành khu vực gió quẩn và khu im gió ở ngay mặt cạnh và ở mặt sau nó. Khu gió quẩn và im gió ở sau công trình lớn hay nhỏ phụ thuộc vào ba

yếu tố: (1) Kiểu nhà; (2) Kích thước hình học của nhà (cao, rộng, dài); (3) Góc gió thổi.

Hình 4.8a giới thiệu kết quả thí nghiệm bằng mô hình thể hiện quan hệ giữa chiều cao nhà (H) và chiều rộng vùng im gió (L_m) sau công trình, hình 4.8b thể hiện quan hệ giữa chiều dài nhà và chiều rộng vùng im gió và hình 4.8c thể hiện quan hệ giữa chiều dày nhà và chiều rộng vùng im gió, khi gió thổi vuông góc với mặt nhà. Căn cứ vào thí nghiệm, khi hướng gió thổi vuông góc với mặt nhà, muốn cho nhà phía sau có gió vào cửa sổ (áp lực dương) thì khoảng cách giữa hai nhà phải lớn hơn hoặc bằng $(4 - 5)H$.



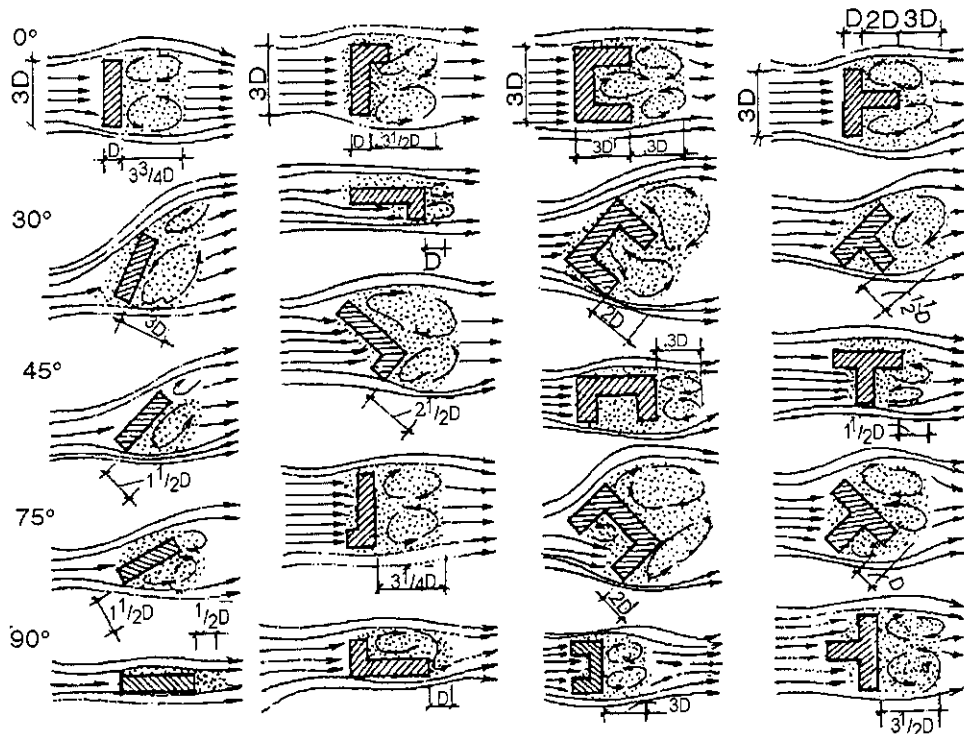
Hình 4.8: a) Quan hệ giữa chiều cao nhà và kích thước vùng im gió sau nhà;
 b) Quan hệ giữa chiều dài nhà và kích thước vùng im gió sau nhà;
 c) Quan hệ giữa chiều dày nhà và kích thước vùng im gió sau nhà.

Hình 4.9 biểu thị tình hình vùng im gió sau công trình của bốn loại nhà (hình chữ nhật, chữ L, chữ U, và chữ T) thay đổi theo góc gió thổi vào nhà. Kết quả như sau: khi gió thổi lệch với hướng nhà thì chiều rộng vùng im gió sẽ bị thu hẹp lại. Chẳng hạn đối với nhà hình chữ nhật khi góc gió thổi $\alpha = 0$ chiều rộng vùng im gió $L_m = (3 + 3/4)D$; $\alpha = 30^\circ$, $L_m = 3D$; $\alpha = 45^\circ$, $L_m = 1 \frac{1}{2} D$.

Theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm trạng thái thông gió trong cụm công trình, khi góc gió thổi $\alpha = 30^\circ - 45^\circ$ và tỷ lệ $\frac{L}{H}$ lần lượt là 1,3; 1,5; 2 thì tỷ lệ tốc độ gió trong cụm công trình so với gió tại chỗ trống đã đạt tới một giá trị tương đối lớn, còn trường hợp $\frac{L}{H} = 1$ thì trường gió trong cụm

công trình xấu. Đồng thời cũng thấy rằng hiệu quả thông gió giữa trường hợp $\frac{L}{H} = 1,5 - 2$ so với trường hợp $\frac{L}{H} > 2$ khác nhau rất ít. Do đó, nếu bố trí quy hoạch cụm công trình hợp lý, chọn hướng gió thổi tốt ($\alpha \approx 30^\circ$), khoảng cách $\frac{L}{H} \approx 1,5$ đã xem như đạt yêu cầu thông gió. Khoảng cách này đối với yêu cầu chiếu nắng cũng hoàn toàn thỏa mãn.

Các thí nghiệm trên đều coi mô hình là khối nhà kín đặc. Trên thực tế, nếu công trình tạo các khe thông gió, các khoảng trống trên mặt đứng hay có tầng để trống để tạo gió xuyên qua công trình thì theo tài liệu [8] khoảng cách giữa hai công trình là $L \geq H$ là phù hợp.



Hình 4.9. Quan hệ giữa góc gió thổi và kích thước vùng im gió đối với các kiểu mặt bằng khác nhau

4.1.3.2. Các giải pháp thiết kế tổng thể công trình (hướng nhà và bố trí sắp xếp, vị trí công trình, chọn hình dạng,...) để đón được hướng gió mát chủ đạo trong năm, tăng hiệu quả TGTN trong công trình.

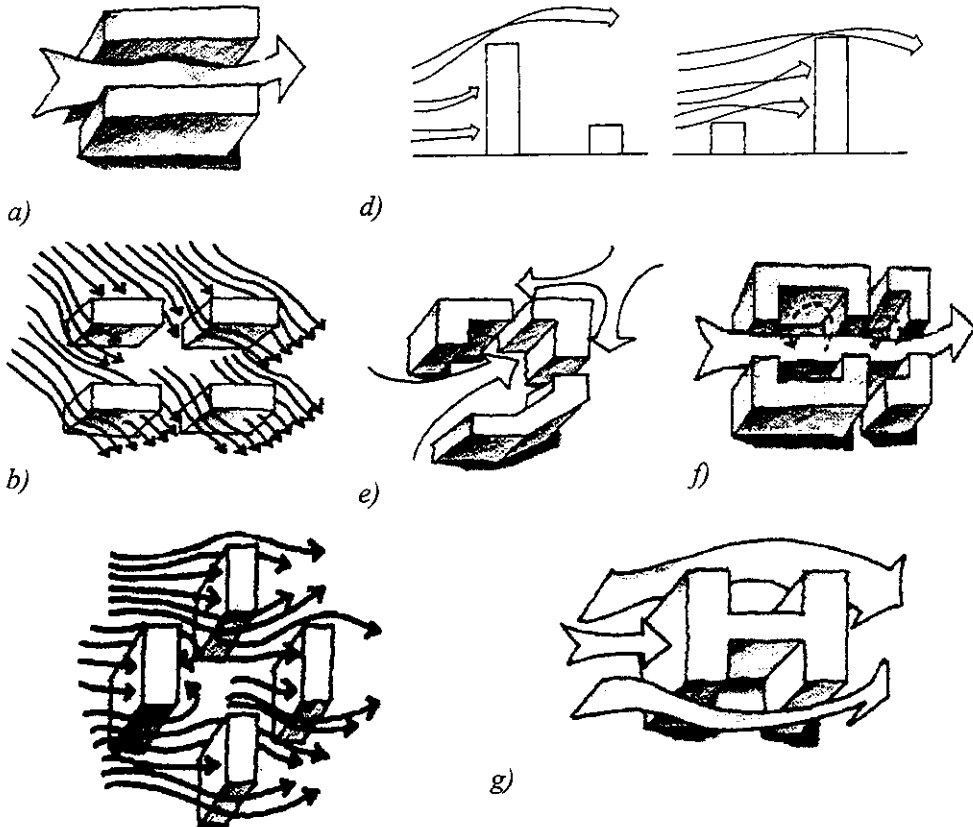
1. Cảnh quan có thể thay đổi hoặc hỗ trợ luồng không khí thổi qua một tòa nhà. Đường, ngõ trong thành phố hay trong tiểu khu hoặc không gian

trống giữa các công trình lân cận là những đường dẫn gió rất tốt, cần lợi dụng các yếu tố này để hút và dẫn gió vào trong các công trình (hình 4.10a).

2. Trong điều kiện địa hình và quy hoạch cho phép nên bố trí tổng mặt bằng công trình theo kiểu so le với hướng gió chủ đạo mùa hè để gió sẽ thổi vào các nhà dễ dàng hơn, tránh được ảnh hưởng cản gió của các công trình phía trước (hình 4.10c).

3. Hướng của công trình theo nguyên tắc song song, để cho chúng cùng một góc độ với hướng gió thịnh hành thì các nhà đều thoáng gió (hình 4.10b).

4. Khi bố trí nhóm công trình theo kiểu bao chu vi, gió rất khó thâm nhập vào công trình, tạo nên vùng im gió, nhất là tại các góc và nhất định sẽ có một số nhà nằm ở hướng bị mặt trời thiêu đốt trong mùa hè (hình 4.10f).



Hình 4.10a) Lợi dụng đường, ngõ dẫn gió; **b)** Bố trí mặt bằng kiểu so le với hướng gió chủ đạo; **c)** Hướng công trình song song và so le với hướng gió thịnh hành; **d)** Cách bố trí công trình cao và thấp; **e)** Góc khuyết công trình mở về hướng gió chủ đạo; **f)** Tương quan các không gian mở ở vị trí đón và thoát gió; **g)** Các phần lõm của công trình hình chữ H để tạo thành góc chết (Nguồn: [8])

5. Bố trí công trình theo kiểu hướng tâm cũng không thích hợp với điều kiện nhiệt đới nước ta, bởi vì sức cản gió rất lớn và hướng của một số nhà không thuận lợi.

6. Khi bố trí nhà thấp trước, nhà cao sau, ảnh hưởng của các nhà thấp phía trước đến trạng thái thông gió của nhà cao phía sau là không đáng kể. Ngược lại, khi bố trí nhà cao trước, nhà thấp sau, ảnh hưởng của các nhà thấp phía sau đến trạng thái thông gió của các nhà cao phía trước là không đáng kể, nhưng điều kiện TGTN của các nhà thấp phía sau rất xấu (4.10d), vì bị nhà cao tầng phía trước che chắn gió.

7. Khối nhà chính của công trình nên đặt ở đầu gió, các khối nhà phụ nên đặt ở cuối gió để đạt được hiệu quả thông gió hợp lý.

8. Tạo góc khuyết hoặc không gian mở của công trình ở phía hướng gió mát chủ đạo mùa hè để gió dễ dàng lọt vào các không gian của công trình (hình 4.10e).

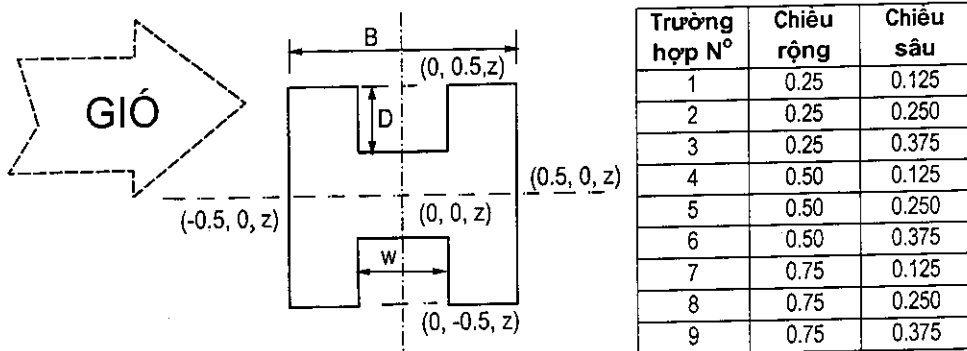
9. Bố cục không gian mặt bằng công trình nên bố trí không gian mở tương đối rộng tại vị trí đón gió và không gian mở nhỏ hẹp tại vị trí thoát gió (hình 4.10f).

10. Công trình có dạng chữ H có các phần lõm để tạo thành góc chết, cản trở sự di chuyển của luồng gió và gây ra hiện tượng lặn gió, biện pháp để giải quyết TGTN là phải áp dụng các khoảng mở thông khí để thay thế hình thức kiểu đóng kín hoặc tăng thêm khoảng cách giữa các cánh nhà và giảm độ sâu ở phần lõm (hình 4.10g).

11. Đối với các công trình cao tầng (đặc biệt là tòa nhà chung cư cao tầng), để tối ưu hóa giữa điểm nhìn và thông gió, hình dạng nhà thường hình thành góc lõm sâu (các khoang thụt vào) để lắp đặt thiết bị ngưng tụ làm mát không khí, cũng như thường bố trí cửa sổ của các khu phụ mở về hướng này. Như vậy, nhiệt và nhiều vấn đề ô nhiễm không khí không mong muốn được thải vào khoảng lõm này. Yêu cầu thiết kế công trình phải đảm bảo để TGTN phát thải được các tụ nhiệt và không khí ô nhiễm trong phần lõm này. C.K.C. Cheng và các cộng sự đã điều tra có hệ thống luồng gió do gió gây ra bên trong và xung quanh khoảng lõm của một tòa nhà chung cư cao tầng điển hình ở Hồng Kông. Sau đây là kết quả thí nghiệm nghiên cứu của C.K.C. Cheng và các cộng sự về hiệu quả thông gió trong khoảng lõm của công trình hình chữ H có chu vi bao là hình vuông có bề rộng là B. [Nguồn: C.K.C. Cheng, K.M. Lam, Y.T.A. Leung, K. Yang, H.W. Li Danny, C.P. Cheung Sherman; *Wind-induced natural ventilation of re-entrant bays in a high-rise building*; *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*; Volume 99, February-March 2011].

Các kích thước của công trình bao gồm: $B = 30\text{m}$ và chiều cao H thay đổi trong khoảng 120m đến 240m . Chín hình "H" được nghiên cứu và hình dạng của chúng đã được thể hiện trong Bảng 4.1. Trong các hình "H", kích thước ngang của khoảng lõm khác nhau một cách hệ thống, trong đó gồm ba độ rộng (W) khác nhau với tỷ lệ $W/B = \{0,25; 0,5; 0,75\}$, và ba độ sâu (D) khác nhau với tỷ lệ $D/B = \{0,125; 0,25; 0,375\}$. Luồng gió thổi qua công trình hình vuông không có khoảng lõm cũng được nghiên cứu. Ba nhóm công trình có chiều cao (H) khác nhau được nghiên cứu $H/B = \{4, 6, 8\}$. Toà nhà hình vuông có chiều cao H khác nhau cũng được tính trong số 30 công trình nghiên cứu này. Ngoài ra, các tính toán được thực hiện cho mỗi công trình với hai góc độ gió tới: gió góc 0° , gió thổi bình thường lên mặt công trình có khoảng lõm và gió góc 90° , khoảng lõm nằm trên hai mặt bên của công trình. Hình 4.11 là ví dụ minh họa mô hình vận tốc gió và đường viền C_p trong tòa nhà cao $8B$ của mặt bằng chữ H trường hợp 9 và góc gió thổi 90° với khoảng lõm.

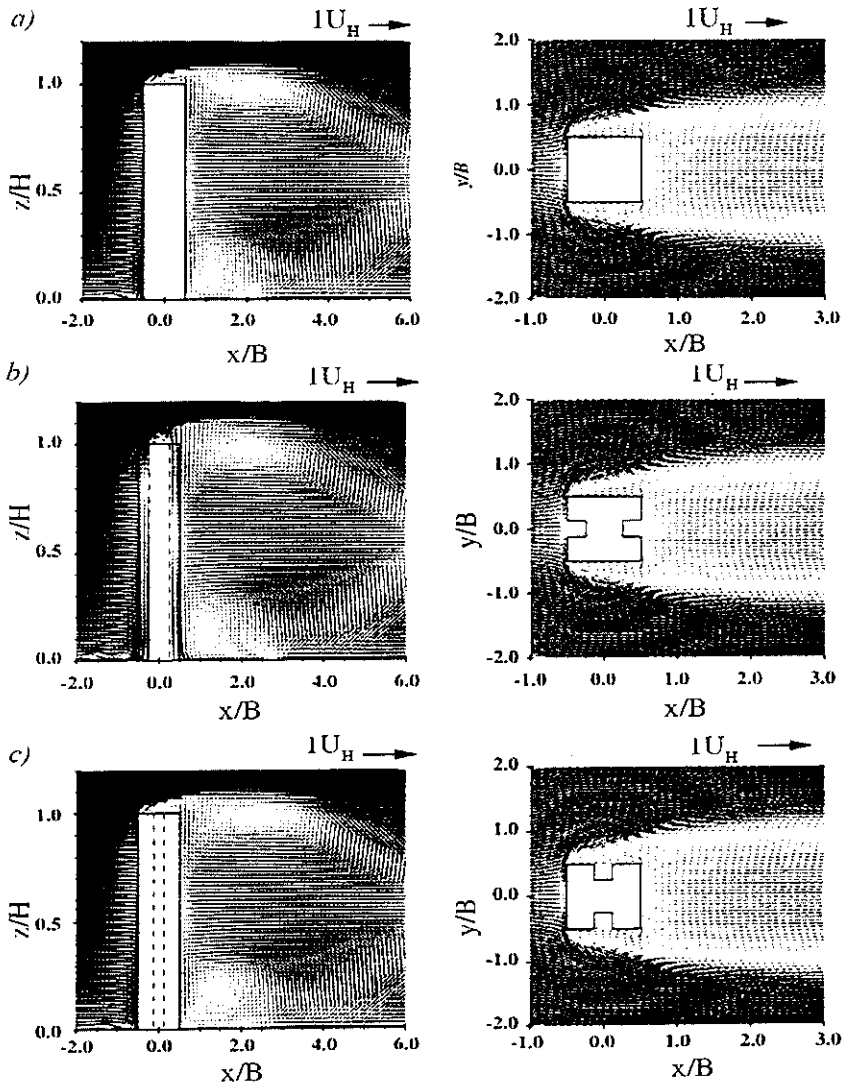
Bảng 4.11: Các kích thước của chín mặt bằng dạng chữ H



Kết luận rút ra như sau:

- Luồng gió bên ngoài công trình làm thay đổi không đáng kể đối với điều kiện hiện trạng của khoảng lõm. Cho dù một khoảng lõm nằm ở vị trí mặt đón gió, vùng khuất gió hay ở cạnh bên của công trình, dòng chuyển động của gió bên trong khoảng lõm đều diễn ra với vận tốc chậm hơn.

- Các khoảng lõm ở mặt đón gió được thông gió tốt nhất với thời gian lưu giữ gió ngắn nhất. Thời gian lưu giữ tăng lên cùng với chiều cao của công trình và hệ thống thông gió được cải thiện với khoảng lõm rộng hơn và nông hơn. Tốc độ luồng gió bên trong khoảng lõm ở mặt khuất gió thấp hơn so với tốc độ gió tại khoảng lõm ở mặt đón gió và thời gian lưu trữ gió lâu hơn 1,5 lần.



Hình 4.11. Mô hình vận tốc gió trên các dạng công trình.

a) Công trình hình vuông cao $6B$, gió thổi 0° ; b) Công trình cao $6B$ ở trường hợp 2 và góc của gió với khoảng lõm là 0° ; c) Công trình cao $6B$ ở trường hợp 2 và góc của gió với khoảng lõm là 90° .

- Khoảng lõm ở mặt bên của công trình không có thông gió chủ động. Tỷ lệ trao đổi không khí với lưu lượng gió bên ngoài là chậm hơn nhiều so khoảng lõm đón gió và khuất gió. Thời gian lưu giữ không khí ô nhiễm là lâu hơn một vài lần. Hiệu quả thông gió của khoảng lõm mặt bên không phụ thuộc đáng kể vào chiều cao xây dựng công trình. Yếu tố quyết định là độ sâu khoảng lõm, tiếp theo là chiều rộng khoảng lõm.

- Độ sâu của khoảng lõm làm giảm hiệu quả thông gió một cách đáng kể, tồi tệ nhất ở khoảng lõm cao hơn và sâu hơn. Kết quả là khoảng lõm cần có độ sâu không lớn hơn 1/8 chiều rộng công trình.

4.1.3.3. Lợi dụng gió sân

• Nguyên tắc cơ bản

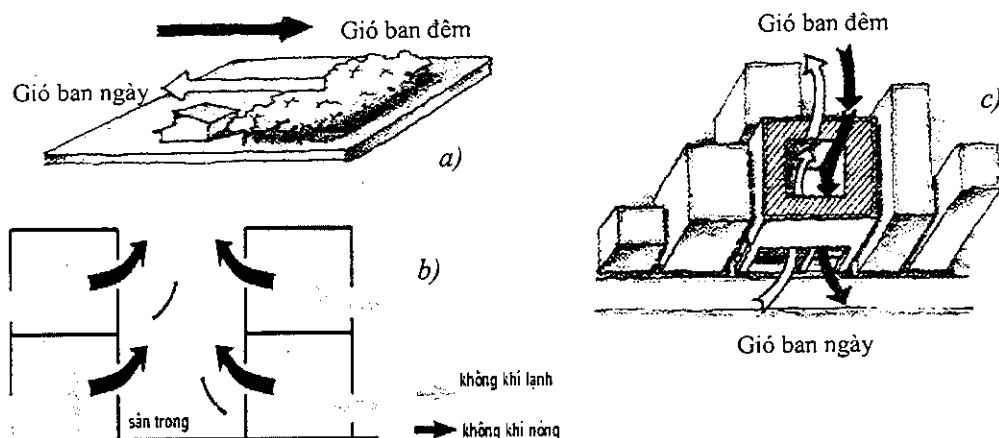
1. Đối với công trình có sân trước và sân sau, nếu các sân có nhiều đặc điểm khác nhau như vật liệu trải bề mặt, cây trồng, nước, cảnh quan... cũng có thể tạo ra hướng gió khác nhau giữa ban ngày và ban đêm (hình 4.12a).

2. Khi có cây trồng và bề nước ở sân trong thì bức xạ mặt trời chiếu vào sân ít hơn và nước bốc hơi nên việc tăng giảm nhiệt độ của công trình sẽ tương đối chậm hơn không khí xung quanh, nên ban ngày có gió thổi ra, ban đêm thì thổi vào (hình 4.12b).

3. Sân trong của công trình có thể lợi dụng nguyên lý thông gió theo sức đẩy trọng lực và áp lực khí động khi bốn phía có thông gió tự nhiên (hình 4.12c). Ở miền Bắc nước ta có mùa lạnh nên phía trên của sân trong cần thiết kế cửa mái để không chế thông gió theo mùa: mùa hè có thể mở để có lợi cho việc thông gió, mùa đông có thể đóng lại để tránh gió lạnh.

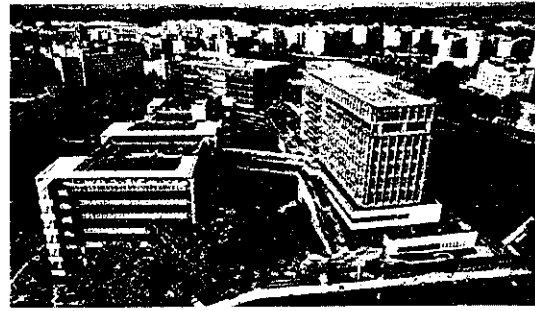
Giải pháp kỹ thuật

Thiết kế sân giữa phải có khoảng trống thích hợp để thuận lợi cho việc lợi dụng lực gió tự nhiên của công trình. Tầm quan trọng của sân trong đối với công trình nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm như sau:



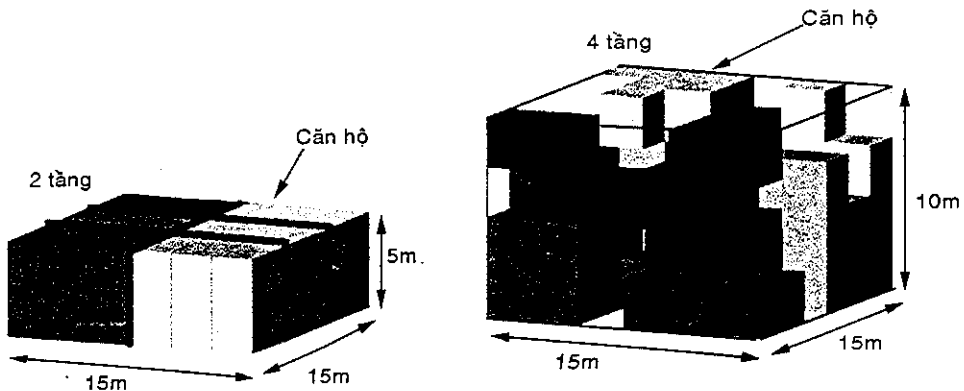
Hình 4.12: a) Gió sân trước - ban ngày: gió vườn cây; ban đêm: gió sân trước;
b) Gió sân trong - ban ngày gió thổi từ sân ra, ban đêm gió thổi từ phố vào;
c) Thông gió ở sân trong (Nguồn: [8]).

2. Tránh sử dụng quá nhiều vật liệu cứng đối với bề mặt sân giữa, nếu như được nên trồng cây trong sân để có thể giảm bớt bức xạ hoặc phản xạ nhiệt đối với công trình. Việc bố trí cảnh quan mặt nước phải được phối hợp với khả năng thông gió tốt nếu không hơi nước bốc lên tạo thành khí ẩm sẽ bị đọng lại trên sân, trong nhà, điều này không tốt. Hình 4.13 là ví dụ Bệnh viện Khoo Teck Puat (Singapore) có sân trong với mặt nước và cây xanh tạo thông gió đối lưu cho khối nhà điều trị và khối khám bệnh.



Hình 4.13. Bệnh viện Khoo Teck Puat (Singapore) (Nguồn: CPG Consultant)

Tại Nhật Bản, Tomoko Hirano và các cộng sự [Nguồn: Tomoko Hirano, Shinsuke Kato, Shuzo Murakami, Toshiharu Ikaga, Yasuyuki Shiraishi; A study on a porous residential building model in hot and humid regions: Part 1-the natural ventilation performance and the cooling load reduction effect of the building model; Building and Environment; Volume 41, January 2006] đã tìm hiểu các ảnh hưởng của các công trình nhà ở nhiều tầng có khoảng trống (các sân trong) tác dụng lên hiệu suất thông gió tự nhiên, và, do đó, giảm tải nhiệt đối với thiết bị làm mát ở các vùng nóng và ẩm (lấy ví dụ là Naha, nơi hầu như không cần sưởi ấm trong cả năm). Hai mô hình khu nhà ở gồm sáu căn nhà hai tầng được nghiên cứu. Trường hợp đầu tiên là mô hình với tỷ lệ trống 0% và trường hợp thứ hai là mô hình "rỗng" với tỷ lệ trống 50%, được đánh giá bằng cách sử dụng mô hình CFD phân tích và phân tích mạng nhiệt và luồng không khí. Kết quả như sau:



Hình 4.14: Hai mô hình nhà ở với tỷ lệ trống 0% và 50%

- Các mô hình với tỷ lệ trống khoảng 50% có hiệu quả hơn so với mô hình với tỷ lệ trống 0% về tỷ lệ thay đổi không khí (lớn hơn khoảng bốn lần) và tốc độ gió trung bình tại các ô trống (lớn hơn khoảng 30%).

- Giảm được tải nhiệt để làm mát hơn 20% do tác động của các khoảng trống. Điều này có vẻ là do sự cải thiện trong hiệu suất thông gió tự nhiên và đặc biệt là trong việc giảm tải nhiệt nội thất. Tải nhiệt ẩn cũng giảm hơn 10%, và tổng tải nhiệt được giảm khoảng 20%.

4.1.3.4. Sử dụng cây xanh để điều khiển gió

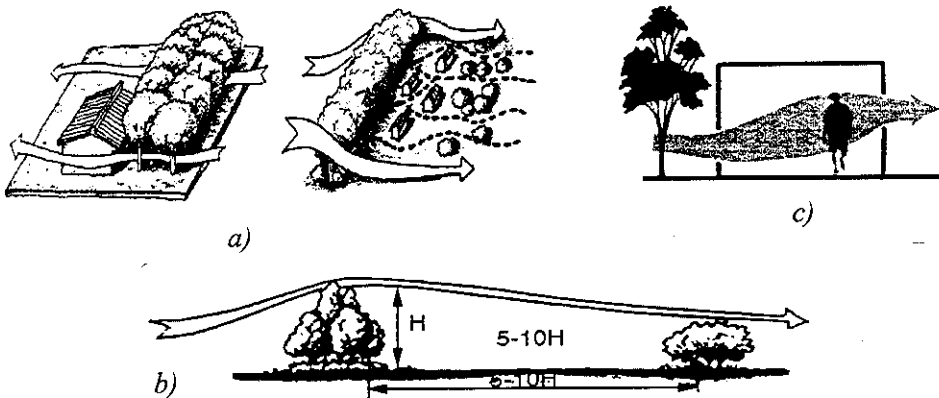
Đối với các công trình thấp và nhiều tầng, cây xanh xung quanh công trình có tác dụng thông gió làm mát vào mùa hè, đồng thời có thể tránh được gió lạnh vào mùa đông. Có thể sử dụng các loại cây khác nhau, độ cao khác nhau để tiến hành thiết kế sử dụng cây xanh cho thông gió và tránh gió cho công trình.

• Cây xanh phòng gió

1. Cần có kế hoạch trồng cây để gió có thể dễ lọt qua vào mùa hè và cản trở được gió lạnh vào mùa đông (hình 4.15a). Nên trồng cây lá thưa ở hướng gió mát; trồng các loại cây lớn, nhiều lá hoặc cây bụi để có thể cản gió lạnh về mùa đông.

2. Rặng cây phòng gió phải bố trí ở hướng gió mùa lạnh thịnh hành, hiệu quả phòng gió cao nhất nằm trong phạm vi chiều dài gấp 5-10 lần chiều cao của cây (hình 4.15b).

3. Các ô trống thông gió của công trình bố trí thích hợp nhất là ở vị trí thấp trên bề mặt đón gió thịnh hành vào mùa hè, do đó nếu cần phải trồng cây ở vị trí này nên chọn cây cổ thụ tán rộng, tránh trồng cây dạng bụi hoặc dạng lúp xúp làm cản trở sự thông gió vào nhà (hình 4.15c).



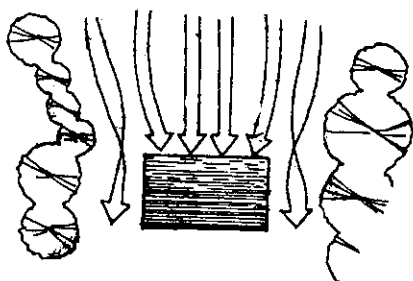
Hình 4.15a. Gió lọt qua vào mùa hè và bị cản vào mùa đông;

b) Phạm vi hiệu quả phòng gió; c) Cây không cản trở sự thông gió (Nguồn: [8])

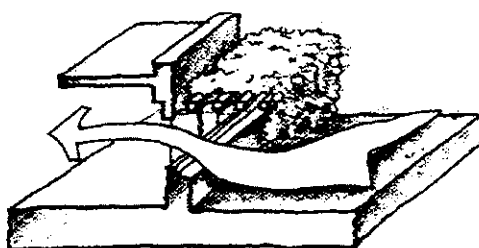
• Cây xanh dẫn gió

1. Khi thiết kế cảnh quan, nếu có kế hoạch trồng cây trong khuôn viên khu đất thì nên bố trí cây xanh dựa theo sự chuyển động và hướng của dòng khí đối lưu, giúp cho dòng khí đối lưu thích hợp với kế hoạch thông gió của công trình. (hình 4.16a)

2. Nếu công trình có dàn cây xanh che nắng cho cửa sổ thì bắt buộc phải giữ khoảng cách thích hợp ở giữa cửa sổ và dàn cây để tránh ngăn cản dòng khí chuyển động (hình 4.16b).



Hình 4.16a



Hình 4.16b (Nguồn: [8])

4.1.3.5. Phòng tránh “gió tòa nhà” cho công trình cao tầng

Tác dụng tương hỗ giữa trường gió và hình dáng hình học của tòa nhà cao tầng làm cho luồng gió mạnh tồn tại trên không trung chuyển hướng và thổi xuống tầng mặt đất, làm cho trường gió cục bộ xung quanh công trình có nhiều biến đổi lớn, người ta gọi là “gió tòa nhà”. “Gió tòa nhà” không những ảnh hưởng tới tính năng chịu tải trọng gió của kết cấu công trình, mà thậm chí còn tạo ra gió môi trường không tiện nghi hoặc thậm chí đe dọa sự an toàn và thoải mái của những người đi bộ gần xung quanh công trình. Ví dụ, quảng trường lộng gió cạnh công trình ngăn cản người dân tiếp cận công trình và tác động đến sự thành công về thương mại của của dự án hay công trình lân cận.

Theo thí nghiệm của Hunt et al (1976) về sự chịu gió thích hợp của con người khi có gió mạnh đã phát hiện rằng: khi tốc độ gió dưới 6m/s thì không gây ảnh hưởng tới hoạt động của người đi bộ, khi tốc độ gió vượt qua 9m/s hoạt động của người đi bộ sẽ bị ảnh hưởng, khi tốc độ gió vượt qua 15m/s, người đi bộ sẽ gặp khó khăn và khi tốc độ gió vượt quá 20m/s, người đi bộ sẽ gặp nguy hiểm. Điều tra của Penward (1973) phát hiện khi gió mạnh vượt qua tần suất 10%, người đi bộ sẽ gặp rắc rối, khi gió mạnh xuất hiện tần suất vượt quá 20% người đi bộ có quyền yêu cầu chủ đầu tư công trình đưa ra những biện pháp cải thiện về môi trường sống [8].

Một số thành phố trên thế giới đã có vấn đề dưới luật yêu cầu các tòa nhà chọc trời xây mới mà xung quanh có gió ở tầng mặt đất cần kiểm tra tần suất hướng gió cũng như tần suất cấp độ gió của các công trình xung quanh trước khi xây dựng, để tránh gây nên các hậu quả cho đường phố và các trung tâm thương mại lân cận. Nếu như tần suất gió mạnh xảy ra vượt quá cấp độ thích hợp hoặc điều kiện an toàn thì có nghĩa điều kiện địa điểm, gió và môi trường là không đủ tiêu chuẩn và bắt buộc phải tìm cách cải thiện cho đến khi đạt chuẩn.

Sau đây là những biện pháp phòng tránh “gió tòa nhà” cho công trình cao tầng [8].

a. Mặt đứng

• Công trình có quy mô lớn:

- Thiết kế các tầng dưới công trình tạo thành khối đế lớn nhằm giảm bớt ảnh hưởng đối với hoạt động của người đi bộ (hình 4.17a).

- Độ cao của khối đế công trình bắt buộc phải cao hơn các công trình xung quanh để tránh “gió tòa nhà” tạo lốc xoáy ảnh hưởng đến những công trình thấp hơn xung quanh.

• Công trình trung hòa gió

- Trên mặt đứng công trình, ở khoảng giữa theo chiều cao cần tạo các khoảng trống lớn để cho gió có thể xuyên qua từ trước ra sau công trình, như vậy có thể giảm bớt được tốc độ của luồng gió thổi từ trên xuống (hình 4.17b).

- Vị trí tầng rỗng của công trình có thể gần với điểm phân chia dòng không khí trên bề mặt công trình, khi đó khả năng gia tăng tốc độ gió sẽ là nhỏ nhất.

- Để giảm bớt và hạn chế tối đa những rắc rối cho người đi bộ bên dưới những tòa nhà cao tầng, người ta thường bố trí thêm mái hoặc màn chắn gió (hình 4.17c).

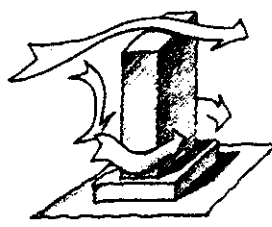
b. Mặt bằng

• Xử lý góc chuyển trên mặt bằng kiến trúc

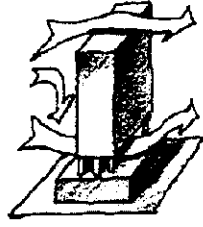
- Công trình có hình dạng giật cấp bậc thang tạo ra diện tích mặt đón gió phía trên nhỏ còn diện tích mặt đón gió phía dưới lại lớn.

- Thiết kế mặt bằng công trình với các góc tròn để giảm bớt sự hình thành lốc xoáy và tốc độ gió của luồng gió thổi từ trên xuống dưới (hình 4.18).

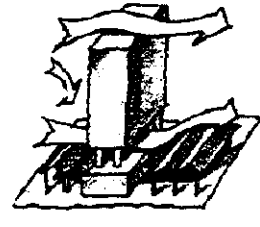
- Khi mặt bằng công trình càng gần với hình tròn thì bề mặt làm tăng tốc độ gió càng nhỏ.



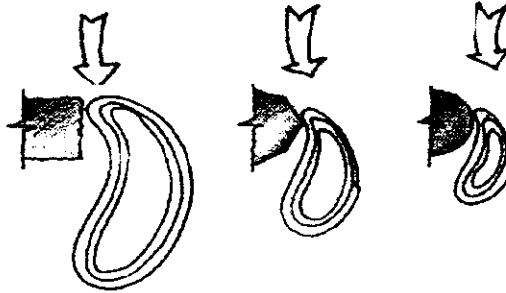
Hình 4.17a



Hình 4.17b



Hình 4.17c



Hình 4.18

- **Kết cấu bao che tạo lồi lõm**

- Các hốc lồi lõm trên chu vi công trình có tác dụng ngăn cản dòng không khí, do đó làm giảm bớt tốc độ gió trên mặt đứng của công trình theo phương ngang.

- Có thể dùng kết cấu che nắng và ban công, lô gia để tạo sự lồi lõm trên bề mặt tường bao che công trình.

4.1.4. Tổ chức TGTN trong công trình

Chất lượng TGTN trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của Việt Nam được đánh giá chủ yếu qua vận tốc và diện tích được gió thổi trực tiếp qua phòng (thông gió xuyên phòng). Ngoài các yếu tố hướng nhà, khoảng cách công trình, quy hoạch nhóm nhà, chất lượng TGTN trong nhà còn phụ thuộc rất nhiều vào các giải pháp tổ chức không gian (trên mặt ngang và trên mặt đứng) và cách tổ chức các lỗ cửa thông gió (hướng, hình dạng, kích thước, vị trí và kết cấu của chúng).

4.1.4.1. Thiết kế thông gió xuyên phòng

- **Nguyên tắc cơ bản**

Thông gió xuyên phòng dựa vào lực gió tức là áp suất gió tạo thành. Vì vậy cần phải có cửa đón gió và cửa thoát gió (hình 4.19). Gió xuyên phòng

phụ thuộc vào phân bố áp suất xung quanh công trình, hướng cửa đón gió, kích thước của lỗ cửa, và quán tính của không khí bên ngoài. Thử nghiệm trên mô hình hình chữ nhật người ta thấy rằng tồn tại vùng gió quẩn. Điều này có thể giảm thiểu nếu thiết kế cẩn thận các lỗ cửa và vị trí của tường ngăn phòng.

- Khi tốc độ gió ngoài cửa vượt quá 1,5m/s tức là có thể tạo ra sự thông gió tự nhiên, lượng thông gió ra vào sẽ phụ thuộc vào hình dạng, bố cục của không gian trong phòng cũng như cách tổ chức lỗ cửa (hình 4.20a).

- Thông gió xuyên qua nhà (qua nhiều không gian): thường là lợi dụng sự chênh lệch về áp lực giữa mặt trước và mặt sau của gió tại công trình. Áp suất gió phía ngoài công trình có thể là áp suất dương hoặc áp suất âm (lực hút), vì vậy các lỗ cửa lớn nhỏ phải được phân bố theo chu vi mặt ngoài hợp lý (hình 4.20b).

- Sự thay đổi áp lực khí động giữa trong và ngoài công trình không những chịu ảnh hưởng của điều kiện bên ngoài công trình mà còn có liên quan tới vị trí và số lượng cửa (hình 4.20c).

- Lưu lượng luồng không khí (*rate of airflow*) G (m³/h) được tính như sau:

$$G = KAV$$

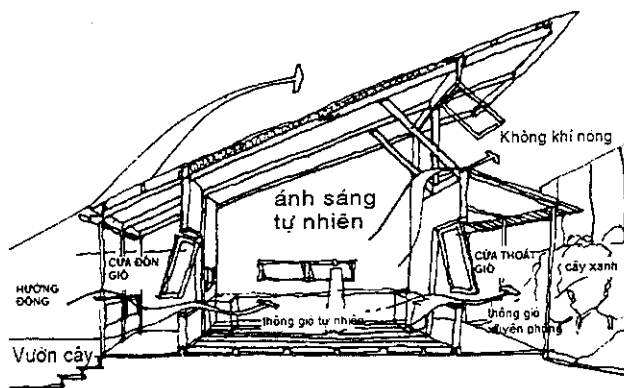
trong đó:

A: diện tích cửa đón gió, m²;

V: vận tốc gió, m/s;

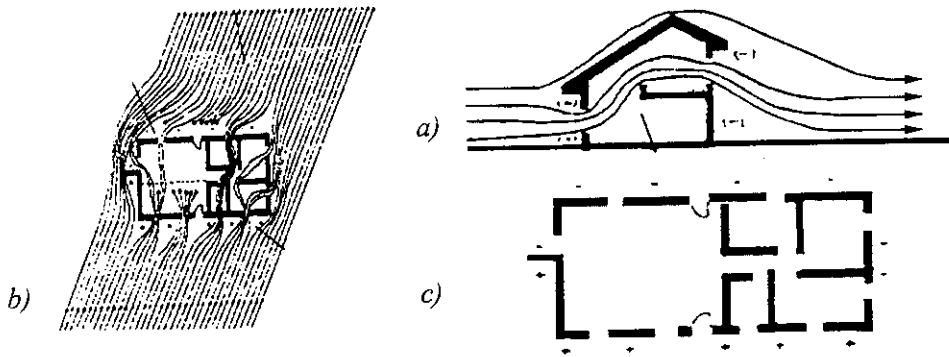
K: giá trị phụ thuộc vào tỷ lệ giữa cửa đón gió và cửa thoát gió. K được xác định theo bảng sau:

Tỷ lệ diện tích cửa đón gió/diện tích cửa thoát gió	K
1: 1	3150
2: 1	4000
3: 1	4250
4: 1	4350
5: 1	4400
3: 4	2700
1: 2	2000
1: 4	1100



Hình 4.19. Tổ chức thông gió xuyên phòng trong ngôi nhà Shillong House Gets Eco Makeover - Ấn Độ

[Nguồn: Internet]



Hình 4.20a,b, c

• Giải pháp kỹ thuật

- Tường hàng rào che công trình phải tránh thiết kế gần sát lỗ cửa mở hoặc không gian sinh hoạt bên ngoài ở tầng trệt vì nó ảnh hưởng đến hiệu quả thông gió. Nếu có yêu cầu đặc biệt đảm bảo tính riêng tư thì nên cố gắng để lỗ trống ở tường rào tại vị trí thấp để giúp cho kế hoạch thông gió của công trình (hình 4.21a).

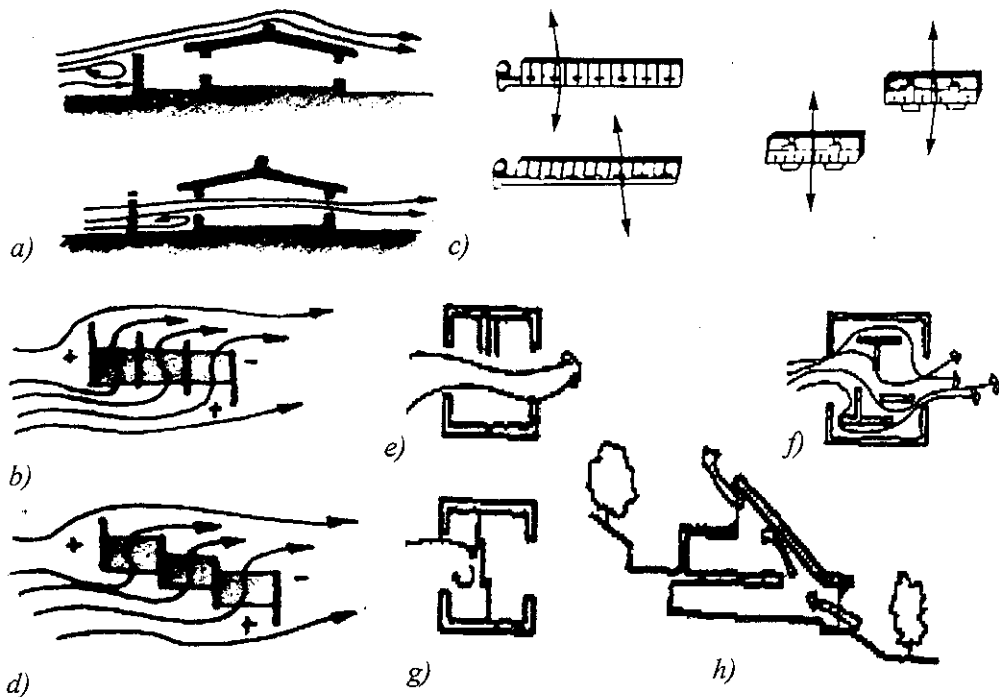
- Do yêu cầu riêng tư và an toàn, độ cao của tường rào hoặc lan can ban công không được thấp hơn chiều cao của tư thế người ngồi trong phòng, khi đó đường chuyển động của gió bị tường ngăn cản nên không thể thổi đến phạm vi sinh hoạt nghỉ ngơi của con người. Vì vậy cần áp dụng tường có nhiều lỗ rỗng, lan can thông thoáng để vừa đảm bảo được nhu cầu riêng tư, an toàn, vừa có thể tăng thêm phạm vi thông gió trong phòng (hình 4.21a).

- Các phòng không quay được về hướng tốt thì có thể dựa vào cách tổ chức của tường bên ngoài phòng (tấm tường dẫn gió) để tạo thành khu áp suất cao, thấp khiến cho gió có góc 90° chuyển hướng thổi vào phòng, đồng thời tấm tường này còn có tác dụng ngăn cản bức xạ nhiệt của mặt trời (hình 4.21b).

- Cách bố trí mặt bằng hình giạt khắc cũng có hiệu quả tương tự, có thể làm cho gió xuyên vào trong phòng đồng thời tránh được bức xạ nhiệt của mặt trời (hình 4.21d).

- Nên thiết kế mặt bằng nhà đơn giản và phòng nông. Tránh tạo không gian quá dài, phân chia phức tạp và phòng sâu, để có thể đạt được thông gió xuyên phòng hiệu quả cao (hình 4.21e). Mặt bằng phòng có độ sâu lớn hơn 8m không có lợi cho việc thông gió [8].

- Phân chia không gian nội thất: Khi một dòng không khí bị đổi hướng trong không gian phòng thì năng lượng quán tính của dòng khí sẽ bị suy giảm. Với thiết kế phân chia không gian nội thất thích hợp, một diện tích



Hình 4.21a, b; c; d; e; f; g; h

không gian lớn có thể thông gió tự nhiên với vận tốc gió bị giảm vừa phải. Khoảng mở kết nối giữa các không gian càng lớn thì gió càng ít giảm tốc độ. Cũng cần lưu ý rằng phân chia nội thất càng gần cửa thoát gió thì vận tốc gió càng đảm bảo. Điều này là thích hợp đối với phòng đầu gió. Đồ nội thất, thiết bị, màn rèm cửa đều có thể ảnh hưởng đến luồng không khí. Nên nhớ rằng các luồng khí chính thường có thể là mạnh hơn 8 lần gió quân (hình 4.21f).

- Vách di động: các vách ngăn chia không gian trong phòng có thể xử lý như cửa giấy ở nhà của Nhật Bản, vừa có thể đáp ứng được yêu cầu điều chỉnh về thông gió, cản gió một cách cơ động, lại vừa bảo đảm được sự riêng tư (hình 4.21g).

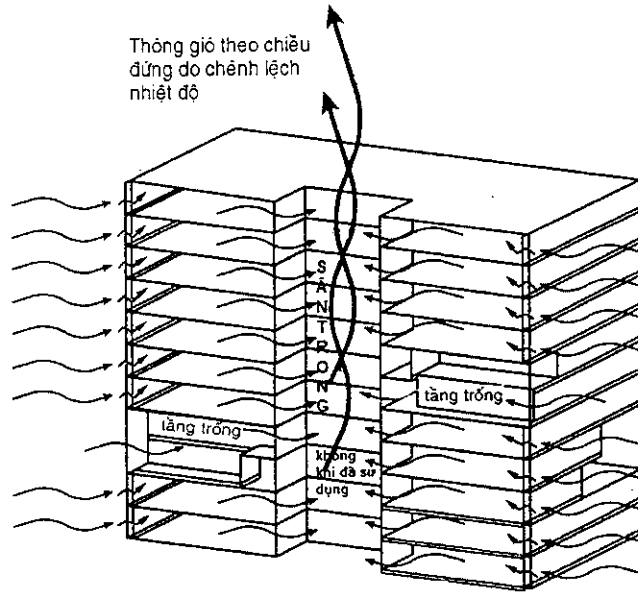
- Không gian lưu thông theo chiều đứng như cầu thang rất có lợi cho việc thông gió theo sức đẩy trọng lực (hình 4.21h).

4.1.4.2. Thiết kế thông gió theo chiều đứng do chênh lệch nhiệt độ

• Nguyên tắc cơ bản

Thông gió theo chiều đứng do chênh lệch nhiệt độ, lấy hiệu ứng ống khói để thông gió, áp dụng khi tốc độ lưu động của gió không đủ để có thể sinh

ra lực gió. Lợi dụng nguyên lý sức đẩy trọng lực để thiết kế đường thông gió: không khí nóng nhẹ hơn, bay lên cao và thoát ra ngoài, không khí lạnh ngoài nhà tràn vào qua cửa dưới để lấp chỗ trống.



Hình 4.22. Thông gió theo chiều đứng (sân trong)
[Nguồn: Samantha; EcoCube, a mixed-use building for Oslo]

Tất cả những không gian lưu thông theo chiều đứng như giếng trời, sân trong, không gian thông tầng, cầu thang, buồng thang máy và các loại hộp kỹ thuật theo chiều đứng đều có thể lợi dụng sự chênh lệch nhiệt độ bên trên với bên dưới để sản sinh sức đẩy trọng lực (hiệu ứng ống khói) nhằm mục đích giảm nhiệt độ trong công trình và trong phòng.

Tỷ lệ luồng không khí (rate of airflow) G (m^3/h) được tính như sau:

$$G = KA \sqrt{H(T_i - T_o)}, \quad (4.4)$$

trong đó: A - diện tích cửa đón gió, m^2 ;

H - chiều cao giữa cửa đón gió và cửa thoát gió, m ;

T_i - nhiệt độ trung bình của không khí trong nhà tại độ cao H , $^{\circ}\text{C}$;

T_o - nhiệt độ của không khí trong nhà, $^{\circ}\text{C}$.

K - giá trị phụ thuộc và tỷ lệ giữa cửa thoát gió vào cửa đón gió.

K được xác định theo bảng sau:

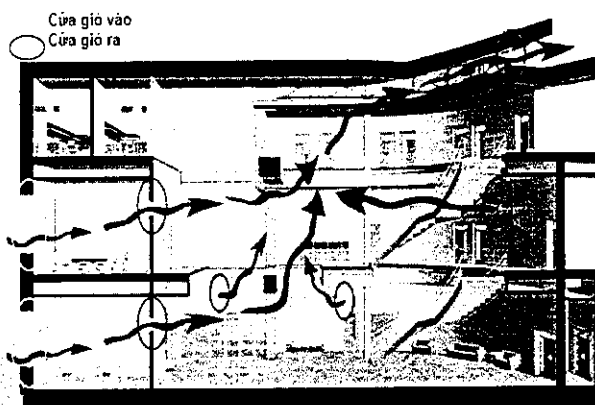
Tỷ lệ diện tích cửa thoát gió/ diện tích cửa đón gió	K
5	745
4	740
3	720
2	680
1	540
3/4	455
1/2	340
1/4	185

• **Giải pháp kỹ thuật**

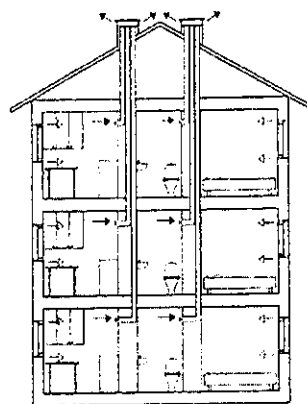
- Lợi dụng khoảng hở giữa hai lớp mái để tạo ra không gian lưu động và tạo thành dòng khí lưu thông trong công trình (hình 4.23).

- Lợi dụng cửa mở ở tại các vị trí đỉnh cao của mái nhà như tum cầu thang, mái che giếng trời và các hộp kỹ thuật để làm đường thông gió cho tổng thể công trình cũng như trong từng phòng riêng biệt.

- Việc thiết kế không gian thông tầng hoặc sân trong, giếng trời của công trình cần phải giúp cho không khí lạnh ở bên ngoài di chuyển xuống dưới bổ sung cho không khí nóng tràn ra từ cửa mở ở trên cao - mùa hè có thể tăng thêm khí mát, còn mùa đông thì cần đóng cửa trên cao để giữ lại không khí ấm áp. Các công trình nhiều tầng khi thiết kế cần xem xét hướng gió mùa, bố trí mặt bằng và mặt cắt công trình, vị trí mở cửa sổ để có thể sử dụng đồng thời nguyên lý “ống khói nhiệt” và thông gió xuyên phòng để đảm bảo đủ lượng không khí lưu thông.



Hình 4.23. Thông gió nhờ khoảng trống giữa hai lớp mái [Nguồn: internet]



Hình 4.24. Thông gió bằng hộp kỹ thuật [Nguồn: Seppanen.O; Seppanen.M:Rakennusten sisailmt]

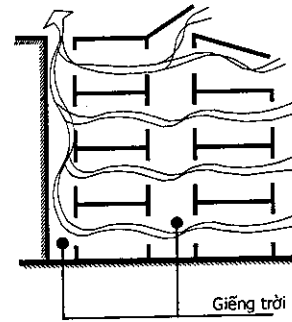
- Với một số không gian ẩm ướt như khu vệ sinh trong công trình, nếu như không có cách nào mở cửa sổ thì nên tăng rộng không gian giếng trời hay hộp kỹ thuật thoát khí, đồng thời tường và mái che giếng trời, hộp kỹ thuật phải cấu tạo nhô lên một đoạn để phát huy tối đa tiềm lực hiệu ứng ống khói (hình 4.24).

- Công trình chịu sự hạn chế về khu đất như địa hình hẹp và dài dẫn đến mặt bằng cũng bị sâu và dài theo, khiến cho gió rất khó lưu thông từ đầu này đến đầu kia, lúc này người thiết kế có thể áp dụng giếng trời, hoặc sân trong để chia mặt bằng công trình ra làm nhiều đoạn, tận dụng chức năng thông gió của giếng trời hoặc sân trong (ban ngày không khí từ trong nhà thổi ra ngoài, ban đêm không khí đi từ ngoài vào công trình), như vậy mới đạt được mục đích thông gió (hình 4.25).

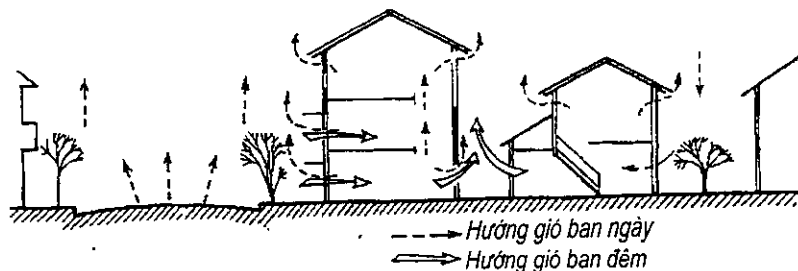
Giải pháp trên hoàn toàn tương đồng với kết quả khảo sát nghiên cứu của ThS. Phạm Hải Hà [3] về đặc điểm thông gió và vi khí hậu nhà ống (nhà ống là nhà có chiều ngang hẹp, tường hai bên kề liền với nhà bên cạnh, tạo thành hình ống, mặt sau có thể kín hoặc hở). Nhà ống là loại nhà đã có quá trình lịch sử lâu dài và rất phổ biến ở đô thị nước ta, nó có đặc thù vi khí hậu riêng.

Kết quả nghiên cứu về thông gió vi khí hậu nhà ống ở Hà Nội [3].

Đặc điểm mang tính chất truyền thống của nhà ống cổ là chiều ngang hẹp, chiều sâu lớn và có sân trong. Nhưng dù nhà sâu hay nông, các ngôi nhà vẫn được tổ chức không gian hợp lý, đảm bảo về mặt vi khí hậu, ánh sáng, thông thoáng gió tự nhiên bằng cách phân nhà thành nhiều lớp, lớp nọ cách lớp kia bằng khoảng sân trong (hình 4.26).



Hình 4.25. Thông gió giếng trời



Hình 4.26. Sơ đồ chuyển động của không khí trong nhà ống cổ do tác dụng nhiệt

Nhà ống cổ thường có chiều ngang rất hẹp, 3 mặt kín nên về mùa hè bức xạ mặt trời chỉ có thể truyền vào nhà qua mái nhà và một phần nhỏ qua tường mặt trước nhà. Mái ngói lợp nhiều lớp (dưới cùng là lớp lót, trên là các lớp ngói chính đặt xiên chồng kê lên nhau), đây chính là một loại mái cách nhiệt tốt, có tác dụng làm giảm đáng kể ảnh hưởng xấu của bức xạ làm tăng nhiệt độ trong nhà.

Nhà ống hiện đại có lợi thế so với nhà ống cổ là chiều sâu thường nhỏ hơn và chiều ngang lớn hơn, do vậy mà ít có sân trong mà thay vào đó là giếng trời. Nhà ống hiện đại tương tự nhà ống cổ, có 2 loại: 3 mặt kín (nhà có 3 phía tường không thể mở cửa đi hoặc cửa sổ được) và 2 mặt kín (nhà có hai bên tường bao giáp nhà hàng xóm, còn hai mặt trước và sau được tiếp xúc với thiên nhiên).

Khảo sát đánh giá thông gió vi khí hậu trong nhà ống hiện đại [3] đã được tiến hành trong thời gian từ ngày 6 đến ngày 8/5/2000, điều kiện không khí ngoài nhà trong 3 ngày khác nhau không lớn và có tính chất phổ biến của khí hậu mùa hè ở Hà Nội, với hai mục tiêu sau đây:

- Xác định hiệu quả giải pháp kiến trúc về thông gió ngang kết hợp với thông gió đứng trong nhà ống (thể hiện trên quan hệ giữa các thông số vi khí hậu trong nhà và ngoài nhà: nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió).

- Xác định hiệu quả giải pháp kiến trúc lấy ánh sáng từ cửa sổ bên và cửa sổ lấy ánh sáng trên nóc nhà ống.

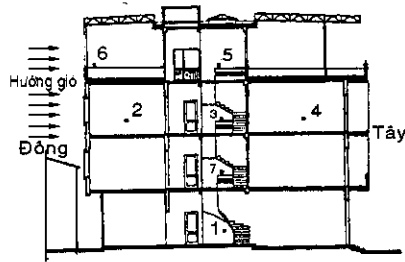
Địa điểm khảo sát: Nhà số 8, ngõ 20 đường Trương Định, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, nhà cao 4 tầng, hướng Tây - Đông. Mặt cắt nhà và vị trí các điểm đo cho trên hình 4.27.

Phương án thí nghiệm: đã tiến hành đo lường các yếu tố vi khí hậu (tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm) ở các phòng trong nhà và ở ngoài nhà biến thiên theo giờ trong ngày, từ 7 giờ sáng đến 22 giờ đêm, mỗi giờ đo một lần với 3 phương án sau:

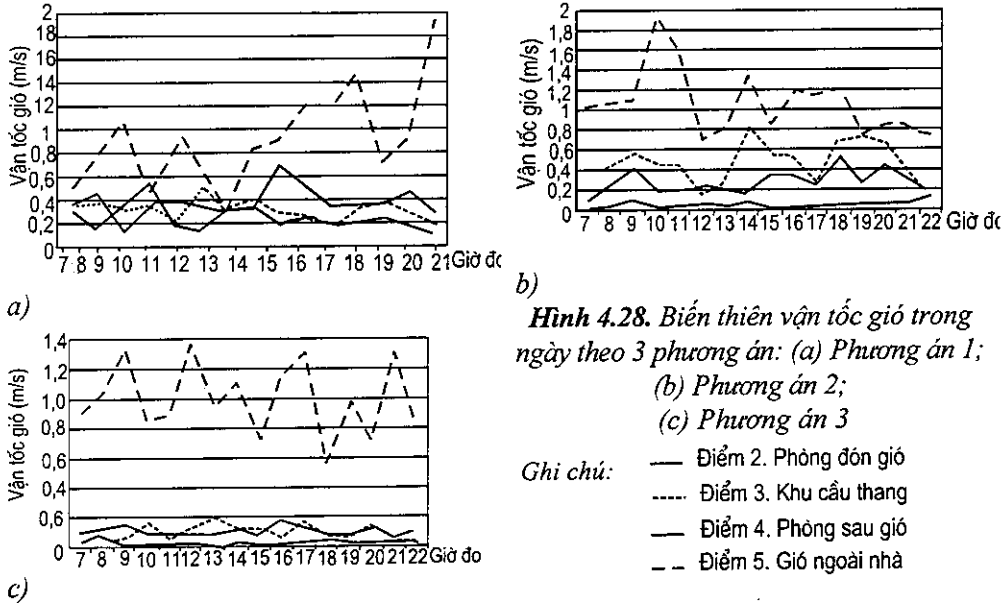
- Phương án 1: nhà ống có thông gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng;
- Phương án 2: nhà ống có thông gió một bên kết hợp thông gió đứng;
- Phương án 3: Nhà ống chỉ có thông gió một bên.

Sau đó so sánh kết quả đo lường vi khí hậu giữa ba phương án để đánh giá hiệu quả của thông gió đứng với thông gió ngang trong nhà ống.

Kết quả đo lường khảo sát biến thiên tốc độ gió trong ngày của các điểm đo theo 3 phương án thông gió khác nhau được thể hiện trên các hình 4.28a, b, c.



Hình 4.27: Vị trí các điểm đo



Hình 4.28. Biến thiên vận tốc gió trong ngày theo 3 phương án: (a) Phương án 1; (b) Phương án 2; (c) Phương án 3

Ghi chú: — Điểm 2. Phòng đón gió
 - - - Điểm 3. Khu cầu thang
 — Điểm 4. Phòng sau gió
 - - - Điểm 5. Gió ngoài nhà

Kết luận rút ra như sau:

- Dựa vào các chỉ tiêu tiện nghi vi khí hậu (theo phương pháp chỉ tiêu nhiệt độ hiệu quả tương đương) thì chỉ ở phương án 1 (thông gió xuyên phòng kết hợp thông gió đứng) tất cả các phòng đều đạt được tiện nghi vi khí hậu; còn hai phương án còn lại không đảm bảo điều kiện tiện nghi vi khí hậu cho tất cả các phòng do vận tốc gió ở một số phòng không đạt yêu cầu, đặc biệt theo phương án 3 hầu hết điểm đo đều có vận tốc gió quá nhỏ (từ 0,02 - 0,2 m/s), dẫn đến độ ẩm trong nhà cao (độ ẩm trung bình > 80%). Từ đó chúng tôi *giải pháp thông gió tối ưu, có hiệu quả nhất đối với nhà ống là kết hợp thông gió xuyên phòng và thông gió theo chiều đứng.*

- Giếng trời và cửa tum chính là phần quan trọng trong việc tổ chức thông gió theo chiều đứng. Cần bố trí giếng trời sao cho việc thoát gió từ các tầng dưới lên trên được dễ dàng và thuận tiện nhất, đôi khi còn dùng để

đón gió từ trên mái xuống. Nên kết hợp giếng trời với ô cầu thang, vừa thỏa mãn nhu cầu sử dụng, đồng thời cũng đảm bảo yêu cầu thông gió và tiết kiệm diện tích.

- Hành lang giao thông liên hệ giữa giếng trời với các phòng cũng như giữa các căn phòng với nhau tạo thuận lợi cho thông gió ngang kết hợp với thông gió đứng.

- Vị trí cửa sổ và cửa đi của nhà phải hợp lý cho sử dụng nhưng đồng thời phát huy được tác dụng đón gió và thoát gió.

- Trường hợp nhà chỉ có một mặt tiếp xúc với thiên nhiên thì ở phòng phía trong không có mặt tiếp xúc với ngoài trời nhất thiết phải có cửa sổ mở ra giếng trời, đảm bảo cho phòng có cửa đón gió và cửa thoát gió, không nên để căn phòng ở tình trạng thông gió tồi tệ như phương án 1 và 3 (điểm 4). Nếu tổ chức thêm một giếng trời thứ hai ở cuối nhà, cạnh phòng phía trong thì TGTN sẽ đạt hiệu quả hơn.

4.1.4.4. Tính năng thông gió của cửa sổ

• Nguyên tắc cơ bản

Để xem xét hiệu quả thông gió trong phòng thì cần xác định hai yếu tố sau:

- Trạng thái không khí lưu thông trong phòng.

- Tốc độ cũng như lượng thông gió.

Hai yếu tố trên có quan hệ tới hướng, kích thước, vị trí và hình thức mở cửa. Tính năng thông gió của cửa sổ phải phối hợp với hướng công trình, cách mở cửa, cao độ cửa, kích thước độ sâu của mặt bằng phòng, cấu tạo trần, chiều cao phòng, hình thức phòng là kiểu không gian mở hay là không gian đóng...

Yêu cầu thông gió thay đổi theo điều kiện khí hậu và điều kiện vi khí hậu theo các mùa khác nhau. Những yêu cầu này phải được xác định trước khi quyết định vị trí của cửa sổ và hướng của các không gian bên trong công trình.

• Giải pháp kỹ thuật

a) Hướng cửa sổ, kích thước và các mô hình luồng khí

- Hướng cửa sổ là rất quan trọng để đảm bảo dòng không khí phân bố đồng đều khắp không gian phòng. Thông thường, khi cửa đón gió vuông góc với hướng gió chính, cửa đón gió và cửa thoát gió thẳng hàng, luồng khí sẽ thổi trực tiếp ra cửa thoát gió và ít ảnh hưởng đến các diện tích khác của căn phòng. Khi cửa thoát gió trên bức tường vuông góc với cửa đón gió, hướng gió chính vuông góc với cửa đón gió thì vận tốc gió sẽ lớn hơn. Phòng chỉ có cửa sổ trên một bức tường, thông gió sẽ rất yếu hoặc không có hiệu lực. Vận tốc gió trong nhà có thể cao hơn khi hướng gió thổi xiên hướng với cửa đón gió khoảng 10 - 30 độ [2,3].

- Phải căn cứ vào điều kiện hoàn cảnh thực tế như điều kiện khí hậu và điều kiện môi trường để quyết định kích thước cửa sổ, ví như hướng Đông và Tây là hướng mặt trời chiếu mạnh nhất nên tránh mở cửa để hạn chế nhiệt bức xạ chiếu vào phòng (tức là mở cửa tương đối nhỏ).

- Căn cứ vào loại hình sử dụng của công trình để quyết định, ví dụ như những công trình khách sạn, văn phòng, trung tâm thương mại v.v... bắt buộc phải sử dụng điều hòa, diện tích mở cửa thường nhỏ để giảm bớt tải trọng nhiệt (một số trường hợp do yêu cầu mỹ quan cần mở cửa lớn thì phải sử dụng các kết cấu che nắng và loại kính đặc biệt). Còn nhà ở, trường học, nhà làm việc v.v..., những công trình không lắp đặt điều hòa thì diện tích của cửa sổ cùng với kết cấu che nắng cần tăng thêm để có lợi cho việc thông gió và lấy ánh sáng.

- Vận tốc gió trung bình trong phòng liên quan trực tiếp với kích thước lỗ cửa, diện tích mở càng lớn, cửa đón gió vào bằng cửa thoát gió thì thông gió trong phòng càng tốt. Cần lưu ý rằng tỷ lệ vận tốc giảm đi khi tổng diện tích cửa đón gió và cửa thoát gió giữ không đổi nhưng cửa sổ đón gió lớn hơn. Với cùng một diện tích, cửa sổ có dạng hình chữ nhật nằm ngang sẽ thông gió tốt hơn trường hợp cửa sổ hình chữ nhật đứng.

- Kích thước hợp lý của cửa sổ so với kích thước phòng: Theo GS.TSKH. Phạm Ngọc Đăng [2,3], tỷ lệ tỉ số giữa chiều cao cửa (h) và chiều cao phòng (H): $m = h/H$ vào khoảng 0,4 là hợp lý và chiều rộng cửa nên $\geq 0,5$ chiều rộng phòng. Theo QCVN 09:2013/BXD: “Các lỗ thông gió, cửa sổ có thể mở được ra bên ngoài với diện tích không nhỏ hơn 5% diện tích sàn. Người sử dụng dễ dàng tiếp cận được với các lỗ thông thoáng này. Tổng diện tích các cửa thoát gió không nhỏ hơn tổng diện tích các cửa đón gió”.

- Lý do chính để thông gió tự nhiên là làm mát, vì vậy luồng không khí sẽ được đưa đến vùng hoạt động của con người chứ không phải về phía trần nhà hoặc qua đầu người. Vị trí của cửa thoát gió và tính chất cơ chế vật lý của cửa đón gió sẽ xác định mô hình luồng không khí. Cửa đón gió có thể hoạt động như một ống hút, chuyển hướng lên, xuống và quyết định hiệu quả làm mát tối đa. Chiều cao trần nhà không trực tiếp ảnh hưởng tới các luồng không khí. Độ sâu của căn phòng cũng ít có tác dụng miễn là luồng không khí có thể xảy ra giữa cửa đón gió và cửa thoát gió (hình 4.30).

- Với thiết kế các lối đi dạng hành lang giữa, hành lang có thể hoạt động như khoang chứa gió. Các cửa thoát gió có thể mở ra hành lang nếu như luồng không khí không bị chặn.

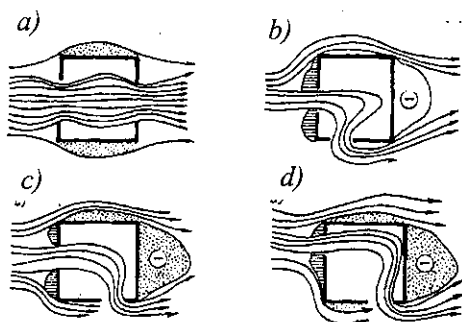
b) Vị trí cửa sổ và dạng cửa

- Vị trí mở cửa khác nhau thì trường gió trong phòng cũng rất khác nhau. Ví dụ trên hình 4.29, lượng gió vào phòng và phạm vi diện tích có gió thổi qua phòng từ tốt đến xấu lần lượt là (a); (d); (c); (b).

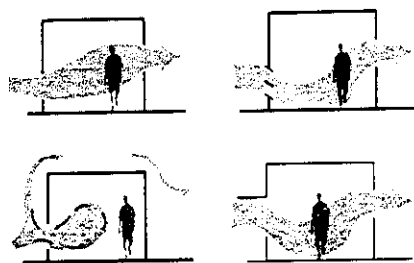
- Cửa nên bố trí để gió thổi qua được diện tích sử dụng chính trong phòng. Ví dụ ở hình 4.31 kiểu (b) tốt hơn kiểu (a).

- Để thông gió tốt cho khu vực sinh hoạt của con người, cửa sổ nên đặt thấp, bậu cửa sổ cách mặt sàn 60 - 70cm và nếu có thể, cửa mở gần sát mặt sàn càng tốt (dĩ nhiên phải có biện pháp an toàn khi sử dụng). Theo giáo sư Phạm Ngọc Đăng, hình thức cửa đặt thấp và chạy dài gần hết chiều rộng phòng sẽ đạt được yêu cầu thông gió tốt nhất, đồng thời lại dễ che mưa, che nắng cho phòng, nên sử dụng rộng rãi ở nước ta.

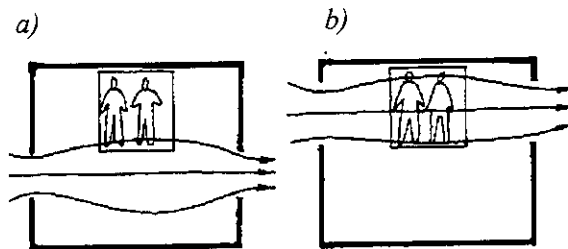
- Cửa sổ trong phòng phải phối hợp với cửa sổ trên cao thông ra không gian giao thông (hành lang, cầu thang...) để có lợi cho việc thông gió tổng thể (hình 4.30).



Hình 4.29. Trường gió trong phòng thay đổi theo cách mở cửa sổ



Hình 4.30. Trường gió thay đổi theo vị trí của cửa thoát gió và cơ chế vật lý của cửa đón gió [Nguồn: internet]



Hình 4.31. Vị trí cửa phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng của phòng

c) Cách mở cửa

Cách mở cửa có ảnh hưởng rất lớn đến trường gió trong phòng. Cánh cửa mở đúng có thể trở thành tấm đón gió và hướng chiều gió tốt, không những

trường gió được cải thiện mà lượng gió cũng có thể tăng từ 10 - 15%. Sau đây là các tính năng của từng loại cửa sổ:

- Mái che và cánh cửa sổ mở theo phương ngang, được mở đầy ngang cho phép gió thổi vào khi mở cửa theo mọi hướng, còn cửa mở hất thì ít gió hơn so với các loại cửa khác. Cửa sổ trục quay ở giữa có thể hướng luồng không khí đi lên trên. Hầu như tất cả các cửa sổ cánh mở ngang (trừ dạng cửa chớp) bề cửa cần phải thấp hơn cao độ mong muốn cần thông gió.

- Cửa mở theo kiểu kéo ngang hoặc kéo lên xuống: không những có ảnh hưởng đối với hướng ra vào của dòng không khí mà diện tích thông gió có hiệu quả cũng giảm xuống một nửa so với diện tích ban đầu.

- Cửa mở ra ngoài: có tác dụng hút gió song đôi khi cũng có tác dụng cản gió (như trường hợp hai cánh cửa mở vuông góc với mặt tường), do đó phải căn cứ vào hướng gió để quyết định mở cửa như thế nào là phù hợp.

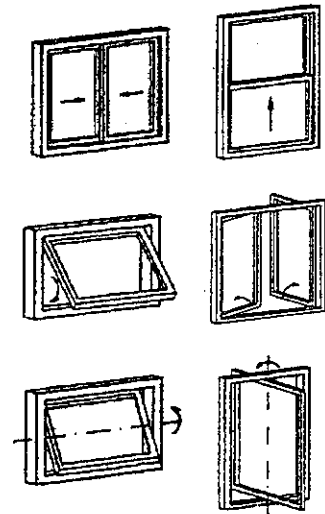
- Cửa lật: cửa lật ra ngoài làm cho dòng không khí hướng lên trần nhà, không có lợi cho việc thông gió vào khu vực hoạt động của con người trong mùa hè; cửa lật nghiêng vào bên trong thì có lợi cho việc thông gió nhưng lại không có chức năng tránh mưa; cửa lật cho phép gió vào ít hơn các loại cửa khác.

- Cửa xoay trục đứng thì có thể điều chỉnh thuận theo hướng gió.

- Cửa có thêm ô thoáng bên trên, cấu tạo cửa gồm hai phần: cửa to ở dưới và cửa nhỏ (ô thoáng) ở trên. Hiệu quả thông gió của cửa nhỏ trên cao là tương đối nhỏ, tuy nhiên khi kết hợp với cửa to ở bên dưới lại có lợi cho việc thông gió trợ lực.

d) Tác dụng của tấm dẫn gió và kết cấu che nắng

Tấm dẫn gió hoặc kết cấu che nắng có tác dụng uốn luồng gió xuyên qua cửa sổ vào các không gian hữu ích. Đôi khi tấm dẫn gió hoặc kết cấu che nắng trên tường có thể sẽ làm hỏng sự trao đổi dòng không khí, lúc này cần cấu tạo tấm dẫn gió hoặc kết cấu che nắng không gắn liền với mặt tường (giữa mặt tường và tấm che nắng có khoảng cách - khe hở) thì việc trao đổi dòng không khí sẽ được cải thiện.

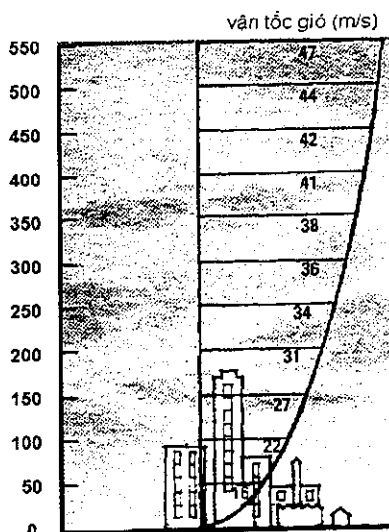


Hình 4.32. Các cách mở cửa

4.1.4.6. Thông gió cho nhà siêu cao tầng [Nguồn: Yeang, Ken; *The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer*; Academy Group, Ltd; London 1996]

• Nguyên tắc cơ bản

Tốc độ gió xung quanh phần trên của tòa nhà siêu cao tầng có thể là rất lớn vì tốc độ gió tăng tỷ lệ với chiều cao của tòa nhà (hình 4.33). Chúng ta cần phải tận dụng lợi thế của năng lượng gió tự do này trong thiết kế để sử dụng gió tốc độ cao cho các mục đích thông gió tự nhiên trong công trình để tăng tốc độ thay đổi không khí trong nhà nhằm cải thiện vi khí hậu, tạo môi trường trong nhà lành mạnh và làm mát cấu trúc công trình. Ở một vài mức độ, làm mát đối lưu thông qua hiệu ứng ống khói có thể khai thác lợi thế về chiều cao công trình trong thời điểm lặng gió. Ngoài ra, gió có thể cung cấp năng lượng thụ động như là nguồn bổ sung năng lượng cho hệ thống điện của tòa nhà.



Hình 4.33. Biến thiên vận tốc gió theo chiều cao

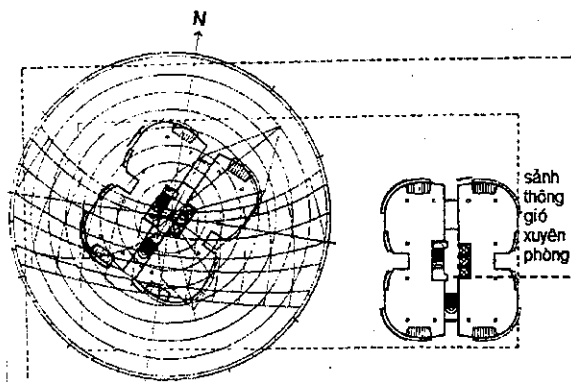
Sử dụng thông gió tự nhiên trong các tòa nhà siêu cao tầng đã được chứng minh là có thể đóng góp đáng kể để tiết kiệm năng lượng, vì nhân sinh, và giúp tạo thành một công trình trong lành. Tuy nhiên, điều quan trọng là cần xác định ngay từ đầu là cần thông gió tự nhiên ở mức độ nào và mục tiêu thiết kế thế nào là hợp lý nhất.

• Giải pháp kỹ thuật

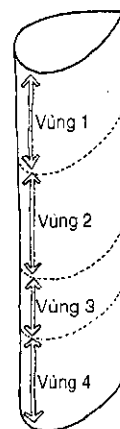
- Gió ngoài trời có thể được sử dụng để thông gió khu sảnh thang máy, cầu thang và nhà vệ sinh, khi đó sẽ giảm yêu cầu cứu hỏa đối với hệ thống điều áp cơ khí trong các không gian này, làm giảm chi phí đầu tư ban đầu và chi phí hoạt động sau đó.

- Việc xác định vị trí các lối dịch vụ và trục thang máy là rất quan trọng, không chỉ vì lý do cấu trúc mà còn vì vị trí của cửa thông gió tự nhiên. Khi thiết kế cần tham khảo hoa gió của địa phương để lựa chọn vị trí của bộ phận này hợp lý (hình 4.34).

- Cần phân vùng TGTN trên mặt bằng cho công trình thành các khu TGTN riêng biệt, ví dụ như khu vực sử dụng chung (sảnh thang máy, cầu thang và các khu vệ sinh) và các khu vực sử dụng riêng (các diện tích sàn làm việc).



Hình 4.34. Nghiên cứu hoa gió và biểu đồ mặt trời để áp dụng TGTN và che nắng



Hình 4.35. Phân vùng TGTN theo chiều cao

- Gió thay đổi theo cấp số nhân tùy theo chiều cao của công trình, vì vậy khi thiết kế cần phải phát triển hơn nữa các hệ thống thông gió riêng cho các độ cao khác nhau và theo các mặt đứng khác nhau của công trình siêu cao tầng, đó là chia công trình thành các vùng thiết kế TGTN riêng biệt. Có nghĩa là TGTN trong tòa nhà siêu cao tầng là một tập hợp các hệ thống TGTN cho các bộ phận khác nhau trên mặt bằng và khác nhau theo chiều cao (hình 4.35).

- Để gió tự nhiên xuyên phòng thay thế hiệu quả cho điều hòa không khí (với khoảng 30 lần thay đổi không khí/giờ), nên bố trí các cửa sổ tốt nhất là ở trên cả hai mặt đón gió và sau gió, với các thiết bị có thể điều chỉnh hoặc đóng mở để hỗ trợ chuyển hướng dòng khí theo sự thay đổi của gió. Một cửa sổ lõm vào với thiết bị điều chỉnh theo hướng gió và che mưa sẽ thay thế điều hòa nhiệt độ khi cần.

- Để có thông gió tự nhiên đến nơi làm việc, độ sâu của vị trí bàn làm việc xa nhất không lớn hơn 1,5 chiều cao từ sàn đến sàn và cách tường bên ngoài không quá 6m. Chiều rộng tối thiểu của giếng thông gió nên là 2m.

- Thông gió trong nhà có thể tăng lên nhờ bề mặt tường bên ngoài công trình có màu sáng và khả năng ngăn nhiệt của tường làm chậm sự hấp thụ bức xạ mặt trời. Cửa sổ được che nắng và kích thước của cửa là những yếu tố quan trọng để xem xét tác động này.

- Hầu hết căn hộ và văn phòng của tòa nhà siêu cao tầng chỉ có một mặt tiếp xúc với tường ngoài, với nhiều cửa sổ. Trong trường hợp này, thông gió phải được tạo ra bởi các giải pháp khác với trường hợp sử dụng thông gió xuyên phòng. Vận tốc không khí bên trong các phòng này chỉ khoảng 1/3

đến 1/4 so với vận tốc không khí trong các phòng có thông gió xuyên phòng có cùng diện tích cửa. Các phòng chỉ có cửa sổ một bên cần phải có khu vực tạo áp lực nhân tạo. Điều này có thể được thực hiện bằng tường dẫn gió (tường nhô ra theo chiều đứng). Vùng áp lực nhân tạo cao và thấp được tạo ra, đẩy không khí vào cửa sổ trong vùng áp lực cao và đi ra ở cửa sổ vùng áp suất thấp. Nếu tấm tường dẫn gió được đặt ở cả hai bên của các cửa sổ, toàn bộ hiệu lực này sẽ bị mất.

- Trong tòa nhà siêu cao tầng, lực gió phân ra hai hướng đi lên và đi xuống trên bề mặt đứng công trình. Các lực này là vấn đề cân nhắc khi thiết kế ô văng và các ban công cho các phòng cần thông gió tự nhiên. Ô văng nằm trên cửa đón gió được thiết kế tốt có thể hỗ trợ lực gió đi xuống, tạo ra hướng gió hợp lý vào phòng khi gió thổi vào công trình là vuông góc. Kết cấu che nắng không có khe hở (dù chỉ rất nhỏ) có xu hướng cho phép lực gió thổi lên quyết định hướng của luồng không khí đi vào. Khi kết cấu che nắng hay mái che nắng có khoảng trống khá lớn giữa chúng và bề mặt công trình, lực gió đi xuống cho phép ảnh hưởng đến hướng của luồng không khí.

- Trong một số trường hợp, khi có quá nhiều ban công hoặc mái che nắng theo phương ngang, lực gió bị phá vỡ trước khi đi vào bề mặt cửa đón gió (khi gió vuông góc), và gió chỉ đơn giản là thổi qua công trình. Nếu bề mặt với tất cả các ban công được định hướng xiên với gió, có thể là gió sẽ dịch chuyển dưới ban công, gió lúc này phụ thuộc vào dạng cửa sổ. Nói chung, khi thiết kế cần phải nghiên cứu mô phỏng mới có thể xác định chính xác sự dịch chuyển của gió trong từng trường hợp cụ thể.

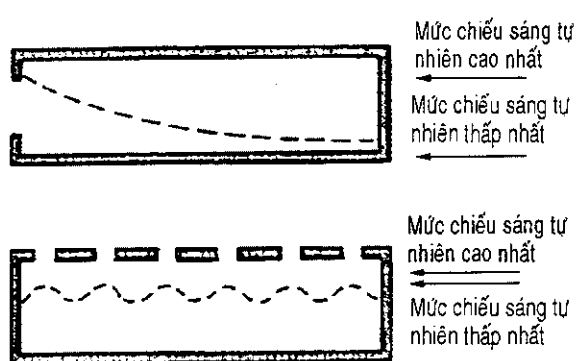
4.2. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên (CSTN) là đưa ánh sáng ban ngày vào trong nhà và phân phối ánh sáng theo phương pháp đảm bảo chất lượng ánh sáng tốt hơn các nguồn sáng nhân tạo. Khi được thiết kế hợp lý và tích hợp hiệu quả với hệ thống chiếu sáng điện, CSTN sẽ làm giảm nhu cầu các nguồn sáng bằng đèn điện vào các giờ ban ngày, từ đó cắt giảm sử dụng điện, giảm các chi phí đi kèm và giảm ô nhiễm môi trường. Ánh sáng tự nhiên là ánh sáng có quang phổ rất phù hợp với mắt của con người, cường độ ánh sáng đồng đều có thể được điều chỉnh theo nhu cầu sử dụng, toàn bộ quang phổ, tạo sự thoải mái và tiện nghi cho người sử dụng sẽ hỗ trợ năng suất lao động rất tốt. Các nghiên cứu đã chứng minh CSTN tạo nên một môi trường làm việc có động lực hơn và trong lành hơn các hệ thống chiếu sáng nhân tạo và

có thể tăng năng suất lên tới 15%. Ngoài việc hỗ trợ thị giác, cửa sổ còn giúp con người tiếp xúc với thiên nhiên, định hướng về thời gian, nâng cao sức khỏe, tăng khả năng thông gió, và thoát hiểm trong trường hợp khẩn cấp.

Năng lượng sử dụng trong việc chiếu sáng có thể chiếm 40-50% và phụ tải làm mát cho nhiệt thải ra từ các đèn có thể chiếm tới 3-5% tổng năng lượng sử dụng của công trình. Nếu các giải pháp sử dụng ánh sáng tự nhiên được thực hiện và thiết kế hợp lý có thể tiết kiệm khoảng 50% năng lượng cho chiếu sáng [10]. Bên cạnh đó, CSTN diễn ra vào giai đoạn ánh sáng mặt trời mạnh nhất, trùng với các giai đoạn nhu cầu cao điểm về thông gió, làm mát và sử dụng tủ lạnh. Vì vậy, sử dụng ánh sáng tự nhiên nhiều sẽ giảm yêu cầu tăng thêm công suất sử dụng điện tại thời điểm cao điểm và nhu cầu điện một cách tổng thể.

CSTN đòi hỏi bố trí chính xác các cửa sổ trên phần vỏ bao che công trình để cho phép ánh sáng vào khu vực cần chiếu sáng trong nhà, trong khi vẫn phân bố và khuếch tán ánh sáng một cách phù hợp. CSTN bao gồm hai giải pháp: chiếu sáng mặt bên và chiếu sáng từ trên trần (hình 4.36). Hệ thống CSTN thường bao gồm ba thành phần: Thiết bị chiếu sáng; Thiết bị dẫn hướng ánh sáng và Thiết bị khuếch tán.



Hình 4.36. Chiếu sáng mặt bên và chiếu sáng từ trên trần

4.2.1. Độ rọi giới hạn

Chỉ số thể hiện hiệu quả sử dụng CSTN là “tổng số giờ ban ngày sử dụng ánh sáng tự nhiên trong một năm” (không sử dụng ánh sáng điện), tính từ thời điểm tắt điện (lúc sáng sớm) đến thời điểm bật điện (lúc chiều tối). Độ rọi ngoài nhà tại thời điểm bắt đầu và kết thúc sử dụng CSTN trong ngày được gọi là “độ rọi giới hạn”, ký hiệu là E_{gh} (lux). Giá trị “độ rọi giới hạn” càng thấp, càng có lợi, càng sử dụng được nhiều ánh sáng tự nhiên.

PGS.TS. Phạm Đức Nguyên [4] đã đề nghị chọn cho Việt Nam giá trị độ rọi giới hạn là $E_{gh} = 4.000\text{lux}$ (theo kiến nghị của Tổ chức chiếu sáng quốc tế thì giá trị độ rọi giới hạn là 5.000lux) vì các lý do như sau:

- Với giá trị độ rọi là 4.000 lux, số giờ sử dụng ánh sáng tự nhiên trung bình của 20 địa phương ở nước ta là 87,9% (với giá trị 5.000lux nhiều nơi tại miền Bắc đạt dưới 85% thời gian).

- Khi sử dụng giá trị độ rọi 4.000lux để tính toán kích thước cửa thì tỷ lệ diện tích cửa sổ (S_{cs}) và diện tích sàn (S_s) phù hợp với yêu cầu tối thiểu để TGTN ở Việt nam. Cụ thể là $S_{cs}/S_s = 0,5$ khi cần đảm bảo độ rọi trung bình trong phòng $E_{yc} = 400$ lux. $S_{cs}/S_s = 0,25$ khi cần đảm bảo độ rọi trung bình trong phòng $E_{yc} = 200$ lux.

- Các giải pháp kỹ thuật hỗ trợ chiếu sáng sẽ đảm bảo môi trường ánh sáng tự nhiên trong phòng đạt tiện nghi yêu cầu theo giá trị độ rọi giới hạn lựa chọn.

4.2.2. Quá trình thiết kế chiếu sáng tự nhiên [7]

4.2.2.1. *Giai đoạn lập dự án:* Thiết lập mục tiêu CSTN và các yêu cầu CSTN.

Các mục tiêu cần phải đạt được có thể bao gồm việc tiết kiệm các chi phí năng lượng dành cho chiếu sáng, giảm tải lượng nhiệt làm mát, chất lượng nhìn và tầm nhìn ra bên ngoài. Người thiết kế cần bảo đảm mức độ chiếu sáng cần thiết để đáp ứng các nhu cầu của người sử dụng công trình và các nhiệm vụ mà họ thực hiện. Các mức độ này đã bị giảm đáng kể trong các thập kỷ gần đây bởi vì ngày nay người ta chấp nhận có thể giảm chiếu sáng đèn trong các trường hợp chất lượng ánh sáng cao và sự phản chiếu bề mặt nền đạt tối ưu. Bảng 4.2 là các giá trị phản chiếu bề mặt trong nhà.

Sau đó phân tích sự cần thiết của chiếu sáng đèn thông qua quy trình sau:

- Thực hiện phân tích hướng mặt trời dựa trên vĩ độ tại hiện trường;

- Thực hiện nghiên cứu sơ bộ độ mở tối ưu (tỷ lệ giữa cửa sổ và sàn, tỷ lệ tối ưu giữa cửa mái và sàn);

- Xác định các mức độ chiếu sáng đèn cho các chức năng khác nhau dựa trên các tiêu chuẩn về chiếu sáng.

- Thực hiện phân tích chi phí lợi ích theo vòng đời sơ bộ.

Bảng 4.2. Các giá trị phản chiếu bề mặt nội thất phù hợp

	Khoảng phản chiếu bề mặt
Trần	80%-90%
Tường	60-65%
Sàn	20-50%

Nguồn: Illuminating Engineering Society. Lighting Handbook (New York:IES, 1979).

4.2.2.2. Giai đoạn thiết kế sơ bộ

Thiết lập các thông số kỹ thuật cơ bản về CSTN như một phần của thiết kế công trình

- Xác định địa điểm, hình dạng và hướng công trình tại hiện trường dựa trên các mục tiêu CSTN như một phần của giải pháp lồng ghép làm mát và thông gió tự nhiên.

- Thiết lập mục tiêu bố trí cửa sổ trong nhà dựa trên các nghiên cứu tối ưu.

- Thiết lập hệ thống chiếu sáng nhân tạo sử dụng năng lượng hiệu quả dựa trên mức độ chiếu sáng tính toán và các mục tiêu tiết kiệm năng lượng.

- Thực hiện các phân tích chi phí lợi ích theo vòng đời sơ bộ của các hệ thống CSTN như một phần không thể tách rời hệ thống tổng thể công trình. Cân nhắc các lợi ích về mặt chất lượng như tăng năng suất lao động và giảm sự vắng mặt của nhân viên cũng như các chi phí trực tiếp của các hệ thống thiết kế khi đánh giá các chi phí và lợi ích.

- Xác định độ mở hiệu quả tối ưu cho các giải pháp chiếu sáng từ trên trần.

- Đưa kỹ thuật bố trí cửa sổ vào hình học cơ bản xây dựng công trình.

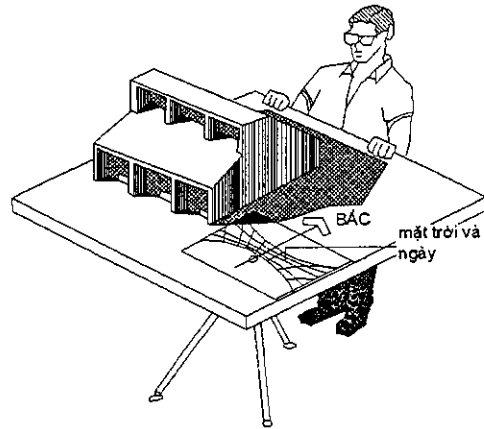
- Thực hiện các nghiên cứu sử dụng ánh sáng tự nhiên bằng các công cụ mô phỏng trên máy tính và đánh giá mô hình theo quy luật tự nhiên. Nếu có thể, thực hiện những nghiên cứu về cả chùm chiếu sáng từ bầu trời khuếch tán và thiết bị điều chỉnh ánh sáng dưới một bầu trời nhân tạo.

- Xây dựng hợp lý các giải pháp kiểm soát chiếu sáng, bao gồm sử dụng phân vùng hợp lý và lựa chọn điều kiện tắt điện, chia bước hoặc công tắc bật tắt điện phù hợp.

4.2.2.3. Giai đoạn phát triển thiết kế

Nêu cụ thể các chi tiết đối với các hệ thống chiếu sáng và các sản phẩm:

- Cụ thể hóa các vật liệu kính dựa trên cơ sở khí hậu học, vị trí mở cửa sổ, hướng mặt trời nhằm duy trì hiệu quả chiếu sáng cao nhất có thể (hệ số k

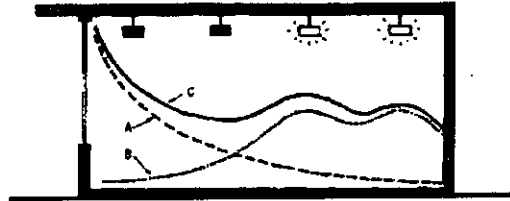


Hình 4.37. Các cân nhắc khi thiết kế CSTN [10]

hoặc tỷ lệ truyền sáng đối với hệ số chiếu sáng) và hệ số ánh sáng ban ngày (tỷ lệ của truyền ánh sáng với tổng truyền ánh sáng mặt trời).

- Chỉ rõ các sản phẩm hoàn thiện dựa trên các giá trị phản chiếu cần thiết trên tường, trần và sàn (bảng 4.2)

- Dựa trên nghiên cứu về chuyển động tương đối của mặt trời đối với ngôi nhà hoặc phân tích khác về hướng đi của mặt trời, xác định loại, vị trí và phương pháp kiểm soát đối với các hệ thống chắn sáng mà hạn chế tối đa hoặc loại trừ tia nắng mặt trời chiếu trực tiếp vào các khu vực làm việc và điều hòa độ sáng quá mức.



Hình 4.38. Tích hợp CSTN và chiếu sáng nhân tạo [8]

- Chỉ rõ các hệ thống kiểm soát bao gồm bộ phận cảm biến quang, các vùng kiểm soát và bộ phận cảm biến dựa trên các giải pháp kiểm soát.

- Tìm kiếm các cơ hội để đưa việc kiểm soát vào các hệ thống quản lý năng lượng khác cho công trình.

- Phối hợp một cách linh hoạt việc giám sát các điều kiện chiếu sáng bao gồm tiêu thụ năng lượng cho thấp sáng điện và giờ thấp sáng điện theo khu vực.

- Xác định phương pháp rà soát và phân tích dữ liệu giám sát hiện trường và làm rõ trách nhiệm các bên có liên quan.

4.2.3. Các nguyên tắc chiếu sáng tự nhiên

- *Đảm bảo độ rọi đủ và đồng đều trên mặt phẳng làm việc*

Độ rọi trên mặt phẳng làm việc (thường là mặt nằm ngang, cách mặt sàn 0,85m) được tính từ thời điểm độ rọi giới hạn ngoài nhà đạt giá trị tiêu chuẩn chiếu sáng. Đồng thời các cấu tạo kiến trúc cần điều chỉnh để độ rọi trong nhà không vượt giá trị yêu cầu quá lớn (4 - 5 lần).

- *Tránh ánh nắng mặt trời trực tiếp gây lóa mắt*

Ánh nắng mặt trời chiếu trực tiếp vào các không gian không làm việc như khu vệ sinh có thể có ích về mặt vệ sinh, đồng thời nó còn cung cấp thông tin về các điều kiện thời tiết bên ngoài và thời gian trong ngày cho người sử dụng của công trình. Tuy nhiên, khi công việc được tiến hành dưới ánh sáng mặt trời trực tiếp có thể tạo ra các tỷ lệ tương phản không thể chấp

nhận được, gây ra tình trạng chói mắt không thể nhìn được hoặc phản xạ lóa mờ. Trong tình huống này, bề mặt của bàn làm việc hoặc màn hình máy tính phản xạ nguồn sáng, do đó rất khó nhìn vào công việc đang làm. Theo tài liệu [7], tỷ lệ giữa nền và mặt công tác tối đa được đề xuất là 1/10; tỷ lệ nguồn sáng - nền tối đa đề xuất là 40/1.

- *Đưa ánh sáng tự nhiên vào từ một vị trí trên cao*

Các loại cửa cơ bản để thu ánh sáng tự nhiên là: cửa sổ (*window*), cửa trời (*skylight*), cửa sổ mái (*clerestory*), cửa mái (*roof monitor*) và mái hình răng cưa (*sawtooth roof*). Cửa trên cao có xu hướng hiệu quả hơn là cửa sổ bên bởi vì chúng sẽ giúp ánh sáng thâm nhập vào phòng sâu hơn và nhiều hơn. Trừ khi có các giá treo hoặc cửa chớp lật là màn che, các cửa sổ trên cao đôi khi có thể tạo ra các mức độ quá sáng gây khó chịu và các tỷ lệ tương phản quá lớn của nền đối với cận cảnh, tạo ra các vấn đề về thị giác.

- *Lọc ánh sáng tự nhiên*

Cây cối, màn rủ, màn và các mái che mờ, kính có độ phân tán ánh sáng khuếch tán và phân phối ánh sáng sẽ làm giảm được cường độ chiếu sáng gây chói mắt.

- *Tách ánh sáng tự nhiên khỏi bề mặt xung quanh*

Các giá hứng ánh sáng, mái hắt, rèm màn và các vách ngăn thẳng đứng phản xạ và phân bố ánh sáng vào trong công trình. Nhìn chung, khi nguồn sáng càng lớn và êm dịu, chất lượng tầm nhìn càng tốt, ít gây chói mắt và càng dễ dàng thực hiện công việc. Hơn nữa, khi ánh sáng không có hướng, phản xạ từ vô số các bề mặt - có thể tránh hoặc loại bỏ được bóng sáng và từ đó cải thiện chất lượng tầm nhìn.

- *Đưa ánh sáng tự nhiên vào nhà không mâu thuẫn với các hệ thống và các giải pháp khác*

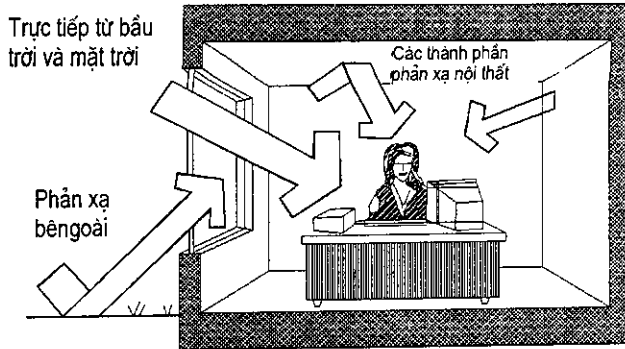
CSTN hiệu quả nhất là sử dụng hài hòa và không đi ngược lại các hệ thống công trình khác hoặc giải pháp thiết kế khác. Ví dụ như các hệ thống sưởi ấm, thông gió, điều hòa không khí (HVAC), bao gồm thông gió tự nhiên, làm lạnh, sưởi ấm, làm mát thụ động bằng năng lượng mặt trời, các hệ thống kiểm soát âm thanh, các hệ thống chiếu sáng bằng điện bao gồm cả cảm biến, các tế bào quang và chấn lưu điện tử và các hệ thống quản lý năng lượng công trình.

4.2.4. Các giải pháp sử dụng ánh sáng tự nhiên

Ánh sáng tự nhiên trong một không gian đến từ ba nguồn (hình 4.39):

- Thành phần phản xạ bên ngoài bao gồm: vật liệu phủ mặt đất, vỉa hè, công trình liền kề, độ rộng ngưỡng cửa và các vật thể. Phản xạ bên ngoài mà quá lớn có thể dẫn đến chói.

- Thành phần trực tiếp từ mặt trời/ bầu trời thường bị chặn khỏi không gian sử dụng do nhiệt nóng, chói, và tia cực tím (UV). Tia nắng trực tiếp từ mặt trời chỉ được chấp nhận khi sử dụng chất liệu kính khuếch tán ánh sáng.



Hình 4.39. Các nguồn ánh sáng tự nhiên [10]

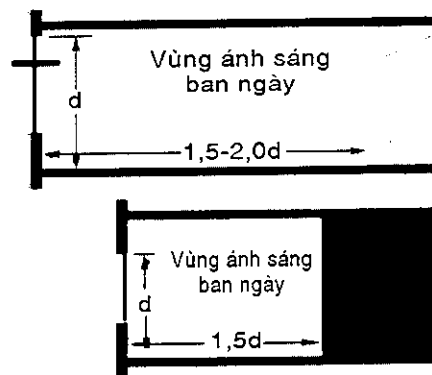
- Thành phần bức xạ khuếch tán từ bầu trời và từ phản xạ của các bề mặt bên trong - ánh sáng ban ngày phản chiếu trên tường xung quanh, trần và bề mặt sàn. Các bề mặt phản chiếu nhưng không phản xạ gương sẽ trả lại ánh sáng tự nhiên xung quanh căn phòng mà không tạo ra điểm sáng chói lóa khó chịu.

Tường kính nội thất có thể cho phép ánh sáng từ một không gian này chia sẻ với không gian khác. Điều này có được có thể nhờ ánh sáng của cửa hãm ở trên cao, kính trong suốt, hoặc các tấm kính mờ (nếu cần sự riêng tư).

4.2.4.1. Chiếu sáng mặt bên

Những thách thức hàng đầu của chiếu sáng mặt bên là: (1) Sự cần thiết kiểm soát ánh sáng mặt trời và thu nhiệt gần các cửa sổ; (2) Chuyển ánh sáng tới các vùng sâu hơn so với cửa sổ để mở rộng độ sâu hiệu quả mà ánh sáng tự nhiên có thể đạt tới.

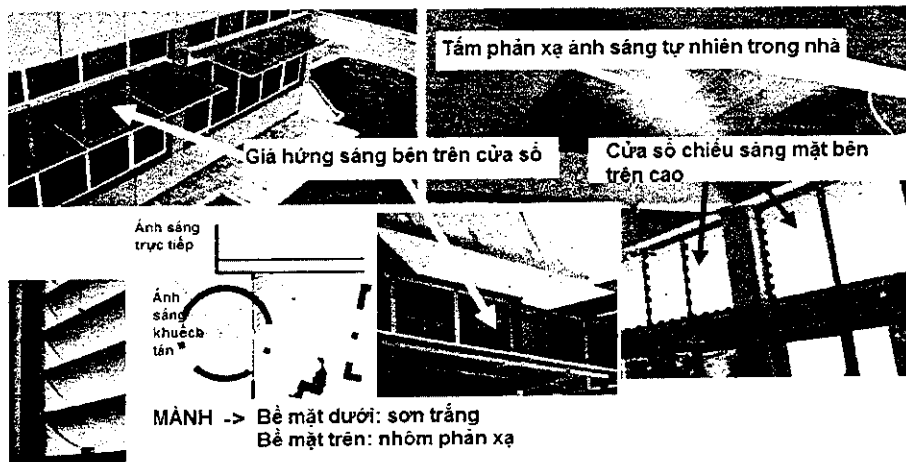
Chiếu sáng mặt bên liên quan đến tỷ lệ kích thước của phòng, tỷ lệ giữa chiều cao trần và độ cao của cửa sổ trên độ sâu của phòng tính từ cửa sổ. Một căn phòng có trần cao tỷ lệ với độ sâu của nó thì ánh sáng tự nhiên sẽ thâm nhập sâu hơn cho dù từ



Hình 4.40. Nguyên tắc thâm nhập ánh sáng ban ngày vào trong phòng với hai trường hợp: có và không có giá hứng sáng

[Nguồn: Ernest Orlando, Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Berkeley]

chiếu sáng mặt bên hay chiếu sáng từ trên cao (cửa sổ mái và cửa trời). Cửa sổ cao sẽ giúp ánh sáng thâm nhập vào phòng sâu hơn và nhiều hơn. Theo tài liệu [12] nguyên tắc thâm nhập ánh sáng ban ngày với độ sâu và chiều cao trần điển hình sẽ là 1,5 lần chiều cao từ đỉnh cửa đến sàn cho các cửa sổ tiêu chuẩn, hoặc từ 1,5-2,0 lần chiều cao từ đỉnh cửa đến sàn với cửa có giá hứng sáng (giá hứng sáng là một kết cấu nằm ngang trên cửa sổ, có mặt phản xạ ở phía trên, trực tiếp hấp thụ tia nắng và ánh sáng lên trần), áp dụng cho cửa sổ hướng Nam nhận ánh sáng Mặt trời trực tiếp (hình 4.41). Theo tài liệu [10], trong hầu hết các trường hợp, CSTN có hiệu quả trong khoảng 7,62m tính từ cửa sổ.



Hình 4.41. Áp dụng trần phản xạ, giá hứng sáng, màn phân xạ và cửa sổ trên cao trong tòa nhà Geo - Malaysia (Ảnh: Steve A. Lojuntin)

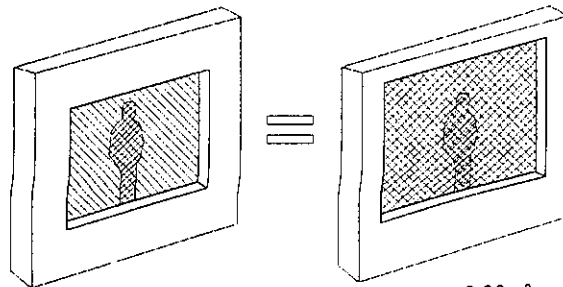
Cửa sổ tường ở trên cao (các cửa sổ thẳng đứng được đặt trên cao) là trường hợp trung gian giữa chiếu sáng mặt bên và chiếu sáng từ trên mái trần. Phương pháp này là một cách tuyệt vời để đưa ánh sáng tự nhiên vào sâu trong nhà.

Bề mặt trần nhà là phần nội thất quan trọng nhất đối với phản xạ ánh sáng. Trần phẳng và nghiêng về nguồn ánh sáng tự nhiên tạo ra trần "sáng" và cải thiện cảm giác "sáng" trong không gian phòng.

Trong các phòng nhỏ, các bức tường ở mặt sau là bề mặt quan trọng thứ nhì vì nó là đối diện với cửa sổ. Bức tường phía sau nên phủ bằng vật liệu hoàn thiện có phản xạ cao. Các bức tường bên, sau đó là sàn nhà, có ít ảnh hưởng đến phản xạ ánh sáng ban ngày trong không gian phòng.

Phương pháp đánh giá chiếu sáng mặt bên - khẩu độ hiệu quả (hình 4.42)

Một phương pháp đánh giá mối quan hệ giữa ánh sáng thấy được và kích thước của cửa sổ là phương pháp khẩu độ hiệu quả. Khẩu độ hiệu quả (EA) là kết quả của truyền dẫn ánh sáng có thể nhìn được và tỷ lệ cửa sổ với tường. Tỷ lệ cửa sổ với tường (WWR) là tỷ lệ diện tích cửa sổ so với tổng diện tích của bức tường mà cửa được đặt trên nó. Đối với một số khẩu độ hiệu quả nhất định, một tỷ lệ cửa sổ với tường WWR cao (cửa sổ lớn) đòi hỏi phải giảm ánh sáng nhìn thấy.



Diện tích tường: $9,29\text{m}^2$
 Diện tích cửa : $4,65\text{m}^2$
 $WWR = 4,65/9,29 = 0,5$
 $VT = 0,6$
 $EA = 0,5 \times 0,6 = 0,3$

Diện tích tường: $9,29\text{m}^2$
 Diện tích cửa : $6,97\text{m}^2$
 $WWR = 6,97/9,29 = 0,75$
 $VT = 0,4$
 $EA = 0,75 \times 0,4 = 0,3$

Hình 4.42. Ví dụ về khẩu độ hiệu quả. Điều chỉnh hệ số truyền hình ảnh của kính (VT) để đảm bảo khẩu độ hiệu quả như nhau cho các cửa sổ kích cỡ khác nhau.

4.2.4.2. Chiếu sáng từ trên trần

Với công trình 1 tầng diện tích sàn lớn, công trình có tầng áp mái hoặc công trình có sân trong, giếng trời thì có thể sử dụng CSTN trên trần. Nguyên tắc chiếu sáng từ trên trần là không được để ánh sáng chiếu rọi trực tiếp vào không gian sử dụng nội thất, mà thường kết hợp với hệ kết cấu mái của công trình để tạo nên những lớp chắn mờ hoặc giảm thiểu cường độ chói mắt. Các dạng cửa chiếu sáng từ trên trần bao gồm: cửa sổ mái, cửa trời, cửa mái và mái hình răng cưa.

Tỷ lệ giữa cửa chiếu sáng từ trên trần và sàn tối ưu có thể từ 5% đến 10% hoặc cao hơn tùy thuộc vào khả năng truyền ánh sáng của kính, hiệu quả của thiết kế cửa chiếu sáng và mức độ chiếu sáng cần thiết, chiều cao trần và không gian có được lắp máy điều hòa không khí hay không.

Nước ta là nước có khí hậu nhiệt đới, vì vậy khi thiết kế chiếu sáng từ trên mái thì ngoài việc tạo nguồn sáng tự nhiên cũng cần lưu ý đến việc chống nóng, cách nhiệt, cũng như hạn chế bức xạ mặt trời từ trên chiếu xuống không gian bên trong công trình. Một số trường hợp lắp đặt kính khuếch tán ánh sáng dùng để kiểm soát ánh sáng mặt trời thì lại hạn chế là không thể nhìn ra bên ngoài qua cửa trên mái.

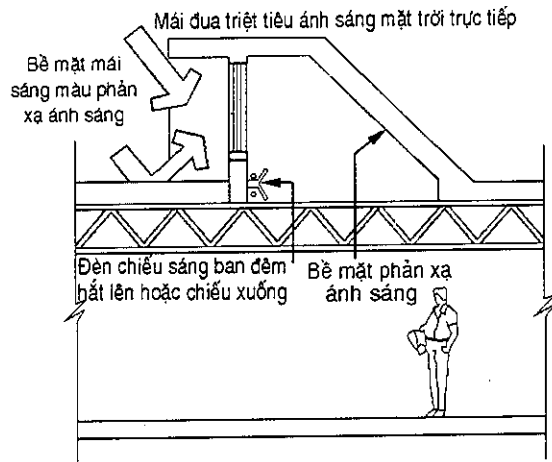
Các giải pháp chiếu sáng tự nhiên từ trên mái cần đảm bảo rằng:

- Các “giếng chiếu sáng” (các bề mặt hoàn thiện thẳng đứng dưới các cửa mái) cần đặt theo góc nghiêng để tránh làm mất đi tính hiệu quả. Khi khoảng cách từ mái đến mặt trần tăng lên hoặc giếng ánh sáng có độ sâu lớn thì điều quan trọng là giếng ánh sáng phải tạo thành góc nghiêng nhằm hạn chế sự tổn thất hiệu quả của hệ thống cửa mái.

- Sử dụng vách ngăn dưới cửa mái để phản chiếu ánh sáng lên bề mặt trần. Công nghệ này làm giảm tỷ lệ tương phản giữa nguồn sáng và nền nhà bằng cách biến trần thành một nguồn ánh sáng gián tiếp tương đối lớn.

(1) Cửa sổ mái (clerestory)

Các cửa sổ mái (hình 4.43) là một loại cửa sổ với kính thẳng đứng được đặt ở trên cao. Các cửa mái thường có lợi khi cửa mái ở mặt hướng Nam và có kết cấu che nắng nằm ngang được thiết kế đúng cách che cho cửa trời khỏi ánh sáng mặt trời trực tiếp. Tia nắng trực tiếp qua cửa sổ mái phía Bắc ở các nước có vĩ độ lớn thì ít khi có vấn đề, nhưng ở nước ta với vĩ độ nhỏ, tháng giữa hè có Mặt trời nằm ở hướng Bắc, vì vậy cần phải sử dụng ô văng nhỏ và bề mặt của mái ngay phía trên để giúp cải thiện thành phần phản xạ. Cửa sổ mái mặt hướng Đông và Tây là cả vấn đề, vì độ chói và tăng nhiệt mặt trời quá nhiều. Lúc này cần sử dụng mô phỏng để xác định xem cửa trời hướng Đông và Tây có lợi ích và cần thiết hay không.



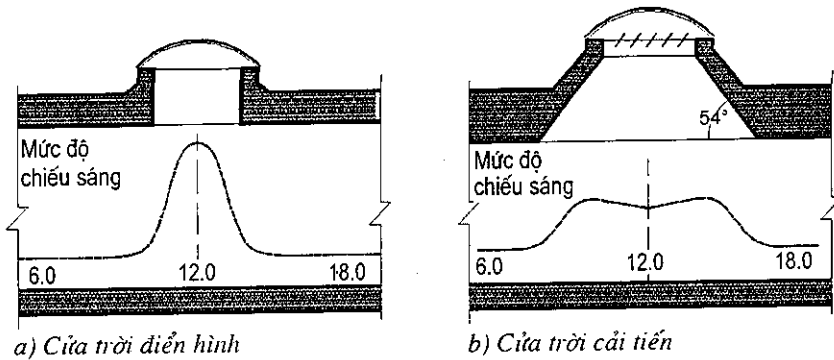
Hình 4.43. Cửa sổ mái [10]

Vào mùa đông, cửa sổ mái hướng Nam đôi khi cho phép ánh sáng chói của mặt trời chiếu trực tiếp trên bề mặt làm việc, để hạn chế có thể sử dụng kính khuếch tán ánh sáng hoặc thiết lập các vách ngăn thẳng đứng phía trong ở cửa sổ mái.

(2) Cửa trời (skylight)

Các cửa trời (hình 4.44), các lỗ cửa nằm ngang trên mái là một giải pháp lấy ánh sáng tự nhiên phổ biến nhất trong các công trình một tầng có mặt bằng rộng lớn. Khi được sử dụng một cách khéo léo, các cửa này là một công cụ chiếu sáng cho công trình một cách hiệu quả nhất, vì chúng thường

có tầm nhìn bầu trời ở góc 180° . Thông thường, khoảng cách giữa các cửa trời vào khoảng bằng 1,5 lần khoảng cách giữa sàn và trần.



Hình 4.44. Cửa trời

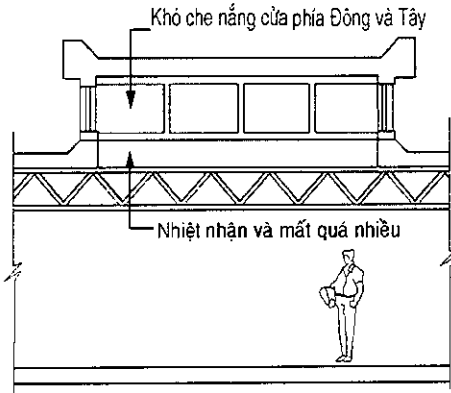
Một số vấn đề liên quan đến cửa trời bao gồm khả năng rò rỉ nước, vấn đề về nhiệt truyền vào nhà trong mùa hè vì nó nhận được tối đa nhiệt mặt trời vào mùa hè trong những ngày nóng bức và nhìn chung nó làm cho kết cấu mái có chi phí cao hơn. Theo nghiên cứu tại Đại học Tổng hợp Đài Loan (khí hậu cận nhiệt đới, gần giống khí hậu vùng Hà nội), nhiệt mặt trời nhận từ mái gấp khoảng 4 lần so với trên mặt đứng hướng Bắc, do đó làm tăng đáng kể tải trọng nhiệt truyền qua mái nhà, làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu quả năng lượng của công trình. Khi sử dụng mái kính có diện tích bằng 40% diện tích mái, năng lượng tiêu thụ của hệ thống điều hòa không khí tăng thêm 70-80% so với không mở cửa mái. Vì vậy cần phải nghiên cứu thiết kế cửa sổ mái hiệu suất cao bằng cách thiết kế che nắng cho cửa mái kính hoặc kết hợp chất liệu cách nhiệt mờ, phản xạ, hoặc thấu kính lăng trụ để giảm ánh sáng ban ngày và nhiệt tăng vào lúc cao điểm trong khi lại tăng ánh sáng ban ngày vào sáng sớm và cuối chiều [4].

Khi cửa trời được kết hợp ở bề mặt mái dốc thì hiệu quả cửa trời bị giảm đi theo tỷ lệ độ dốc của mái và lúc này việc phân bố ánh sáng trở nên giống như giải pháp chiếu sáng mặt bên. Nếu độ dốc của mái nhà hướng về phía Bắc, việc kiểm soát Mặt trời có thể nhẹ, nhưng nếu hướng về phía Đông, Nam hoặc Tây thì cần chú ý kiểm soát mặt trời tốt hơn.

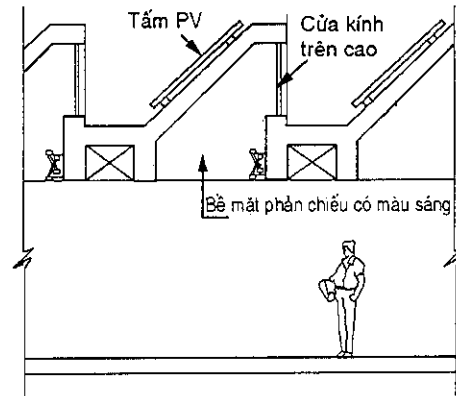
(3) Cửa mái (roof monitor)

Đây là dạng cửa sổ mái (hình 4.45) theo hình băng dài trên một hay nhiều mặt. Cấu tạo gồm các cửa kính theo chiều đứng nằm giữa mái bằng phụ bên trên và mái bằng chính bên dưới. Nếu sử dụng diện tích kính quá

mức (khi kính ở tất cả các mặt) thì sẽ dẫn đến nhiệt mặt trời nhận được và mất đi nhiều hơn dạng cửa trời. Kính nhiều hướng cũng có thể tạo nên các vấn đề bóng đổ.



Hình 4.45. Cửa mái [10]



Hình 4.46. Mái hình răng cưa [10]

(4) Mái hình răng cưa (sawtooth roof).

Mái hình răng cưa (hình 4.46) là một thiết kế truyền thống thường thấy trong các tòa nhà công nghiệp. Mái nhà hình răng cưa sử dụng một loạt các cửa sổ lặp đi lặp lại để chiếu sáng đồng đều trong một khoảng diện tích rộng. Một mái răng cưa hiện đại có thể có các tấm năng lượng mặt trời nhiệt hoặc năng lượng điện mặt trời (quang điện) trên mặt phía Nam và cửa kính lấy ánh sáng ban ngày ở phía Bắc, hướng có nguồn sáng tự nhiên đồng đều và khuếch tán. Tuy rằng cần phải chú ý trong điều kiện vĩ độ của nước ta, về mùa hè vẫn có tia nắng chiếu vào hướng Bắc. Nếu kính ở hướng Nam, Tây hoặc Đông đều có khả năng nhận nhiều nhiệt. Trong trường hợp này cần kiểm soát tia nắng mặt trời để ngăn chặn ánh sáng chói, độ tương phản cao và phản chiếu của mái che. Cấu tạo kết cấu nhô ra, các vật liệu khuếch tán giảm độ chói và các vách ngăn bên ngoài, mái hắt, mái làm mờ và mái che, tất cả đều có hiệu quả trong việc kiểm soát ánh sáng mặt trời theo mong muốn.

4.2.5. Các giải pháp kỹ thuật dẫn ánh sáng tự nhiên vào nhà

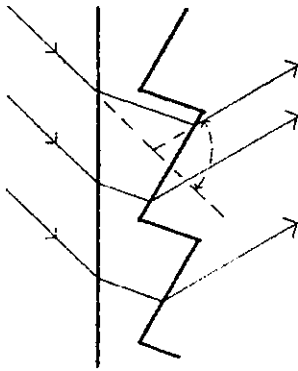
4.2.5.1. Giải pháp kỹ thuật dẫn ánh sáng tự nhiên áp dụng cho chiếu sáng mặt bên

Tia nắng mặt trời rất có ích trong những diện tích công trình mà ánh sáng tự nhiên không tới được qua cửa sổ bên. Có thể áp dụng một số kỹ thuật sau:

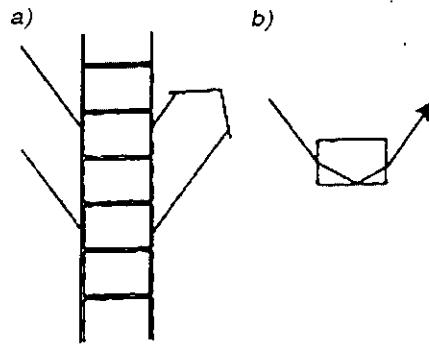
a) *Kính lăng trụ* hay được sử dụng, thường ở 1/3 từ đỉnh cửa sổ để làm lệch hướng tia ánh sáng Mặt trời (bằng cách khúc xạ) lên phía trên, chiếu lên trần, sau đó khuếch tán xuống phần rìa bên trong của phòng (hình 4.47).

b) *Các tấm acrylic tạo khe laser (laser-grooved acrylic sheets)* chia thành các thành phần nhỏ bằng cách cắt laser khoảng 90% bề dày, một phần dùng để khúc xạ nhưng chủ yếu là để phân xạ toàn phần bên trong mỗi thành phần đó (hình 4.48). Các tấm này có mối liên quan đặc biệt đến cửa mái lấy ánh sáng ở các vùng khí hậu vĩ độ thấp, tại đó ánh sáng trong khoảng thời gian giữa trưa thường có vấn đề. Tại một cửa mái lăng trụ, chúng có thể hoàn toàn loại bỏ bức xạ Mặt trời góc cao (gần thiên đỉnh), nhưng thu nhận ánh sáng tự nhiên buổi sáng và buổi chiều rất tốt (hình 4.49).

c) *Giá hứng sáng (light shelf)*: Giá hứng sáng là một công cụ cực kỳ hữu hiệu khi sử dụng kết hợp với các giải pháp chiếu sáng mặt bên. Cơ cấu này gồm một bề mặt nằm ngang ở vị trí của mắt hoặc trên mắt, thường tại độ cao khoảng 2,1m, đóng vai trò phân xạ ánh sáng đến ngay trên tầm nhìn cửa sổ, phân xạ lên trần nhà và từ đó đi sâu vào phòng (hình 4.50). Giá hứng sáng các tác dụng tốt tại phòng có độ cao vừa phải (khoảng 3m).



Hình 4.47. Kính lăng trụ dùng để hướng tia sáng tự nhiên với góc lệch 75° .

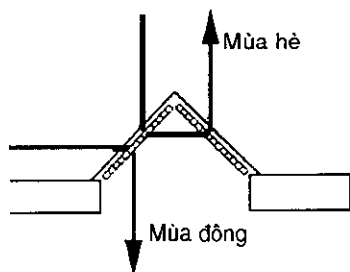


Hình 4.48. Tấm vật liệu tổng hợp rãnh laser.

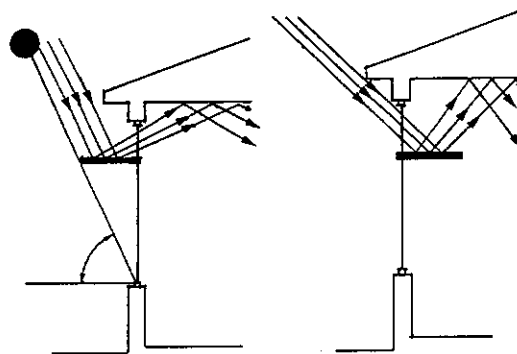
Giá hứng sáng giúp giảm chiếu sáng trực tiếp ngay bên cạnh cửa sổ, nơi mà mức độ chiếu sáng thường quá lớn để có thể làm việc một cách thoải mái. Điều này tạo ra sự chiếu sáng cân bằng hơn trong không gian, thậm chí một lượng lớn chùm tia nắng chiếu vào trong không gian phòng được giảm đi.

Giá hứng sáng ngoại thất là các thiết bị che nắng hiệu quả hơn, và thực sự làm tăng lượng ánh sáng thông qua khẩu độ ánh sáng so với giá hứng sáng nội thất nhưng khó giữ được bề mặt trên cho sạch sẽ. Đặt ở phía trong

thì dễ giải quyết hơn. Một sự kết hợp giá hứng sáng ngoài thất và nội thất sẽ rất tốt trong việc tạo ra điều kiện làm việc tốt nhất trong việc cung cấp độ chênh chiếu sáng.

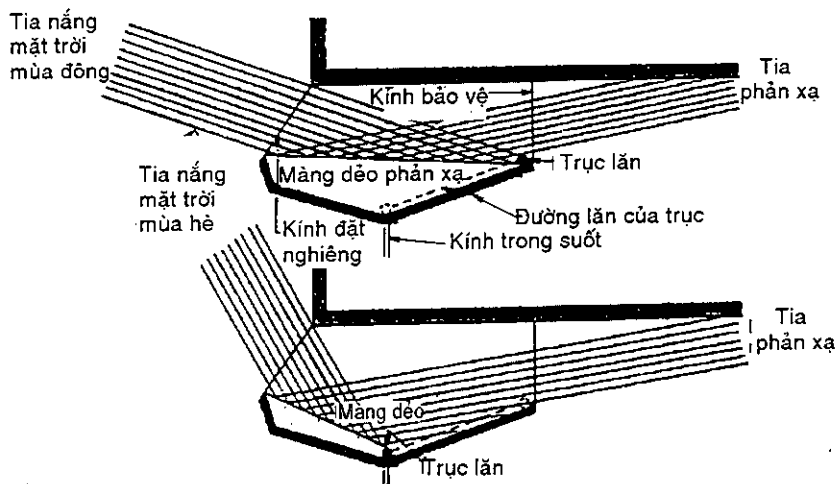


Hình 4.49. Cửa mái rãnh laser: cho ánh sáng vào góc thấp (mùa đông), không vào được góc cao (mùa hè).



Hình 4.50. Giá hứng sáng ngang đặt ngoài nhà và trong phòng

Hiện nay có nhiều loại giá hứng sáng, một số có bề mặt phản chiếu, một số là khuếch tán. Các vật liệu nửa trong suốt phân xạ một phần ánh sáng cũng đã được sử dụng. Nhiều dạng giải pháp thông minh khác đã được triển khai để đáp ứng sự thay đổi theo góc cao mặt trời. Một số khác là kiểu điều chỉnh để bù chênh lệch giữa các mùa hè - đông trong quỹ đạo biểu kiến của Mặt trời. Giá hứng sáng tiên tiến cách điều chỉnh theo mùa bằng cách dùng một màng phản chiếu cơ động với tấm che chắn hình “V” (Hình 4.51).



Hình 4.51. Giá hứng sáng tiên tiến có màng phản xạ cơ động

4.2.5.2. Giải pháp kỹ thuật dẫn ánh sáng tự nhiên áp dụng cho chiếu sáng từ trên trần

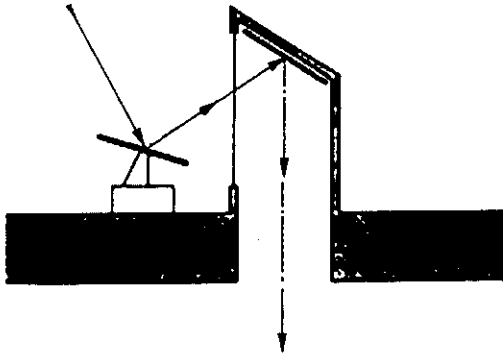
a. *Kính định nhật* (kính ổn định hướng phản xạ đối với tia Mặt trời) và một gương cố định có thể hướng chùm tia ánh sáng xuống phía dưới, nơi chúng có thể lọt vào phòng qua một bộ khuếch tán. Một hệ thống như thế phục vụ chỉ cho nhà một tầng (hoặc tầng trên cùng của nhà nhiều tầng), có thể đạt hiệu suất đến 50%. Như vậy, nếu một chùm tia ánh sáng Mặt trời 60 klux chiếu tới gương 1m² thứ nhất, có quang thông 60 klm thì 30 klm tỏa ra bởi bộ khuếch tán ở trần, có thể sản sinh ra một độ rọi trung bình là 300lux trên một diện tích 100m² của mặt phẳng làm việc

b. *Ống ánh sáng (light ducts)*: Ống ánh sáng là một ống phản xạ ánh sáng cao, có thể dẫn ánh sáng từ cửa mái xuống một ống kính khuếch tán trong phòng ở tầng dưới (hình 4.54).

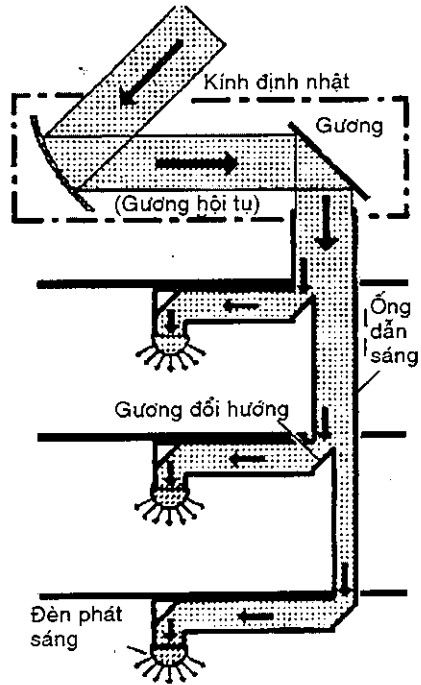
c. *Hệ thống gương và ống ánh sáng*: có thể sử dụng hệ thống như vậy cho nhà nhiều tầng (Hình 5.54). Các ống ánh sáng này được chế tạo từ vật liệu có độ bóng cao hoặc được lót màng phản xạ. Một ống ánh sáng có tiết diện hình chữ nhật kéo dài ra có thể có các gương “khóa vòi” tại một số mức, sau mỗi mức kích thước gương sẽ giảm đi. Một hệ thống như vậy sẽ có hiệu quả trên 25% ánh sáng tới do được vào gương thu thứ nhất, từ đó phát ra bởi các bộ khuếch tán ở trần. Hiệu quả phụ thuộc vào chất lượng của các bề mặt phản xạ và các chùm tia sáng được chuẩn trực tốt đến đâu. Đáng tiếc là hệ thống chỉ làm việc được trong những ngày trời quang mây, nên kết quả phụ thuộc nhiều vào các điều kiện thời tiết. Một số hệ thống phải có hệ thống chiếu sáng điện dự phòng. Tuy nhiên, trong vùng khí hậu có nhiều nắng thì có thể tiết kiệm được nhiều năng lượng điện và chi phí.

d) *Tàu ánh sáng (light pipes)*: được sử dụng để lấy trực xạ từ bên ngoài và đưa đến các đèn mặt trời ở bên trong công trình. Hiệu quả của tàu ánh sáng vào khoảng 50% ánh sáng từ nguồn để chiếu sáng [Nguồn: E-Source, Lighting Technology Atlas]. CSTN với công nghệ này dùng các thiết bị thu ánh sáng tập trung ở mép ngoài hoặc kính định nhật như các nguồn sáng mạnh để phân bố ánh sáng trong phòng, vì vật tàu ánh sáng hiệu quả ngay trong những điều kiện trời âm u, vì nó “nhìn” lên phần trên của bầu trời, nơi có độ rọi lớn hơn.

Một phiên bản của tàu ánh sáng là “trần anidolic” (ống phản xạ không tạo ảnh). Trần này có một bộ gom từ mép ngoài, có ống dài 3-4m ở bên trong không gian trần (Hình 4.56) và một chỗ thoát sáng trong trần, gom ánh sáng cho phần rìa của phòng.

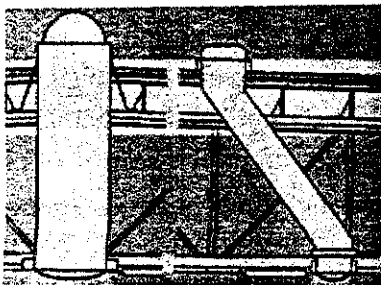


Hình 4.52. Kính ôn định hướng phân xạ chùm tia sáng mặt trời.

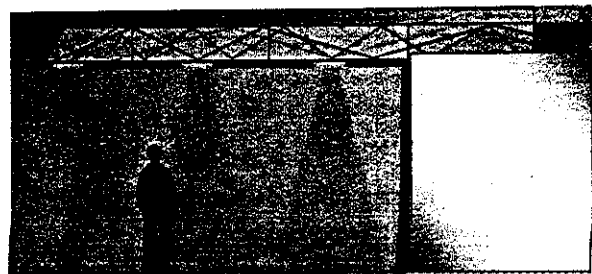


Hình 4.53. Chiếu sáng bằng kính định nhật và các ống dẫn sáng.

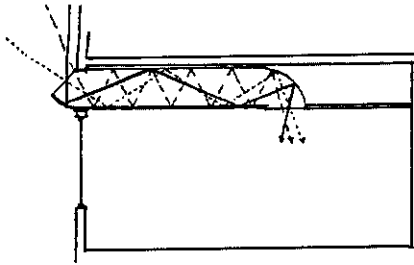
Sáng kiến dùng sợi quang để chuyển ánh sáng tới nơi cần tập trung chiếu sáng đã được một nhóm sinh viên đề xuất vào năm 1975. Hình 4.57 mô phỏng lại từ một sơ đồ gốc. Từ đó, nhiều nhóm nghiên cứu đã theo đuổi những ý tưởng như vậy và đến nay có nhóm đã thông báo về một đĩa mini kỹ thuật chính xác (đường kính 200mm) nối với một dây dẫn sợi quang đường kính 1mm, và tạo được một chùm ánh sáng tập trung vào cỡ 11 kilo-mặt trời (11 nghìn mặt trời) (11 kilo-suns = 11000 suns) dẫn tới một bộ khuếch tán tại khoảng cách 20m. Kỹ thuật này rất có triển vọng.



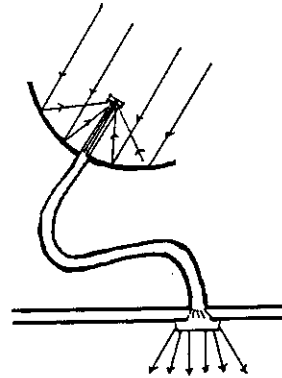
Hình 4.54. Ống ánh sáng



Hình 4.55. Tàu ánh sáng



Hình 4.56. Trần anidolic

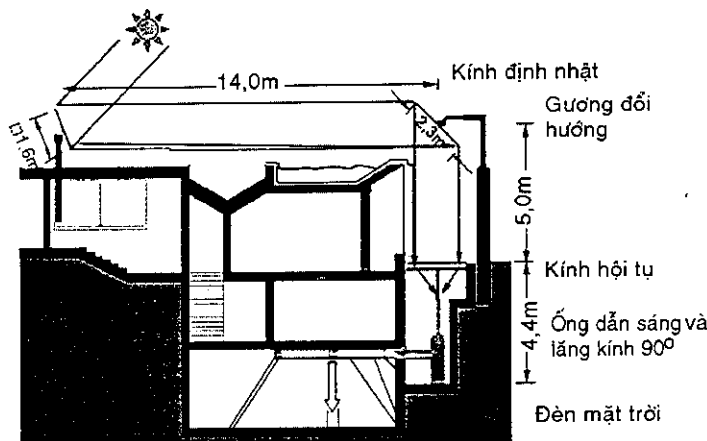


Hình 4.57. Hệ thống hội tụ quang học sợi.

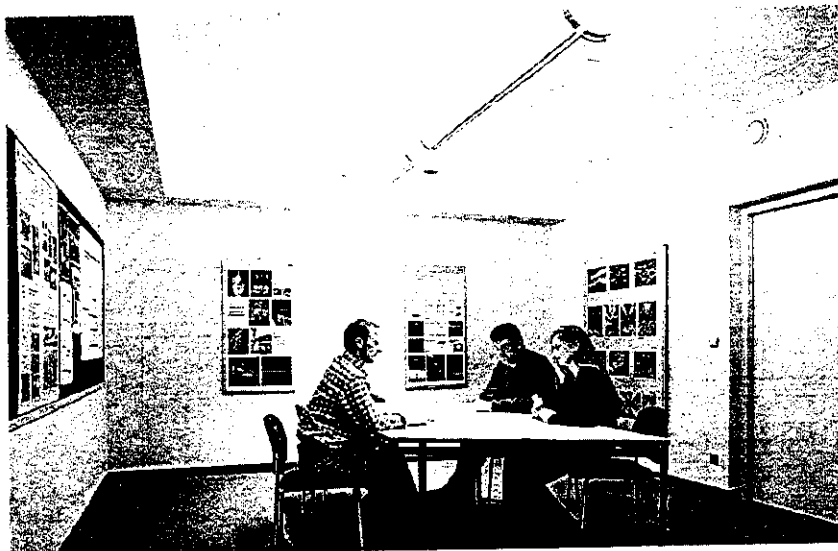
Các nguyên lý trên đã được Phòng thí nghiệm Bartenbach LichtLabor (nước Áo) ứng dụng vào Dự án Heliostat (JOR3-CT98-7042): chiếu sáng không gian ngầm bằng tia nắng bởi kính định nhật và các ống ánh sáng (hình 4.58; 4.59).

4.2.5.3. Công nghệ gạch ánh sáng (sunlego) của Đại học Khoa học công nghệ Đài Loan: Đại học Khoa học công nghệ Đài Loan đã sản xuất một loại “gạch ánh sáng” có tên là SunLego (hình 4.60).

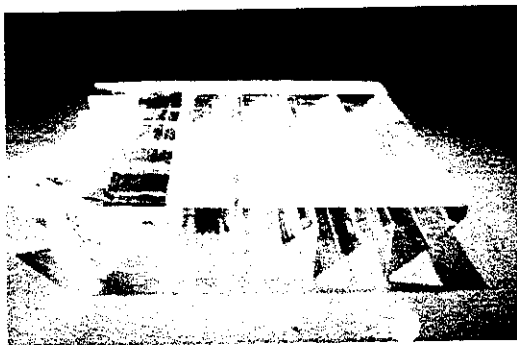
Kỹ thuật cơ bản của loại gạch này là thu tập trung ánh sáng tự nhiên trên một diện rộng, ứng dụng đặc tính quang học của lăng kính 90°, chiếu ánh sáng đến SunLego biến thành nguồn đường sau đó lại biến thành nguồn điểm (hình 4.61). Nhờ các hệ thống lăng kính, ánh sáng còn được tách màu theo quang phổ để sử dụng trong các nhà trồng cây cảnh hoặc các salon nghệ thuật.



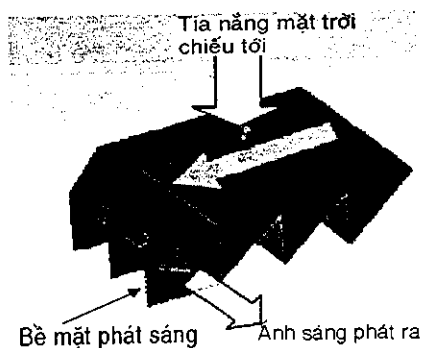
Hình 4.58. Dự án Heliostat (JOR3-CT98-7042) chiếu sáng không gian ngầm bằng tia nắng bởi kính định nhật và các ống ánh sáng (sơ đồ nguyên lý)



Hình 4.59. Dự án Heliostat (JOR3-CT98-7042) chiếu sáng không gian ngầm bằng tia nắng bởi kính định nhật và các ống ánh sáng (quang cảnh bên trong gian hầm).



Hình 4.60. Gạch ánh sáng SunLego [Đại học Khoa học công nghệ Đà Loan].



Hình 4.61. Ứng dụng đặc tính quang học của kết cấu lăng kính vuông góc để biến ánh sáng Mặt trời thành nguồn sáng điểm [Đại học Khoa học công nghệ Đà Loan].

Ưu điểm của kỹ thuật này là:

- Thu tập trung được ánh sáng tự nhiên trên một diện rộng từ mặt tường bên ngoài;
- Sử dụng keo dán và kính để giảm giá thành;
- Không cần tới hệ thống định nhật, phí bảo trì thấp;

Phạm vi ứng dụng:

- Những nơi không có hoặc thiếu ánh sáng tự nhiên như phòng ở không có cửa sổ, công xưởng thiếu ánh sáng ban ngày, kho tàng;
- Không gian ngầm, gara ngầm, hầm đi bộ;
- Cửa hàng, công sở, salon nghệ thuật;
- Khu dưỡng lão, khu trị liệu tâm linh;
- Cây cảnh trong nhà, bể cá cảnh...
- Môi trường cần yêu cầu chiếu sáng đặc biệt như chăn nuôi, nông nghiệp, phòng thí nghiệm...;

Công nghệ này đã được giải thưởng tại Triển lãm Phát minh quốc tế lần thứ 61 tại Nurember CHLB Đức, ngày 07/11/2009.

Ưu điểm nổi trội của loại gạch SunLego (Đài Loan) là áp dụng được cả cho điều kiện trời nhiều mây không nắng, điều kiện thời tiết thường thấy ở Việt Nam. Tuy nhiên giá thành của hệ thống này là khá đắt. Trong một chừng mực nào đó vẫn cần phải có sự hỗ trợ, khuyến khích của nhà nước trong việc triển khai áp dụng giải pháp này.

Chương V

THIẾT KẾ KẾT CẤU BAO CHE CÔNG TRÌNH XANH

Kết cấu bao che của công trình xây dựng hay tòa nhà bao gồm: tường ngoài, mái, cửa sổ, cửa mái, kết cấu chắn nắng, kết cấu che mưa và nền nhà, chúng có ảnh hưởng rất mạnh mẽ đến chế độ nhiệt - ẩm và chất lượng, điều kiện sống bên trong công trình, chất lượng của chiếu sáng, thông gió, cảnh quan, thẩm mỹ của công trình và tâm sinh lý, sức khỏe của người sử dụng, và có ảnh hưởng rất lớn đến việc sử dụng năng lượng và phát thải “khí nhà kính” của công trình.

Vì vậy việc thiết kế kết cấu bao che công trình xanh phải đạt được mục tiêu hiệu quả về cấu trúc xây dựng bền vững, tiện nghi môi trường sống, tiết kiệm sử dụng năng lượng nhân tạo, hiệu quả kinh tế và thẩm mỹ kiến trúc.

Với mong muốn tạo ra hình thức kiến trúc bên ngoài hiện đại, đặc sắc, nhiều công trình xây dựng (trên thế giới và ở Việt Nam) đã thiên về thiết kế kết cấu bao che với các mảng kính to lớn trong suốt, theo kiểu nhà đóng kín, hình thành môi trường nhân tạo trong công trình, sử dụng kính tràn lan để cấu thành kết cấu bao che bên ngoài công trình mà không quan tâm đến các tác dụng bất lợi về năng lượng tiêu thụ, chất lượng môi trường trong nhà và sự không tiện nghi, bất lợi về sức khỏe cũng như giảm năng suất lao động của người cư trú do kết cấu bao che bằng kính gây ra.

Dùng nhiều kính cho phép nhận được nhiều ánh sáng ban ngày và tạo điểm nhìn đẹp từ trong ra bên ngoài tòa nhà, cũng như mỹ quan hình thức bề ngoài công trình, nhưng sẽ phải chịu tổn phí năng lượng điều hòa không khí và có thể bị khó chịu do ánh sáng chói chang, chói mắt. Đặc biệt là có thể kéo dài thời gian cao điểm tải nhiệt (peak loads) trong ngày vào mùa hè, sẽ gây ra vấn đề lớn cho mạng lưới cấp điện khu vực. Cần phải sử dụng các giải pháp thiết kế kết cấu bao che và vận hành tòa nhà sao cho có thể san bằng các cao điểm tải trọng nhiệt, điều này sẽ có hiệu quả luôn luôn đi cùng với việc giảm tổng năng lượng tiêu thụ của tòa nhà.

Điều kiện năng lượng mặt trời và ánh sáng ban ngày rất khác nhau theo giờ trong ngày và biến thiên theo các tháng, các mùa trong năm. Do đó trong nhiều tình huống thực tế các kết cấu bao che công trình cần được thiết

kế theo mô hình chuyển động, được điều khiển tự động để đáp ứng tình huống của thời tiết thay đổi như trên, hơn là thiết kế tối ưu hóa theo một điều kiện cố định chung. Hiện nay, thay vì dùng các mặt đứng bằng kính thông thường, nhiều công trình ở các nước phát triển đã dùng các mặt kính đứng có tính năng cao về năng lượng và ánh sáng, nhưng thường là đắt tiền như là kính Low-E, lớp vỏ nhà thông minh, hệ thống mặt đứng động, mặt đứng kép, v.v..., chúng được thiết kế và vận hành như một hệ thống tích hợp phục vụ như là bộ phận điều hòa và bộ lọc giữa khí hậu ngoài nhà và vi khí hậu trong nhà. Các mặt kính đứng có tính năng cao (high performance facades) thường được kết hợp với yếu tố vận hành có thể kiểm soát năng lượng mặt trời, ánh sáng, hệ thống thông gió tự nhiên và có thể thay đổi linh hoạt để đáp ứng các yếu tố thời tiết, khí hậu biến đổi khác nhau.

Trong chương “Thiết kế kết cấu bao che công trình xanh” này sẽ trình bày các vấn đề sau:

1. Yêu cầu thiết kế cách nhiệt đối với kết cấu bao che;
2. Tiêu chí đánh giá và chỉ dẫn thiết kế kiến trúc kết cấu bao che;
3. Thiết kế che nắng cho cửa sổ;
4. Thiết kế tường ngoài của công trình;
5. Thiết kế mái công trình;
6. Đặc điểm kết cấu bao che của nhà siêu cao tầng;
7. Thiết kế nền nhà chống nồm.

5.1. YÊU CẦU THIẾT KẾ CÁCH NHIỆT ĐỐI VỚI KẾT CẤU BAO CHE

Việt Nam là nước nhiệt đới, có chế độ bức xạ mặt trời nội chí tuyến, trong năm mặt trời có hai lần đi qua thiên đỉnh. Tổng lượng bức xạ hàng năm đạt khoảng $100-300 \text{ kcal/cm}^2$ ở phía Bắc và khoảng $120-350 \text{ kcal/cm}^2$ ở phía Nam. Độ cao mặt trời khá lớn, thời gian chiếu bức xạ trong phạm vi toàn quốc tương đối đồng đều. Tổng số giờ nắng hàng năm đạt 4.300 - 4.500 giờ/năm, khá đồng đều trên các vĩ độ, nhưng số giờ nắng không phân bố đều cho các tháng trong năm. Do ảnh hưởng của trời nhiều mây nên lượng bức xạ khuếch tán (tán xạ của bầu trời) ở Việt Nam tương đối lớn, thường chiếm tới 50% tổng lượng bức xạ mặt trời (BXMT); lượng bức xạ tổng cộng trong năm thực tế tương đối thấp ở miền Bắc và tương đối cao ở miền Nam. Bảng 5.1 cho thấy cường độ BXMT trung bình (W/m^2) và nhiệt độ trung bình ($^{\circ}\text{C}$) của ba tháng nóng nhất trong năm ở một số thành phố đại diện ở các vùng khí hậu của Việt Nam.

Bảng 5.1. Cường độ BXMT trung bình (W/m^2) và nhiệt độ trung bình ($^{\circ}C$) của ba tháng nóng nhất trong năm ở Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Đà Nẵng và Buôn Ma Thuột

Địa phương	Cường độ BXMT trung bình trên mặt tường đứng 8 hướng và trên mặt phẳng nằm ngang, (W/m^2)									Nhiệt độ TB, $^{\circ}C$	3 tháng có t_{TB} cao nhất
	B	ĐB	Đ	ĐN	N	TN	T	TB	M. ngang		
Hà Nội	153.13	263.28	311.34	220.76	92.39	220.76	311.34	263.28	679.02	28.9	6; 7; 8
Đà Nẵng	185.38	273.14	300.69	196.39	75.41	196.39	300.68	273.14	666.32	29.2	6; 7; 8
Buôn Ma Thuột	204.20	280.61	297.48	184.51	66.79	184.51	297.48	280.61	664.64	25.4	4; 5; 6
TP. HCM	143.08	248.42	301.58	221.42	104.28	221.42	301.58	248.42	668.02	28.7	3; 4; 5

Nguồn: Theo số liệu của GS. Trần Ngọc Chân (2010)

Xét bảng 5.1 ta thấy BXMT chiếu trên mặt nằm ngang (mái nhà) lớn hơn BXMT chiếu lên tường phía Nam khoảng 8 - 9 lần, lớn hơn BXMT chiếu lên mặt đứng Đông, Tây khoảng 2 - 3 lần. Xét về BXMT chiếu trên các mặt tường thì bức xạ mặt trời chiếu lên mặt tường phía Tây và phía Đông là lớn nhất (ở Hà Nội là $311,34 W/m^2$, ở Buôn Ma Thuột là $297,48 W/m^2$ và ở TP Hồ Chí Minh và Đà Nẵng xấp xỉ $300 W/m^2$). Bức xạ mặt trời chiếu trên mặt đứng hướng Nam là nhỏ nhất. So với lượng bức xạ chiếu trên mặt đứng hướng Đông, Tây thì lượng BXMT chiếu lên mặt đứng phía Nam ở Hà Nội chỉ bằng 30%, ở TP Hồ Chí Minh là 34,6%, ở Đà Nẵng là 25% và ở Buôn Ma Thuột là 22,5%. Vì vậy, khi thiết kế công trình Xanh ở Việt Nam, người thiết kế cần hết sức chú ý đến việc chọn hướng nhà hợp lý và chọn giải pháp che nắng chống bức xạ mặt trời chiếu qua cửa sổ vào phòng (ở các xứ lạnh nhiệt lượng truyền từ trong ra ngoài gây ra do chênh nhiệt độ không khí ở bên trong và bên ngoài nhà, nên lượng nhiệt truyền qua $1m^2$ của tường hay của cửa sổ kính 2 lớp chỉ khác nhau vài lần, nhưng ở Việt Nam trong mùa hè lượng nhiệt bức xạ mặt trời xuyên qua $1m^2$ của cửa sổ vào phòng có thể lớn hơn từ 8 đến 15 lần lượng nhiệt truyền qua $1m^2$ của tường vào nhà [2, 3]).

Ví dụ, sau khi đã chọn ra được phương án thiết kế sơ bộ thì người thiết kế cần nghiên cứu, đánh giá các giải pháp cách nhiệt bằng tính toán hay mô phỏng đối với các yếu tố sau:

- Các loại tường, mái cách nhiệt khác nhau (đặc biệt là tường ở các hướng Đông, Tây, cũng như ở các hướng lân cận Đông, Tây);
- Các giải pháp cửa kính khác nhau: có và không có tấm che nắng;
- Hình thức, kích thước và mật độ tấm che nắng...

5.1.1. Nguyên tắc thiết kế cách nhiệt

Dòng nhiệt được kiểm soát, theo 3 cơ chế sau: phản xạ, nhiệt trở và nhiệt hàm nhằm bảo đảm điều kiện nhiệt trong nhà đạt tiện nghi. Điều kiện tiện nghi nhiệt trong nhà đã được trình bày ở Chương III - Chất lượng môi trường sống trong công trình của quyển sách này. Hiểu rõ bản chất vật lý của 3 cơ chế này sẽ cho phép đề ra được các yêu cầu và giải pháp cách nhiệt của kết cấu bao che phù hợp.

1. Cách nhiệt bằng giảm bức xạ, tăng phản xạ

Đó là sự truyền nhiệt bằng bức xạ giữa môi trường ngoài nhà và bề mặt bên ngoài của kết cấu bao che, hay là sự truyền nhiệt bức xạ giữa mặt trong của kết cấu bao che với môi trường trong nhà, và cũng là sự truyền nhiệt bức xạ qua khoảng trống hoặc không gian áp mái; sự phát xạ của bề mặt nóng và sự hấp thụ của bề mặt nhận bức xạ sẽ quyết định cường độ dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che bằng bức xạ.

Truyền nhiệt bằng bức xạ tỷ lệ thuận với lũy thừa bậc bốn của nhiệt độ tuyệt đối trên các bề mặt toả và thu nhiệt, phụ thuộc vào chất lượng bề mặt, được đo bằng các trị số không thứ nguyên sau:

Hệ số phản xạ (ρ) là phần thập phân thể hiện lượng bức xạ truyền tới bề mặt bị phản xạ lại nhiều hay ít.

Hệ số hấp thụ nhiệt (α) được biểu diễn bằng phần thập phân của sự hấp thụ của vật đen tuyệt đối theo lý thuyết (vật đen tuyệt đối có $\alpha = 1$) và hệ số này có giá trị lớn đối với các bề mặt màu tối, và có giá trị nhỏ đối với các bề mặt màu sáng hoặc các bề mặt kim loại bóng. Đối với các bề mặt thông thường, hệ số này thay đổi từ $\alpha = 0,9$ của bề mặt phủ nhựa đường đen cho tới $\alpha = 0,1-0,2$ của bề mặt nhôm bóng hoặc bề mặt sơn màu trắng. Đối với bề mặt không trong suốt: $\rho + \alpha = 1$

Hệ số phát xạ (ϵ) cũng là một phần thập phân, là phép đo khả năng phát xạ, so với “vật đen tuyệt đối”- là vật phát xạ hoàn toàn. Với một bề mặt bình thường $\alpha = \epsilon$ đối với cùng một bước sóng bức xạ (hoặc cùng một nhiệt độ), nhưng nhiều bề mặt lại có tính chọn lọc, ví dụ có hệ số hấp thụ nhiệt cao đối với bức xạ mặt trời (là 6000°C) nhưng lại có hệ số phát xạ thấp ở nhiệt độ bình thường ($<100^{\circ}\text{C}$).

Những *bề mặt có tính chọn lọc như vậy* rất tiện dụng cho những tấm thu nhiệt của bộ thu nhiệt mặt trời, ngược lại, ở những nơi cần toả nhiệt nhanh (bức xạ phát vào bầu trời) thì lại cần phải đảm bảo $\alpha < \epsilon$.

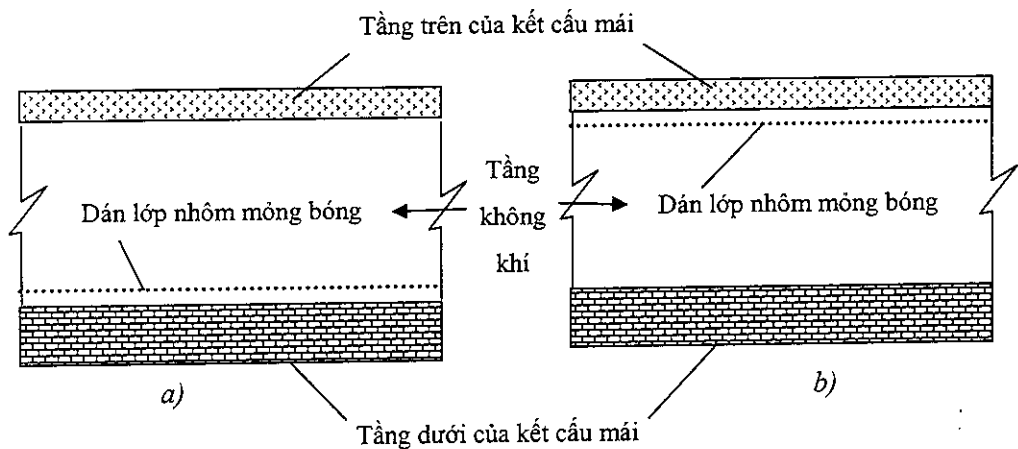
Các loại sơn trắng (đặc biệt là sơn titan oxit) cũng có những đặc tính trên. Một bề mặt kim loại bóng không phải là bề mặt có tính chọn lọc, do đó $\alpha = \varepsilon$.

Một lớp nhôm mỏng bóng có cả hai tính chất phát xạ thấp và hấp thụ thấp, do đó nó có khả năng cách nhiệt bức xạ tốt. Nó sẽ có hiệu quả cách nhiệt cao khi nó được dán vào bề mặt quay về phía tầng không khí kín của kết cấu bao che, bởi vì bản thân nó không có nhiệt trở đáng kể, song nó làm thay đổi nhiệt trở của tầng không khí (hình 5.1). Ví dụ, một tầng không khí trống có chiều dày tối thiểu 25 mm trong một bức tường sẽ có các nhiệt trở như sau:

- Đối với vật liệu xây dựng tường thông thường có nhiệt trở là: $0,18 \text{ m}^2\text{K/W}$;

- Nếu một mặt của tầng không khí lát nhôm bóng có nhiệt trở là: $0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$;

- Nếu cả hai mặt của tầng không khí lát nhôm bóng có nhiệt trở là: $0,6 \text{ m}^2\text{K/W}$.



Hình 5.1. Kết cấu mái có tầng không khí kín
a) Phương án dán lớp nhôm mỏng bóng trên bề mặt bên trên của tầng dưới của kết cấu mái; b) Phương án dán lớp nhôm mỏng bóng vào bề mặt bên dưới của tầng trên của kết cấu mái.

Phân tích các giải pháp cách nhiệt bằng bức xạ

Một câu hỏi thường được đặt ra (ở các vùng khí hậu nóng) là: làm thế nào để giảm nhiệt truyền qua không gian tầng mái vào nhà (hình 5.1), nên dán lá nhôm bóng (a) vào tầng kết cấu dưới của mái, hướng lên trên (dựa vào tính chất hấp thụ kém của nó) hoặc (b) dán lá nhôm bóng vào mặt dưới

của tầng kết cấu trên của mái, hướng xuống dưới (dựa vào tính chất phát xạ kém của nó). Cả hai phương án đều có hiệu quả như nhau, khi lớp nhôm còn mới. Tuy nhiên, khoảng một năm sau trở đi, tấm nhôm dán ở trên mặt tầng dưới của kết cấu mái sẽ bị bám bụi làm mất đi khả năng hấp thụ thấp, do đó giải pháp (b) sẽ là tốt hơn về mặt cách nhiệt trong một thời gian dài.

Tại vùng khí hậu nóng, dòng nhiệt qua mái đi từ trên xuống dưới cần phải giảm, giải pháp (b) sẽ hiệu quả hơn, song ít dùng ở vùng khí hậu lạnh, trong việc giảm dòng nhiệt truyền từ dưới lên trên. Trong trường hợp ở xứ lạnh, phần trên của trần mái (trong phòng được sưởi) sẽ làm nóng phần không khí liền kề kết cấu, sau đó nó sẽ bốc lên và truyền nhiệt qua phần kết cấu dưới của mái. Vậy là phần nhiệt truyền lên trên bằng đối lưu là chính, tấm nhôm không có ảnh hưởng. Trong trường hợp ở vùng nhiệt đới, phần nhiệt truyền xuống dưới là bức xạ Mặt trời là chính: không khí trong tầng không khí kín được đốt nóng sẽ giữ nguyên vị trí tại sát phần vỏ mái (tầng trên của mái), bởi vì nó nhẹ hơn phần không khí còn lại trong tầng không khí của mái, vì vậy không xảy ra truyền nhiệt bằng đối lưu.

Trên cơ sở phân tích như vậy, nhiều tác giả đã đề xuất rằng trong khí hậu nóng thì cách nhiệt bằng tấm nhôm bóng đặt trên bề mặt dưới của tầng trên của kết cấu vỏ mái (phương án b) là tốt hơn cách nhiệt bằng nhiệt trở. Nó sẽ giảm lượng nhiệt truyền xuống, song lại cho phép loại trừ sự đốt nóng về ban đêm, và như vậy sẽ cho phép tòa nhà mát hơn: tấm cách nhiệt đã hoạt động như một “đi-ốt nhiệt”. Cách nhiệt bằng nhiệt trở ảnh hưởng tới dòng nhiệt lên trên và xuống dưới như nhau.

2. Cách nhiệt bằng nhiệt trở

Sự dẫn nhiệt phụ thuộc vào tính chất vật lý nhiệt của vật liệu được gọi là hệ số dẫn nhiệt (λ), được xác định bằng mật độ của dòng nhiệt (W/m^2) truyền qua 1m chiều dày của lớp vật liệu, với chênh lệch nhiệt độ là một độ được xác định bằng $W.m/m^2K = W/m.K$. Phụ lục cho hệ số λ đối với một số vật liệu xây dựng.

Các vật liệu có khả năng dẫn nhiệt thấp thường được coi là các vật liệu cách nhiệt. Những vật liệu này có cấu trúc dạng sợi hoặc có nhiều lỗ rỗng và rất nhạy cảm với độ ẩm. Nếu các lỗ rỗng được chứa đầy nước thì độ dẫn nhiệt của vật liệu sẽ tăng đột biến. Bảng 5.2 dưới đây cho hệ số dẫn nhiệt của một tấm cách nhiệt bằng fibro-xi măng xốp rỗng phụ thuộc vào độ chứa ẩm trong vật liệu.

Bảng 5.2. Hệ số dẫn nhiệt của tấm cách nhiệt bằng fibro-xi măng xốp

Trạng thái khô - ẩm	Tỷ trọng (kg/m ³)	Hệ số dẫn nhiệt (W/m.K)
Dạng khô	136	0.051
Dạng ẩm	272	0.144
Dạng ướt	400	0.203

Các vật liệu có cấu trúc dạng bê tông bọt (các lỗ rỗng kín) không có độ nhạy cảm với độ ẩm như vật liệu nêu trên.

Một số giá trị về hệ số dẫn nhiệt được đưa nêu ra trong các tài liệu đều ghi rõ rằng đó là những “giá trị được công bố” đã dựa vào các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Khi vận chuyển và thi công trên công trường các vật liệu cách nhiệt có thể dễ bị giảm các thuộc tính cách nhiệt của nó. Trước khi sử dụng các giá trị λ này cho các tính toán giá trị truyền nhiệt U, thì các giá trị λ phải được hiệu chỉnh bởi một hoặc nhiều hệ số hiệu chỉnh dẫn nhiệt: κ (ký hiệu là kappa) (bảng 5.3) có tính cộng được:

$$\lambda_{\text{thiết kế}} = \lambda_{\text{công bố}} \times (1 + \kappa_1 + \kappa_2 + \dots), \quad (5.1)$$

Trong đó: $\kappa_1, \kappa_2, \dots$ là hệ số hiệu chỉnh kappa.

Bảng 5.3. Các hệ số hiệu chỉnh dẫn nhiệt

Vật liệu	Điều kiện sử dụng	Hệ số hiệu chỉnh κ
Nhựa polystyrene cách điện	Giữa các lớp bê tông đúc	0.42
	Giữa các lớp tường xây	0.10
	Tại lỗ thông gió, khe không khí (lỗ rỗng)	0.30
	Sử dụng cùng xi măng trát vữa	0.25
Bông khoáng	Giữa các lớp tường xây	0.10
Nhựa tổng hợp polyurethane	Tại lỗ thông gió, khe không khí (lỗ rỗng)	0.15

Trong tất cả các vật liệu, lớp không khí là lớp vật liệu có độ dẫn nhiệt thấp nhất: 0,025W/m.K. Trong tầng không khí kín hay lỗ hổng trong kết cấu bao che, dòng đối lưu sẽ truyền nhiệt tốt nhất từ mặt nóng tới mặt lạnh. Mục đích của cách nhiệt bằng nhiệt trở là giữ cho không khí đứng yên, chia nhỏ tầng không khí thành những ô nhỏ, có số lượng vật liệu thực ít nhất. Những vật liệu ấy thường dựa trên “cách nhiệt xốp”. Loại tốt nhất là cấu trúc vật liệu tạo bọt, cấu tạo từ những khe không khí nhỏ ngăn cách bởi các màng mỏng hoặc bọt, hoặc những vật liệu sợi có các khe không khí nằm giữa các lớp sợi.

Nhiệt trở của lớp vật liệu đặc bằng độ dày (d) chia cho độ dẫn nhiệt (λ), tức là:

$$R = \frac{d}{\lambda}, m^2.k/W, \quad (5.2)$$

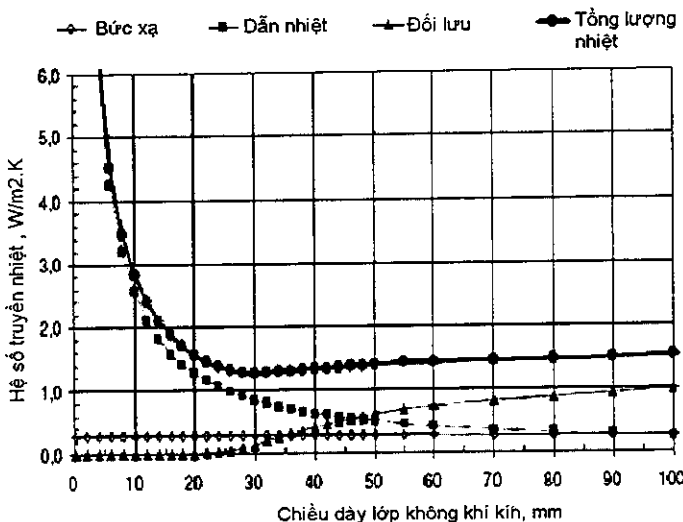
Nhiệt trở của tầng không khí hay khe không khí là nhiệt trở (R_k), được xác định bằng thực nghiệm và cho trong bảng 5.4.

Bảng 5.4. Nhiệt trở của lớp không khí kín R_k

Chiều dày lớp không khí kín (mm)	Hướng truyền nhiệt					
	Lên trên		Nằm ngang		Xuống dưới	
	$m^2.K/W$	$m^2.h.K/kCal$	$m^2.K/W$	$m^2.h.K/kCal$	$m^2.K/W$	$m^2.h.K/kcal$
0	0	0	0	0	0	0
5	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,13
7	0,13	0,15	0,13	0,15	0,13	0,15
10	0,15	0,17	0,15	0,17	0,15	0,17
15	0,16	0,19	0,17	0,20	0,17	0,20
25	0,16	0,19	0,18	0,21	0,19	0,22
50	0,16	0,19	0,18	0,21	0,21	0,24
100	0,16	0,19	0,18	0,21	0,22	0,26
300	0,16	0,19	0,18	0,21	0,23	0,27

Nguồn: ISO 6946:1996(E)

Trong khe không khí kín, sự truyền nhiệt xảy ra bằng cả đối lưu, bức xạ và dẫn nhiệt như thể hiện ở hình 5.2.



Hình 5.2. Đánh giá sự truyền nhiệt qua tầng không khí kín có phủ lớp nhôm mỏng có hệ số hấp thụ bằng 0,05.

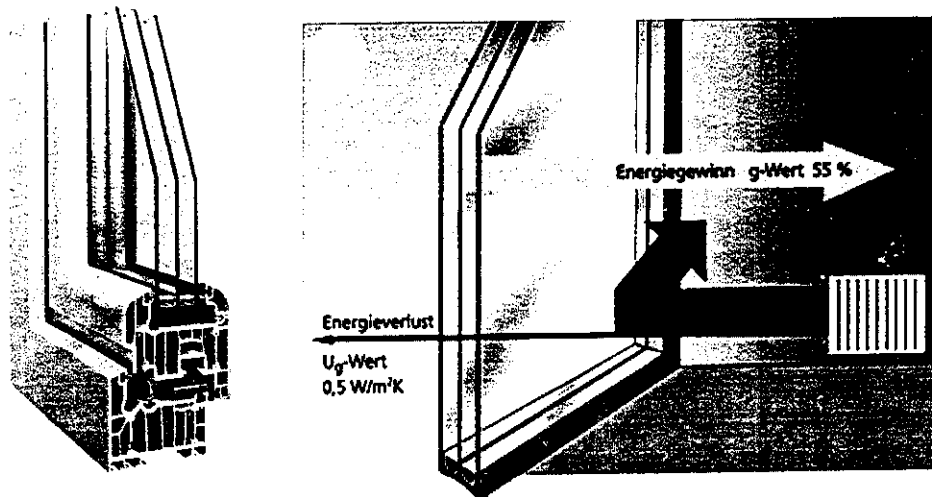
Có thể thấy rằng hiệu quả cách nhiệt của lớp không khí kín chỉ có tác dụng mạnh nhất khi chiều dày tầng không khí kín vượt quá 30cm.

Phân tích các giải pháp cách nhiệt bằng nhiệt trở

Không khí có thể được coi là một lớp cách nhiệt rất hiệu quả nếu tạo khoảng cách (tầng không khí) nằm ở giữa lớp kết cấu ngoài và lớp kết cấu trong của kết cấu bao che. Nếu tạo thêm khe thông khí đối với tầng không khí nằm trong kết cấu bao che, cho gió thổi qua tản nhiệt thừa tích tụ trong kết cấu bao che thì hiệu quả cách nhiệt của kết cấu bao che còn cao hơn nữa.

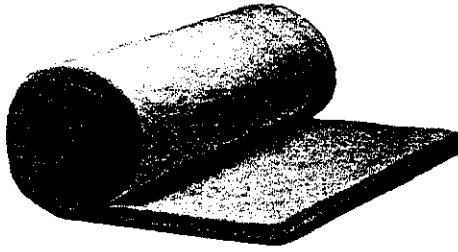
Lớp chân không có $\lambda = 0$, hoàn toàn không cho nhiệt truyền qua, như là lớp chân không trong vỏ phích nước nóng hay phích đá, cũng được sử dụng trong chế tạo cửa kính, vách kính cách nhiệt 3 lớp (2 lớp kính và 1 lớp chân không ở giữa) hoặc 5 lớp (3 lớp kính và 2 lớp chân không xen kẽ), như thể hiện ở hình 5.3.

Người ta thường sử dụng các vật liệu xốp làm lớp vật liệu cách nhiệt như là chất dẻo bọt nén hoặc xốp, polystyrene hoặc polyurethane, vật liệu sợi dưới dạng tấm hoặc tấm phủ như là bông khoáng, sợi thủy tinh và cả bông tự nhiên. Sợi cellulose mềm như sợi rom tét (hình 5.5), sợi bông khoáng (hình 5.4), sợi xơ dừa (hình 5.7) hoặc chất khoáng toi xốp có thể được dùng để nhét đầy lỗ trống hoặc đổ trên trần. Cũng có thể dùng các tấm gỗ (vỏ bào gỗ được ép bằng xi-măng, hình 5.6), những tấm sợi gỗ mềm và các loại bê tông nhẹ (và cả bê tông hấp hơi liên kết nhẹ).



Hình 5.3. Cửa sổ kính 5 lớp (2 lớp chân không): cấu tạo và nguyên lý hoạt động

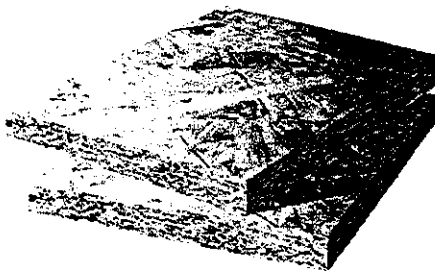
[Nguồn: <http://www.ua.all.biz/vi/tam-soi-go-ep-g1493340>]



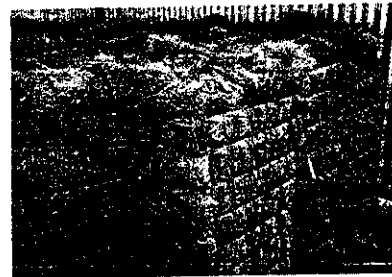
Hình 5.4. Sợi bông khoáng (dạng cuộn)



Hình 5.5. Sợi rom tét (dạng cuộn)



Hình 5.6. Sợi gỗ ép (dạng tấm)



Hình 5.7. Sợi xơ dừa (dạng bó)

3. Cách nhiệt bằng nhiệt dung hay nhiệt hàm

Một lớp vật liệu có nhiệt hàm lớn (kết cấu đặc, nặng) không những có ảnh hưởng lớn tới biên độ dao động của dòng nhiệt mà còn cả thời gian chậm trễ dao động của nó. Cả 2 hiện tượng cách nhiệt phản xạ và nhiệt trở nói trên đều phản ứng với sự thay đổi nhiệt độ một cách tức thời (thường gọi là truyền nhiệt ổn định - steady condition). Ngay khi nhiệt truyền tới một mặt bên này của kết cấu, nó sẽ nhanh chóng đi ra khỏi mặt kia của kết cấu, với một tốc độ kiểm soát được. Nhưng hiện tượng này sẽ không xảy ra với cách nhiệt bằng nhiệt hàm. Đó là vì nhiệt hàm của vật liệu có tác động gây ra sự trì hoãn của nó tới dòng truyền nhiệt.

Trong trường hợp truyền nhiệt ngẫu nhiên, không ổn định, việc mô tả dòng nhiệt phải dựa vào những tính toán dài dòng và phức tạp và phải dùng tới những chương trình máy tính điện tử. Tuy nhiên nếu các chế độ dòng nhiệt không ổn định được thể hiện dưới dạng dòng nhiệt chu kỳ thì các phép tính tỏ ra khá dễ dàng. Rất may mắn, các số liệu khí tượng (nhiệt độ, bức xạ mặt trời) biến đổi đều đặn theo chu kỳ 24 giờ.

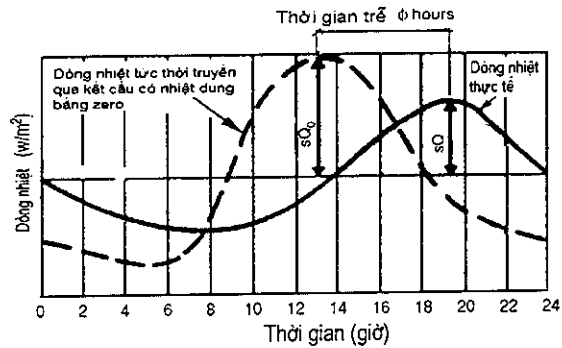
Dòng nhiệt chu kỳ được miêu tả trên hình 5.8, chu kỳ dao động nhiệt kéo dài cả 24 giờ trong ngày. Đường đậm là dòng nhiệt đi qua tường thực còn đường chấm chấm là dòng nhiệt đi qua một bức tường "giả tưởng" có "khối lượng bằng không" và có cùng giá trị U. Đường cong này sẽ là tổng

nếu chúng ta tính dòng nhiệt bằng phương pháp truyền nhiệt ổn định cho mỗi giờ và nối các điểm kết quả tính toán lại với nhau.

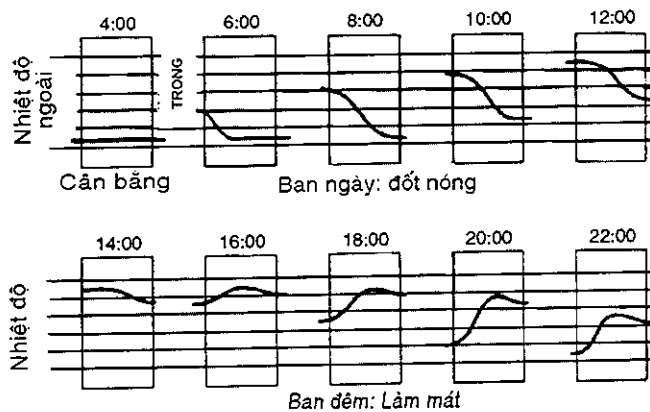
Cả hai đường cong đều thể hiện chu kỳ 24 giờ, song nó có sự khác nhau bởi 2 lý do: (i). Đường cong dòng nhiệt thực chậm trễ sau đường cong khối lượng bằng không một khoảng thời gian. Sự chậm trễ của đỉnh đường cong đậm liền sau đỉnh của đường cong nét đứt đoạn được gọi là *thời gian trễ* (*time-lag*) hoặc *độ lệch pha*, (kí hiệu là ϕ) được tính bằng giờ. (ii). Biên độ của đỉnh kể từ dòng nhiệt trung bình ngày đối với đường liền sẽ nhỏ hơn (sQ), đường đứt nét thể hiện bức tường có khối lượng bằng không (sQ_0). Tỷ số hai biên độ này được gọi là *hệ số tắt dần* (*decrement factor*) của dòng nhiệt dao động hay là tắt dần biên độ, được kí hiệu là μ :

$$\mu = \frac{sQ}{sQ_0} \quad (5.3)$$

Một giản đồ tương tự có thể vẽ đối với nhiệt độ biến thiên trên trục tung. Đường đứt nét biểu diễn nhiệt độ của mặt ngoài kết cấu và đường liền nét biểu diễn nhiệt độ mặt trong kết cấu ứng với các giờ khác nhau trong ngày (hình 5.9).



Hình 5.8. Dòng nhiệt qua tường thực so với tường có “nhiệt hàm bằng không”



Hình 5.9. Biến thiên theo thời gian của mặt cắt nhiệt độ trong tường gạch (trong vùng khí hậu nóng).

Nếu lấy một bức tường gạch dày 220 mm có giá trị U bằng $2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ và một tấm polystyrene dày 10 mm có cùng giá trị U , trong điều kiện truyền nhiệt ổn định thì dòng nhiệt truyền qua cả hai kết cấu là như nhau vì các tính toán đều dựa trên giả thiết truyền nhiệt ổn định và đi qua 2 kết cấu có nhiệt trở như nhau đều cho kết quả giống nhau.

Thế nhưng trong thực tế, tính chất nhiệt hàm của chúng hoàn toàn khác nhau. Sự khác nhau đó là do tường gạch có mật độ bề mặt là 375 kg/m^2 và tấm polystyrene chỉ có mật độ bề mặt là 5 kg/m^2 . Sức chứa nhiệt (nhiệt hàm) tương ứng vào cỡ 300 kJ/m^2 và 7 kJ/m^2 . Trong bức tường gạch mỗi lớp nhỏ của vật liệu sẽ hấp thụ một lượng nhiệt và làm tăng nhiệt độ của nó trước khi truyền nhiệt cho lớp bên cạnh. Lượng nhiệt tích trữ này sẽ phát xạ sau một thời gian đáng kể nào đấy.

Sau khi lớp thứ nhất của tường bắt đầu nhận được nhiệt từ môi trường, tốc độ truyền nhiệt tới lớp bên cạnh phụ thuộc vào hai yếu tố: (1) Nếu là vật liệu có độ dẫn nhiệt cao thì tốc độ sẽ nhanh; (2) Nếu là vật liệu đặc sẽ có nhiệt hàm lớn thì tốc độ truyền nhiệt sẽ chậm hơn, bởi vì nó sẽ hấp thụ một ít nhiệt truyền tới trước khi nó sẽ truyền đi.

Như vậy nếu gọi λ là hệ số dẫn nhiệt (W/mK), ρ là tỉ trọng (kg/m^3), c là tỷ nhiệt (J/kg K) thì mối quan hệ nói trên có thể biểu diễn bằng tỉ số:

$$K = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}, \frac{\text{m}^2}{\text{sec}} \quad (5.4)$$

(Tỉ số trên được viết theo quan niệm rằng tốc độ truyền nhiệt tỉ lệ thuận với λ - yếu tố 1 và tỉ lệ nghịch với ρ và c - yếu tố 2).

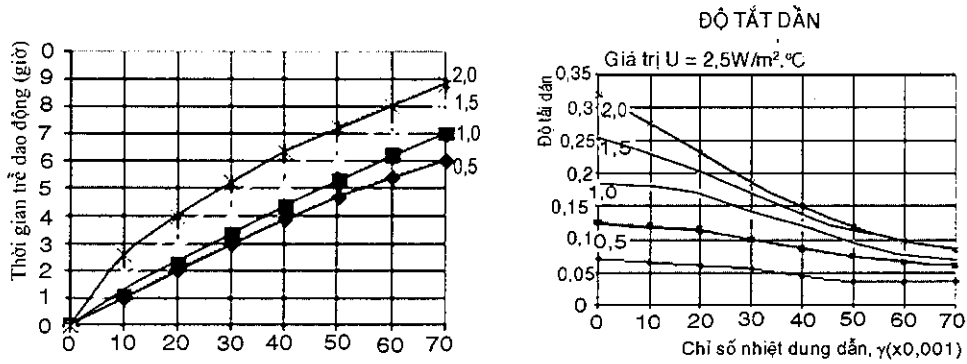
Tỉ số này được kí hiệu là K và gọi là *độ khuếch tán nhiệt* (thermal diffusivity) hoặc độ dẫn nhiệt độ (temperature conductivity) có thứ nguyên là m^2/sec . Có thể hiểu đó là diện tích của một mặt cầu mà nhiệt độ phân tán trên đó trong một đơn vị thời gian. Hình 5.10 nêu phương pháp xác định trị số ϕ và μ dựa trên cơ sở khuếch tán nhiệt.

Chỉ số nhiệt dung - nhiệt dẫn γ được xác định bằng:

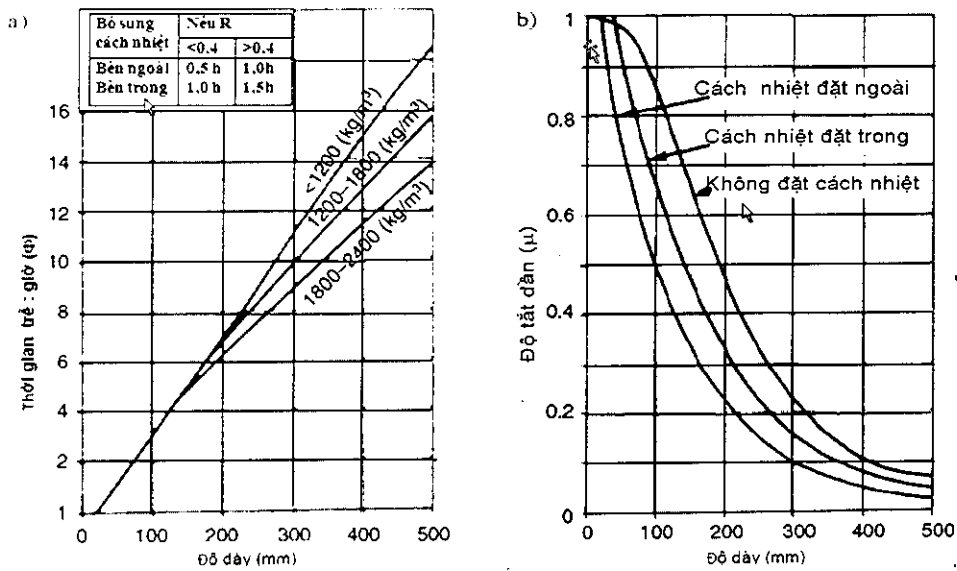
$$\gamma = \frac{\rho c d^2}{2\lambda} = \frac{\rho c d}{2\lambda_d} = \frac{\rho c d}{2C} = \frac{d^2}{2.K} \quad (5.5)$$

Trong đó: λ - hệ số dẫn nhiệt ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$), ρ - tỉ trọng (kg/m^3), c - tỷ nhiệt (nhiệt dung) ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$), d - chiều dày (m), các hệ số này cho ở bảng phụ lục.

Đề đơn giản hơn có thể dùng 2 đồ thị dưới đây để tính thời gian trễ và độ tắt dần dao động dòng nhiệt đi qua kết cấu có một lớp vật liệu cách nhiệt.



Hình 5.10. Biểu đồ xác định thời gian trễ và độ tắt dần cho kết cấu 1 lớp vật liệu theo hệ số nhiệt dung - nhiệt dẫn



Hình 5.11. Biểu đồ xác định thời gian trễ và độ tắt dần cho kết cấu 1 lớp vật liệu theo chiều dày

Rõ ràng khi chiều dày vật liệu rất mỏng (kính 3 li chẳng hạn) thì độ tắt dần rất nhỏ (xấp xỉ bằng 1) và thời gian trễ cũng giảm tiến gần về giá trị bằng không, tức là nhiệt sẽ truyền qua gần như tức thời từ ngoài vào trong.

Nghiên cứu diễn biến của nhiệt độ theo thời gian trên mặt cắt của kết cấu bao che cho thấy vào những giờ buổi sáng thì phần giữa kết cấu bao che là nóng nhất và lượng nhiệt chứa trong nó sẽ truyền về 2 phía của kết cấu bao che. Thành thử (giả thiết là dòng nhiệt đi vào trong) chỉ có một phần nhiệt đi vào từ mặt ngoài truyền được đến mặt trong. Trong tấm polystyrene mặt cắt

nhiệt độ sẽ là một đường thẳng dốc lên trên hoặc xuống dưới vì sự biến đổi nhiệt độ của nó gần giống như ở ngay trên mặt nhận nhiệt.

Lợi ích của việc cách nhiệt bằng nhiệt dung (capacitive insulation) hoặc hiệu ứng khối lượng sẽ là rất lớn đối với vùng khí hậu nóng khô, là những nơi có dao động nhiệt độ rất lớn. Cách nhiệt bằng nhiệt dung có hiệu quả làm giảm, ổn định, nó có thể đảm bảo tiện nghi, hoặc nếu trong nhà dùng điều hòa không khí thì tiết kiệm năng lượng.

Để đơn giản, có thể mô tả cách tính dòng nhiệt dao động theo chu kỳ như sau:

Nếu nhiệt độ bên trong giả sử có thể là const - hằng số (giả thiết này là phù hợp nếu như môi trường trong nhà được điều khiển) thì tốc độ tức thời của dòng nhiệt được tính toán chính xác nếu như nó được chia thành 2 phần:

a. Trước hết cường độ dòng nhiệt trung bình được tìm cho toàn chu kỳ (cả ngày) bằng cách dùng phương trình truyền nhiệt ổn định, sau khi thừa nhận rằng chênh lệch nhiệt độ trong và ngoài nhà được lấy theo nhiệt độ trung bình bên trong và bên ngoài nhà cả ngày:

$$Q_1 = A.U.(T_m - T_i), \quad (5.6)$$

b. Độ lệch tức thời khỏi dòng nhiệt trung bình được tìm như sau: Nếu thời gian trễ của tường là ϕ giờ thì dòng nhiệt lúc này sẽ phụ thuộc vào nhiệt độ ngoài nhà trước đó ϕ giờ: T_ϕ . Độ lệch sẽ tìm bằng cách dùng giá trị chênh lệch nhiệt độ giữa T_ϕ và giá trị trung bình T_m . Hệ số truyền nhiệt, hoặc giá trị U (U-value), sẽ biến đổi 1 lượng là hệ số tắt dần (μ):

$$Q_2 = A.U. \mu (T_\phi - T_m), \quad (5.7)$$

Hai phương trình sẽ cộng lại để được dòng nhiệt chu kỳ :

$$Q = Q_1 + Q_2 = A.U. [(T_m - T_i) + \mu (T_\phi - T_m)], \quad (5.8)$$

Trong đó:

- Q - Cường độ dòng nhiệt tức thời tính bằng W;
- A - Diện tích bề mặt kết cấu, m²;
- U - Hệ số truyền nhiệt, W/m².°C;
- T_m - Nhiệt độ tổng ngoài nhà trung bình ngày, °C;
- T_i - Nhiệt độ trong nhà (hằng số), °C;
- T_φ - Nhiệt độ tổng ngoài nhà trước φ giờ, °C;
- μ - Hệ số tắt dần.
- φ - Thời gian trễ, giờ.

Trong công thức trên, sau khi đặt $\Delta T_{EQ} = [(T_m - T_i) + \mu (T_\phi - T_m)]$ và gọi là “chênh lệch nhiệt độ tương đương” (Equivalent Temperature Difference-ETD) thì công thức (5.8) sẽ có dạng của một công thức truyền nhiệt ổn định như sau:

$$Q = A.U. \Delta T_{EQ} \quad (5.9)$$

Giá trị ΔT_{EQ} còn được gọi là “chênh lệch nhiệt độ tải lạnh” (Cooling Load Temperature Difference) phụ thuộc vào:

- Độ tắt dần μ và thời gian trễ ϕ ;
- Bức xạ mặt trời và nhiệt độ không khí ngoài nhà (tính theo nhiệt độ tổng);
- Nhiệt độ không khí trong nhà T_i .

Đối với người thiết kế quan trọng hơn cả là biết được μ và ϕ của các loại vật liệu theo chiều dày và sự kết hợp các vật liệu trong kết cấu. Người thiết kế phải chú trọng tới việc thu nhận nhiệt qua các kết cấu bao che khi các kết cấu bị mất nhiệt (do gió) song lại tránh thu nhận nhiệt khi quá nhiều nhiệt đi vào nhà. Vì vậy việc chọn 1 kết cấu có thời gian trễ dao động nhiệt là 1 yếu tố quan trọng trong thiết kế kết cấu bao che công trình trong mùa hè. Quá trình này được đánh giá như 1 sự cân bằng về thời gian.

Nhiệt dung (Thermal capacity - kJ/kg°C) là yếu tố cần xem xét trong khi hậu nóng. Nhiệt dung của kết cấu bao che thấp hay cấu trúc "phản ứng nhanh" thì kết cấu bao che sẽ nóng nhanh và lạnh đi cũng nhanh. Nhiệt dung lớn sẽ làm cho “thời gian hâm nóng” lâu hơn, song sẽ giữ được nhiệt lâu khi ngừng hâm nóng.

Các thuộc tính dao động (thời gian trễ, hệ số tắt dần và hệ số hàm nhiệt) của kết cấu nhiều lớp không chỉ phụ thuộc vào vật liệu và độ dày, mà còn phụ thuộc vào trật tự sắp xếp các lớp vật liệu trong kết cấu bao che đối với chiều dòng nhiệt. Điều này được mô tả trong ví dụ sau:

Ví dụ 5.1: Mái nhà làm bằng bê tông cốt thép dày 150 mm, lớp phủ EPS dày 75 mm (Màng chống thấm có thể bỏ qua về mặt cách nhiệt) và điều kiện tính toán khảo sát là mùa hè.

Nhiệt trở từ không khí ngoài nhà đến không khí trong nhà bằng:

$$R_{a-a} = R_{S,0} + R_{CONCR} + R_{S,i} = 0,04 + \frac{0,075}{0,035} + \frac{0,150}{1,4} + 0,14 = 2,43$$

$$U = 1/R_{a-a} = 1/2.43 = 0.41 \text{ W/m}^2.K.$$

Trong đó: $R_{S,0}$ - Nhiệt trở mặt ngoài của kết cấu mái;

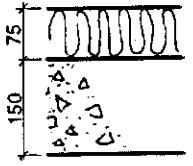
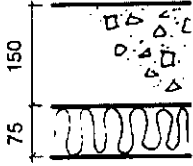
$R_{S,i}$ - Nhiệt trở mặt trong của kết cấu mái;

R_{EPS} - Nhiệt trở của màng chống thấm;

R_{CONCR} - Nhiệt trở của lớp bê tông mái.

Giá trị nhiệt trở và truyền nhiệt này là như nhau không phụ thuộc vào trật tự các lớp vật liệu, nhưng đối với các đặc tính dao động của dòng nhiệt truyền qua mái thì sẽ thấy khác nhau, xem bảng 5.5.

Bảng 5.5. Thời gian trễ và hệ số tắt dần của kết cấu khác nhau khi thứ tự sắp xếp các lớp vật liệu khác nhau

Vị trí đặt lớp EPS	Thứ tự lớp vật liệu	ϕ	μ	$Y_{mặt\ trong}$
EPS đặt ngoài		6,28h	0,3	5,41 W/m ² .K
EPS đặt trong		5,03h	0,56	0,44 W/m ² .K
Chênh lệch		1,25h	0,26	4,97 W/m ² .K

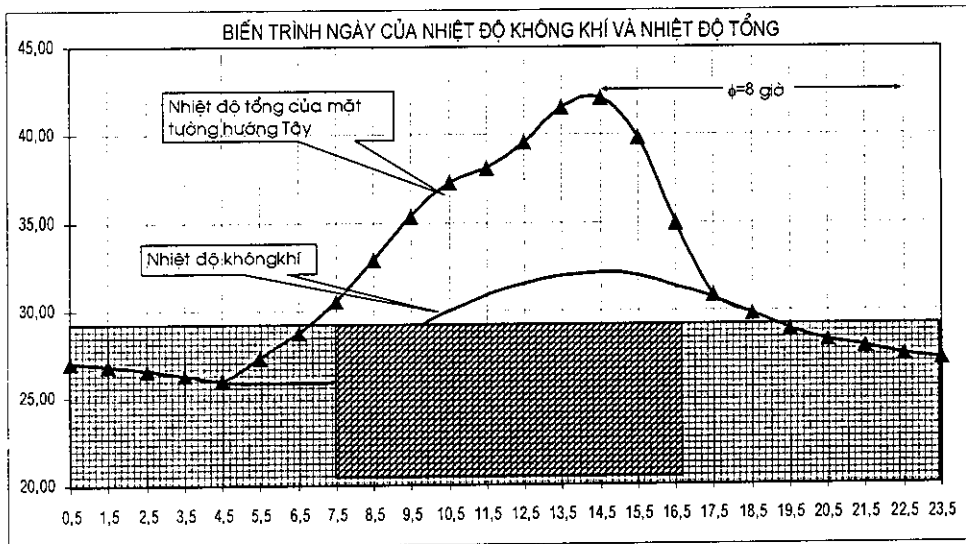
Tại cột cuối cùng (Y) là độ hàm nhiệt của mặt trong của kết cấu mái, đó là phép đo khả năng nhận (và thải) nhiệt do sự dao động của nhiệt độ. Y có ảnh hưởng lớn khi nhiệt độ trong nhà được tính toán là kết quả của dòng nhiệt dao động.

Tổng hệ số hàm nhiệt của toàn nhà (hoặc của phòng) là:

$$q_a = \Sigma(A, Y); \text{ W / K} \quad (5.10)$$

Lớp EPS đặt ngoài sẽ sinh ra một thời gian trễ vào cỡ 1,25h dài hơn, giảm độ tắt dần xuống hơn một nửa và cho hệ số hàm nhiệt mặt trong vào cỡ 4,97W/m²K - lớn hơn khi trật tự bố trí các lớp vật liệu đặt ngược lại. Vì vậy, khối lượng bên trong của cách nhiệt bằng nhiệt trở sẽ giảm sự nhận nhiệt, trì hoãn nó nhiều hơn và làm cho nhiệt độ bên trong ổn định hơn.

Ví dụ 5.2: Tường ngoài hướng Tây bằng bê tông có diện tích 50 m², dày 20 cm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda=1,4 \text{ W/m.K}$, tỉ trọng $\rho = 2100 \text{ kg/m}^3$, lớp cách nhiệt đặt phía trong có độ dày 5 cm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$, tỉ trọng $\rho = 25 \text{ kg/m}^3$. Hãy tính nhiệt lượng truyền qua tường vào lúc 18h trong ngày đặc trưng của tháng 6 tại Hà Nội. Chọn nhiệt độ không khí trong nhà $T_i = 25^\circ\text{C}$.



Hình 5.12. Nhiệt độ tổng tháng 6 trên mặt tường hướng Tây tại Hà Nội

Tra bảng 5.6 tìm được $\mu = 0,56$ và $\phi = 5,23$

Tính giá trị U:

$$U = 1 / (R_{si} + R_1 + R_2 + R_{so});$$

$$R_1 = 0,2/1,4 = 0,14286, \quad R_2 = 0,05/0,04 = 1,25;$$

$$R_{si} = 0,123, \quad R_{so} = 0,055;$$

$$U = 1/1,57087 = 0,636595 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}.$$

Nhiệt độ tổng ngoài nhà trung bình ngày $T_m = 35,6^\circ\text{C}$

Theo đồ thị $T_\phi = 41^\circ\text{C}$ (lúc 13h). Nếu chọn $T_i = 25^\circ\text{C}$ thì lượng nhiệt truyền vào nhà lúc 13 giờ là:

$$Q = A.U. [(T_m - T_i) + \mu (T_\phi - T_m)]$$

$$Q = 50. 0,636595. [(35,6 - 25) + 0,56 (41 - 35,6)] = 373,24 \text{ W}.$$

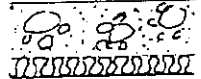
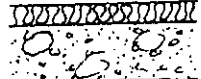
Nếu đổi chỗ đưa lớp cách nhiệt ra ngoài thì tra bảng 5.6 tìm được $\mu = 0,03$ và $\phi = 8,12$, thời điểm trước ϕ giờ là $18 - 8,12 = 10$ giờ (kết cấu số 6).

Theo đồ thị $T_\phi = 36^\circ\text{C}$ (lúc 10h). Nếu chọn $T_i = 25^\circ\text{C}$ thì:

$$Q = 50. 0,636595. [(35,6 - 25) + 0,03 (36 - 35,6)] = 337,412 \text{ W}.$$

Như vậy, việc đặt lớp cách nhiệt ra ngoài sẽ làm giảm đáng kể ($373,24 - 337,412 = 35,83 \text{ W}$ vào cỡ 9,5%) nhiệt lượng truyền qua tường vào nhà.

Bảng 5.6. Độ tắt dần và thời gian trễ dao động nhiệt qua tường

Cấu tạo tường từ ngoài vào trong		Đặc tính vật lý			Độ tắt dần	Thời gian trễ
Độ dày (cm)		λ (W/m.K)	ρ (kg/m ³)	C (J/kg.K)	μ	$\Phi(h)$
 20.0 5.0	Bê tông lớp cách nhiệt	1.4 0.04	2100.0 25.0	800.0 1380.0	0.56	5.23
	Lớp cách nhiệt bê tông	0.04 1.4	25.0 2100.0	1380.0 800.0	0.03	8.12
 5.0 20.0						

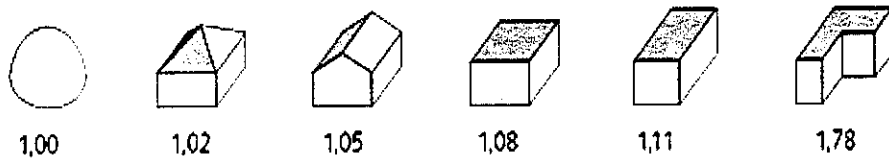
Phân tích các giải pháp cách nhiệt bằng nhiệt dung

Theo công thức $Q = A.U. \Delta T_{EQ}$ (5.9) ta thấy muốn trị số Q nhỏ thì cần giảm một trong ba (hoặc cả ba) trị số: **A** (diện tích bề mặt của kết cấu, đơn vị là m²); **U** (Hệ số truyền nhiệt, đơn vị là W/m².°C) và ΔT_{EQ} (chênh lệch nhiệt độ tải lạnh, đơn vị là °C). Như vậy muốn trị số Q nhỏ nhất thì cần giảm cả ba trị số A, U và ΔT_{EQ} .

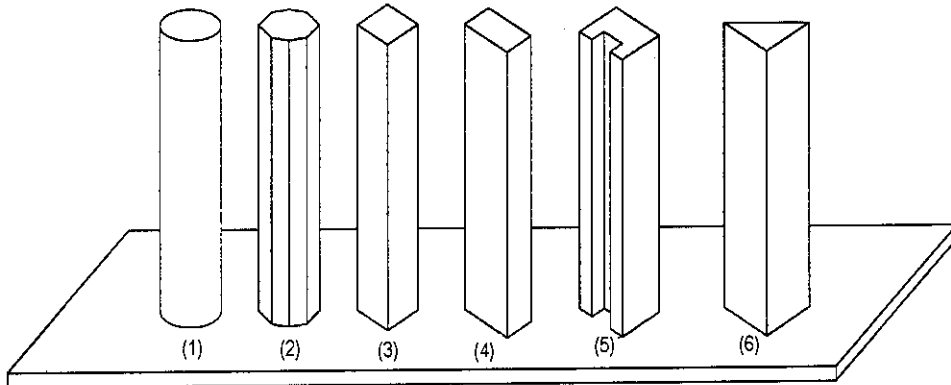
- *Giải pháp 1: Giảm hệ số truyền nhiệt (U):* Lựa chọn các vật liệu có hệ số dẫn nhiệt thấp.

- *Giải pháp 2: Giảm diện tích bề mặt của kết cấu (A):* Nhiều công trình có cùng một thể tích, song do cách bố trí không gian khác nhau nên diện tích bề mặt kết cấu bao che cũng chênh lệch, đôi khi khá lớn như các nghiên cứu, đo đạc đã cho thấy. Trong thực tế tỷ số A/V (tỷ lệ giữa tổng diện tích kết cấu bao che ngoài nhà chia cho khối tích nhà) thường được sử dụng để so sánh (hình 5.13).

Đối với nhà cao tầng diện tích bề mặt tường xung quanh lớn hơn nhiều so với bề mặt mái, không giống như công trình ít tầng và nhiều tầng. Chỉ số năng lượng truyền qua kết cấu xung quanh công trình (kWh/m² diện tích sàn sử dụng trong năm), cũng như chỉ số tiêu thụ vật liệu xây dựng của công trình (m³VLXD/m² diện tích sàn sử dụng) - chỉ số tiêu thụ vật liệu xây dựng công trình cũng liên quan đến chỉ số tiêu thụ năng lượng của công trình - sẽ phụ thuộc chủ yếu vào tỷ lệ giữa tổng diện tích mặt tường xung quanh và diện tích sử dụng của nhà. Hình 5.14 là các kiểu hình khối nhà cao tầng có tính ưu việt thứ tự từ cao đến thấp về mặt tiết kiệm năng lượng (Phạm Ngọc Đăng, 2009).



Hình 5.13. Tỷ số A/V là một tiêu chí đánh giá hiệu quả về nhiệt của công trình
 [Nguồn: <http://www.ecobine.de/index>]

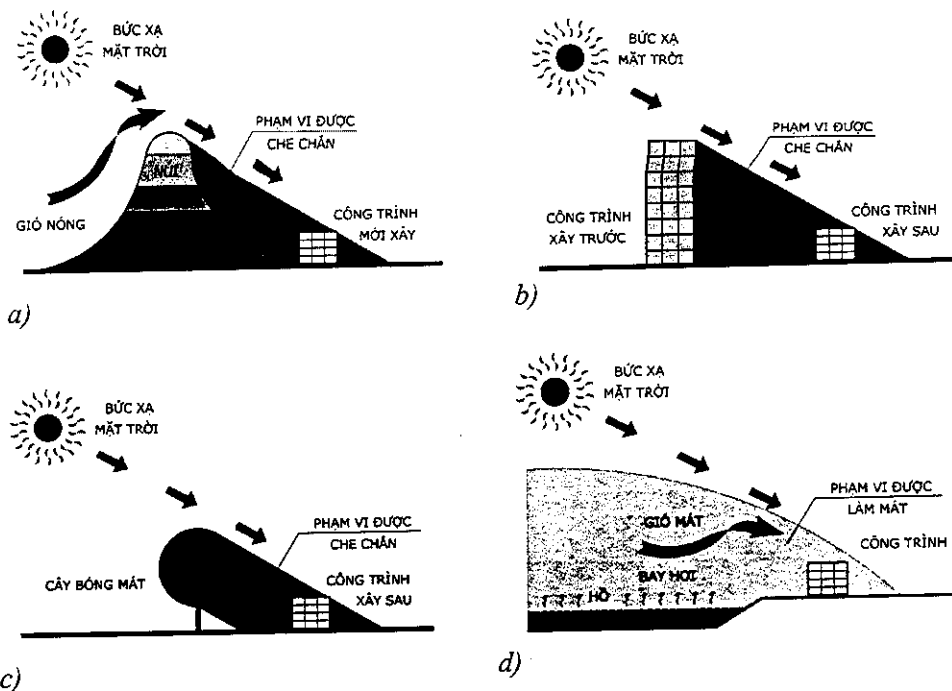


Hình 5.14. So sánh chỉ số tiêu hao năng lượng và chỉ số tiêu thụ vật liệu xây dựng giữa các loại hình khối nhà cao tầng

- **Giải pháp 3:** Giảm sự chênh lệch nhiệt độ tải lạnh ΔT_{EQ} . Giá trị này phụ thuộc vào 3 yếu tố: (1) Độ tắt dần μ và thời gian trễ ϕ ; (2) Bức xạ mặt trời và nhiệt độ không khí ngoài nhà; (3) Nhiệt độ không khí trong nhà T_1 .

Trong điều kiện khí hậu của Việt Nam, giải pháp hợp lý để giảm sự chênh lệch nhiệt độ tải lạnh là làm giảm sự chênh lệch nhiệt độ không khí tổng ngoài nhà và nhiệt độ không khí trong nhà. Có thể bằng các cách: chọn hướng nhà tối ưu (giảm thiểu diện tích tường quay về hướng Tây, Tây Nam); bố trí các không gian chức năng trong nhà hợp lý (tập trung các phòng phụ về phía bị nắng chiếu); tận dụng yếu tố thuận lợi có sẵn sau đây được áp dụng trong quy hoạch đô thị và xây dựng công trình như:

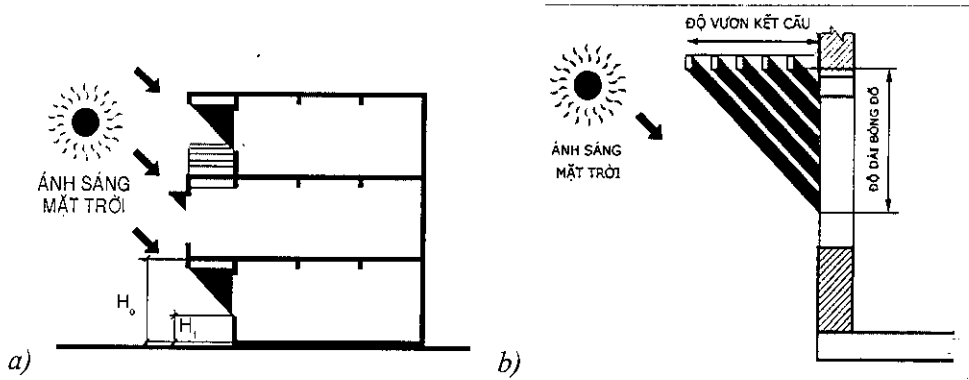
- Tận dụng sườn núi cao chắn bức xạ và gió nóng;
- Tận dụng công trình cao tầng có sẵn, xây trong phạm vi bóng râm;
- Tận dụng cây xanh có bóng mát;
- Tận dụng diện tích mặt nước ở gần như sông, hồ, biển, ...



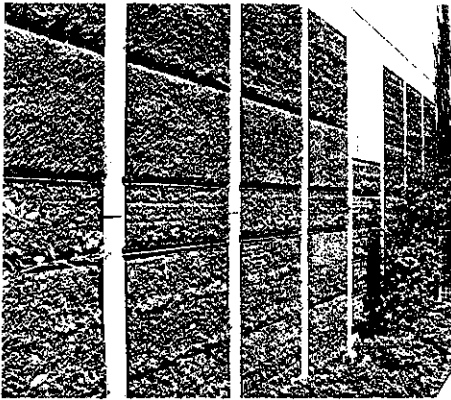
Hình 5.15. a) Tận dụng bóng đổ của núi; b) Tận dụng bóng đổ của nhà; c) Tận dụng bóng đổ của cây; d) Tận dụng yếu tố mặt nước
 [Nguồn: TS. Nguyễn Quang Minh]

Nhiệt độ trong bóng râm và ở các khu vực có cây xanh, mặt nước luôn thấp hơn nhiệt độ vùng xung quanh từ 2 - 4°C và độ ẩm tương đối cao hơn 5 - 12% [2, 3]. Nếu nằm hoàn toàn trong vùng bóng râm do cây bóng mát và các vật thể có độ cao lớn (sườn núi, nhà cao tầng) tạo ra vào khoảng thời gian nóng nhất trong ngày hè (từ giữa trưa đến cuối giờ chiều), thì công trình sẽ ít bị tác động của bức xạ Mặt trời và do đó hầu như ít bị nung nóng. Khi đón được gió mát đem theo hơi nước từ sông, hồ hay biển thổi tới thì lượng nhiệt phát sinh sát mặt ngoài và bên trong công trình sẽ theo gió và hơi nước bay hơi phát tán ra bên ngoài, môi trường bên trong nhà do đó sẽ dễ chịu hơn nhiều.

Bóng đổ lên bề mặt tường bao ngoài do có các khối không gian phía trên nhô ra hoặc các kết cấu chắn nắng cũng cho hiệu quả giảm chênh lệch nhiệt độ bề mặt, song chỉ ở một mức độ và ở một số vị trí nhất định. Nếu sử dụng giải pháp này thì cần xác định các khu vực cần bóng đổ và độ nhô ra của khối, độ vươn xa của kết cấu chắn nắng, cũng như kiểu dáng kết cấu để đạt hiệu quả mong muốn (hình 5.16).



Hình 5.16. a.Bóng đổ bởi khối nhô ra; **b.**Bóng đổ của lam che nắng
[Nguồn: TS. Nguyễn Quang Minh]



Hình 5.17. Giải pháp tường xanh
[Nguồn: internet]



Hình 5.18. Kết cấu giàn cây
[Nguồn: internet]

Việc sử dụng các dàn cây dây leo làm lớp vỏ xanh cho công trình cũng rất hiệu quả và được ưa chuộng vì vẻ đẹp mang tính sinh thái, môi trường và nghệ thuật. Để đạt được hiệu quả chống nóng bằng tường xanh cần lựa chọn loại thực vật thích hợp, có lá dày và ít rụng, không chứa chất độc và tránh thu hút sâu bọ, côn trùng (xem mục 9.7.2. Thiết kế cây xanh ban công và trên mặt tường - Chương IX). Ở vị trí cửa đi và cửa sổ cây sẽ được xén tỉa.

5.1.2. Yêu cầu nhiệt kỹ thuật đối với kết cấu bao che

Tất cả các tường bao ngoài công trình trên mặt đất (phần tường không trong suốt) phải tuân thủ các yêu cầu tổng nhiệt trở tối thiểu hay yêu cầu hệ số tổng truyền nhiệt tối đa cho phép, được quy định tại các bảng 5.7a và 5.7b [Nguồn: GS. Trần Ngọc Chấn - Dự thảo 3 QCVN 09: 2013/BXD].

Bảng 5.7a. Yêu cầu nhiệt kỹ thuật đối với tường bao che bên ngoài nhà chung cư, khách sạn và các công trình công cộng khác

TT	Các vùng	Các hướng của mặt tường	Hệ số tổng truyền nhiệt lớn nhất $U_{o,max}, W/m^2.K$	Tổng nhiệt trở nhỏ nhất $R_{o,min}, m^2.K/W$
1	Hà Nội, Đà Nẵng, và TP. Hồ Chí Minh	Đông, Tây	2,00	0,5
		Đông Nam, Tây Bắc	2,22	0,45
		Đông Bắc, Tây Nam	2,08	0,48
		Nam	2,63	0,38
		Bắc	2,33	0,43
2	Buôn Ma Thuột	Đông, Tây	2,22	0,45
		Đông Nam, Tây Bắc	2,50	0,40
		Đông Bắc, Tây Nam	2,50	0,40
		Nam	3,08	0,33
		Bắc	2,50	0,40

Bảng 5.7b. Yêu cầu nhiệt kỹ thuật đối với tường bao che bên ngoài nhà công cộng, trung tâm thương mại, trụ sở cơ quan và các công trình công cộng khác

TT	Các vùng	Các hướng của mặt tường	Hệ số tổng truyền nhiệt lớn nhất $U_{o,max}, W/m^2.K$	Tổng nhiệt trở nhỏ nhất $R_{o,min}, m^2.K/W$
1	Hà Nội, Đà Nẵng, và TP. Hồ Chí Minh	Đông, Tây	1,50	0,67
		Đông Nam, Tây Bắc	1,07	0,60
		Đông Bắc, Tây Nam	1,56	0,64
		Nam	2,00	0,50
		Bắc	1,75	0,57
2	Buôn Ma Thuột	Đông, Tây	1,67	0,60
		Đông Nam, Tây Bắc	1,85	0,54
		Đông Bắc, Tây Nam	1,85	0,54
		Nam	2,27	0,44
		Bắc	1,85	0,54

Tất cả các loại mái bằng và mái có độ dốc dưới 15 độ, bao gồm mái có lớp cách nhiệt, mái bằng kim loại và các mái khác phải có giá trị tổng truyền nhiệt U_o không lớn hơn giá trị xác định trong bảng 5.8 hoặc bảng 5.9 [Nguồn: GS. Trần Ngọc Chấn - Dự thảo 3 QCVN 09: 2013/BXD].

Bảng 5.8. Yêu cầu nhiệt kỹ thuật đối với mái bằng của nhà chung cư, khách sạn ở các vùng khí hậu

TT	Vùng khí hậu	Số tầng của nhà	Nhà chung cư, khách sạn và các công trình công cộng khác	
			$U_{o,max}$, W/m ² .K	$R_{o,min}$, m ² .K/W
1	Hà Nội, Đà Nẵng, TP. Hồ Chí Minh	≥ 4 tầng	1,0	1,0
		≤ 3 tầng	0,8	1,25
2	Buôn Ma Thuột	≥ 4 tầng	1,1	0,9
		≤ 3 tầng	0,86	1,26

Bảng 5.9. Yêu cầu nhiệt kỹ thuật đối với mái bằng của nhà công cộng, trung tâm thương mại, nhà hành chính, trụ sở cơ quan ở các vùng khí hậu

TT	Vùng khí hậu	Nhà công cộng, trung tâm thương mại, trụ sở cơ quan và các công trình công cộng khác	
		$U_{o,max}$, W/m ² .K	$R_{o,min}$, m ² .K/W
1	Hà Nội, Đà Nẵng, TP. Hồ Chí Minh	0,9	1,1
2	Buôn Ma Thuột	1,0	1,0

Chú thích:

a) Mái được che nắng: Nếu hơn 90% bề mặt mái được che chắn bằng một lớp kết cấu che nắng cố định có thông gió thì không cần yêu cầu cách nhiệt cho bề mặt mái đó. Lớp kết cấu che nắng phải cách bề mặt mái ít nhất 1 m thì mới được xem như là có thông gió giữa lớp mái và lớp che nắng cho mái (mái 2 lớp có tầng không khí đối lưu ở giữa).

b) Mái bằng vật liệu phân xạ: Có thể sử dụng trị số nhiệt trở $R_{o,min}$ cho trong các bảng 5.8 và 5.9 nhân với hệ số 0,80 đối với mái được thiết kế bằng vật liệu phân xạ có độ phân xạ trong khoảng 0,70 ÷ 0,75 nhằm làm tăng độ phân xạ của bề mặt mái bên ngoài.

c) Mái có độ dốc từ 15 độ trở lên: có thể xác định tổng nhiệt trở tối thiểu hay hệ số tổng truyền nhiệt tối đa của mái bằng cách nhân các trị số $R_{o,min}$, $U_{o,max}$ ở các bảng 5.8 và 5.9 với hệ số 0,85.

5.2. TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ VÀ CHỈ DẪN THIẾT KẾ KẾT CẤU BAO CHE

Trong điều kiện khí hậu của Việt Nam, có hai giải pháp cơ bản về cách nhiệt cho kết cấu bao che, xuất phát từ hai yêu cầu thiết kế: nhà sử dụng hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK) hay nhà sử dụng thông gió tự nhiên (TGTN).

- **Giải pháp 1 đối với nhà TGTN:** Tăng diện tích kết cấu bao che công trình đối với công trình có yêu cầu tăng cường thông thoáng và chiếu sáng tự nhiên (công trình sử dụng thông gió tự nhiên).

- Về quy hoạch, các công trình chức năng được bố trí phân tán;

- Về kiến trúc, các không gian nội thất và cửa sổ tiếp xúc trực tiếp và nhiều nhất với môi trường bên ngoài.

• *Giải pháp 2 đối với nhà ĐHKK*: Giảm diện tích kết cấu bao che công trình đối với công trình có yêu cầu giảm thiểu lượng bức xạ mặt trời nhận được (công trình sử dụng hệ thống điều hòa không khí).

- Về quy hoạch, các công trình chức năng được bố trí tập trung, hợp khối;
- Về kiến trúc, các không gian nội thất và cửa sổ vẫn tiếp xúc trực tiếp với môi trường bên ngoài nhưng hạn chế diện tiếp xúc, cô đặc bố trí không gian.

Như vậy, về bản chất, hai giải pháp nêu trên là đối ngược nhau, song đều có cơ sở khoa học. Vấn đề đặt ra là cần có các tiêu chí và chỉ dẫn thiết kế kiến trúc cho hai loại kết cấu bao che đối với nhà sử dụng hệ thống điều hòa không khí và nhà thông gió tự nhiên.

5.2.1. Kết cấu bao che nhà khi sử dụng hệ thống ĐHKK

1. Các tiêu chí đánh giá

Quy chuẩn xây dựng QCVN 09:2013/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả của Việt Nam và Quy chuẩn Xây dựng của nhiều nước (Building Code) thường đánh giá kết cấu bao che nhà theo các tiêu chí sau đây:

1) *Giá trị truyền nhiệt qua kết cấu bao che nhà (U , W/m^2K)*

Giá trị U (U -value) cho biết lượng nhiệt đơn vị (truyền qua $1 m^2$, trong 1 giờ) truyền qua kết cấu bao che nhà (đi vào hoặc đi ra).

2) *Giá trị OTTV, W/m^2* - (OTTV - Overall Thermal Transfer Value là chỉ số truyền nhiệt tổng qua kết cấu bao che - Cường độ dòng nhiệt trung bình truyền qua $1 m^2$ kết cấu bao che vào nhà).

Kết cấu bao che nhà thường làm bằng nhiều vật liệu khác nhau, như gạch, bê tông, kính ... vì vậy có U khác nhau. OTTV là giá trị trung bình của U theo các diện tích vật liệu/kết cấu khác nhau của kết cấu bao che nhà. Công thức xác định OTTV còn xét tới bức xạ mặt trời (BXMT) chiếu lên kết cấu bao che nhà theo các hướng khác nhau và khả năng được che nắng của kết cấu. Điều này rất quan trọng đối với khí hậu nhiệt đới.

3) *Giá trị SHGC (hệ số hấp thụ nhiệt Mặt trời của kính)*

Trong kết cấu bao che nhà, thì kính có vai trò quan trọng nhất liên quan đến môi trường nhiệt và ánh sáng trong nhà. SHGC (Solar heat gain co-efficient) là hệ số nhận nhiệt Mặt trời của kính.

$$SHGC = (\tau + \alpha U / h_o), \quad (5.11)$$

trong đó: τ - Hệ số xuyên BXMT của kính;

α - Hệ số hấp thụ BXMT của kính;

h_o - hệ số trao đổi nhiệt mặt ngoài của cửa kính (do đối lưu và bức xạ).

Các hệ số này cho ở bảng phụ lục.

Như vậy SHGC đã xét tới cả bức xạ Mặt trời xuyên qua kính, nhiệt được kính hấp thụ và nhiệt truyền qua kính. Đối với khí hậu nóng, SHGC càng nhỏ càng có lợi, đặc biệt đối với hướng chịu bức xạ Mặt trời chiếu lên cửa sổ với giá trị cao.

Trong điều kiện mùa nóng, cần điều hòa không khí, nếu U, OTTV & SHGC lớn, lượng nhiệt Mặt trời vào nhà sẽ rất lớn, khi đó hệ thống điều hòa không khí phải hoạt động mạnh hơn, tốn nhiều năng lượng hơn, được gọi là làm “tăng tải trọng lạnh” của hệ thống điều hòa không khí; trong điều kiện mùa lạnh, cần sưởi ấm, U & OTTV lớn làm tăng mất nhiệt của hệ thống sưởi. Vì vậy trong QCXD Việt Nam và nhiều nước đều quy định các giá trị tối thiểu, không được vượt quá của các đại lượng này, như cho ở bảng 5.8 và 5.9.

2. Chỉ dẫn thiết kế

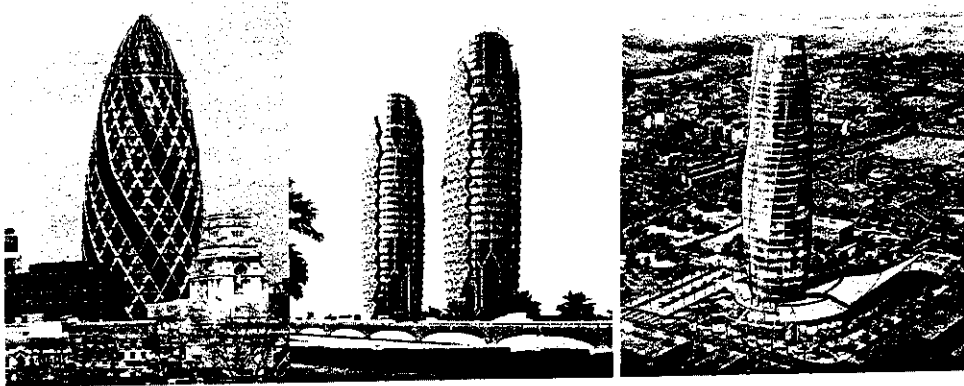
(1) Nhà sử dụng điều hòa không khí cần ưu tiên hướng giảm bức xạ mặt trời chiếu lên kết cấu bao che nhà, ví dụ nhà hướng Bắc/Nam là có lợi hơn;

(2) Hình dạng nhà có lợi khi giảm diện tích tường và cửa sổ các hướng có BXMT lớn. Các nhà có mặt bằng dạng hình vuông, hình tròn hoặc gần các hình này không phải lúc nào cũng mang lại hiệu quả năng lượng tốt mà còn phụ thuộc vào giải pháp kết cấu bao che (hình 5.19). Các hướng bất lợi ở Việt Nam theo thứ tự là: Tây, Đông, Tây Bắc, Tây Nam;

(3) Cần sử dụng kính hợp lý theo hướng cửa sổ, phù hợp với cường độ và thời gian bức xạ mặt trời chiếu lên cửa sổ hướng đó.

(4) Trong mọi trường hợp khi cửa sổ được thiết kế che nắng hợp lý và hiệu quả, giá trị SHGC của kính không còn quan trọng, mà chỉ cần quan tâm giá trị U - liên quan đến truyền nhiệt qua kính. Nói khác đi không cần sử dụng các loại kính đắt tiền, ví dụ như kính Low-E;

(5) Các không gian chuyển tiếp kín (giữa trong và ngoài nhà) thiết kế hợp lý có vai trò như lớp cách nhiệt bổ sung, làm giảm tổn thất năng lượng trong các không gian chính sử dụng điều hòa không khí.



a) Tòa tháp Swiss Re Tower (London) b) Tòa tháp Al Bahar Abu Dhabi (UAE) c) Tòa tháp liên cơ quan Đà Nẵng

Hình 5.19. Ví dụ áp dụng giải pháp kết cấu bao che nhà bằng kính của ba công trình có hình dạng tương tự nhau. Hai tòa tháp Swiss Re Tower (London, vùng lạnh) và Al Bahar Abu Dhabi (UAE, vùng nóng khô) là hợp lý hơn so với tòa tháp liên cơ quan Đà Nẵng (vùng nóng ẩm).

5.2.2. Kết cấu bao che nhà thông gió tự nhiên

1. Tiêu chí đánh giá (Nguồn: PGS.TS. Phạm Đức Nguyên; Báo cáo Hội thảo Renewable Energy and Sustainable Urban Development; 9/2013)

(1) Không gian trong nhà không bị nắng (bức xạ Mặt trời trực tiếp) chiếu. Khi bị nắng chiếu, các bề mặt sẽ bị nung nóng, làm xấu vi khí hậu phòng, nắng chiếu lên người làm việc gây nóng trực tiếp, nhiều khi không thể chịu nổi. Đồng thời nắng chiếu lên các bề mặt cần nhìn có thể gây lóa, làm mất tiện nghi môi trường ánh sáng, trong nhà sản xuất thậm chí có thể gây tai nạn lao động.

(2) Kiểm soát nhiệt độ bề mặt nội thất. Các bề mặt ngoài bị nung nóng, truyền vào phòng, nâng cao nhiệt độ bề mặt nội thất. Đến lượt các bề mặt này trao đổi bức xạ nhiệt với con người ở trong phòng làm cho cơ thể không thải nhiệt được, mà còn nhận thêm nhiệt, gây ra mất tiện nghi nhiệt.

(3) Thông gió tự nhiên xuyên phòng: khu vực có người hoạt động được thông gió có vận tốc từ 0,5 đến 1,5 m/s (hoặc 2m/s). Đồng thời vận tốc này có thể điều chỉnh được phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm trong không gian làm việc (bằng cách đóng bớt cửa).

2. Chỉ dẫn thiết kế

(1) Ưu tiên hướng nhà có lợi đón gió mát mùa nóng. Như vậy, nhà điều hòa không khí là cần ưu tiên hướng giảm bức xạ Mặt trời, còn nhà TGTN thì ưu tiên hướng gió mát;

(2) Thiết kế che nắng hiệu quả cho cửa sổ, tùy theo vị trí mặt trời. Nói chung không hạn chế sử dụng kính trên kết cấu bao che nhà. Nhưng quan trọng là cửa và tường kính phải được che nắng có hiệu quả. Nhà thông gió tự nhiên không nên và không cần dùng các loại kính có giá trị U và SHGC thấp;

(3) Cấu tạo tường, đặc biệt các tường bị mặt trời chiếu mạnh, và mái nhà hợp lý để giảm nhiệt độ mặt trong nhà. Tường và mái được thiết kế cấu tạo hợp lý không cần dày (kết cấu theo nguyên tắc khối nhiệt / thermal mass) mà có thể sử dụng kết cấu nhiều lớp, có lớp không khí lưu thông;

(4) Không gian sử dụng phải được thông gió tự nhiên (*xem Chương 4: Thông gió và chiếu sáng tự nhiên*).

5.3. THIẾT KẾ CHE NẮNG CHO CỬA SỔ

Từ trước đến nay, cửa sổ luôn luôn được sử dụng như là một dạng thành phần kiến trúc quan trọng để cung cấp tầm nhìn ra bên ngoài, cung cấp ánh sáng tự nhiên và thông gió. Trong những năm gần đây, các ích lợi khác của cửa sổ và ảnh hưởng của chúng đến sự hài lòng, sức khỏe, và năng suất của những người sử dụng công trình mới được công nhận, đó là: *hệ thống cửa sổ là những thành phần quan trọng nhất của kết cấu bao che công trình có ảnh hưởng đến hai vấn đề: sự tiện nghi trong phòng và hiệu quả sử dụng năng lượng trên một đơn vị diện tích bề mặt sàn xây dựng.*

5.3.1. Che nắng mặt trời

Ở Việt Nam, một yêu cầu quan trọng trong thiết kế công trình xanh là phải đảm bảo có hệ thống kết cấu che nắng tối ưu. Hệ thống này phải tăng mức độ chiếu sáng tự nhiên trong khi kiểm soát năng lượng nhiệt mặt trời quá mức, làm giảm ánh sáng chói cũng như sự khó chịu cho người sử dụng, điều này đồng nghĩa với việc giảm bức xạ nhiệt chiếu vào công trình và môi trường sống nói chung. Lắp đặt các thiết bị che nắng phù hợp có thể tăng hiệu suất chiếu sáng tự nhiên trong phòng, nhưng ngược lại các sai sót có thể dẫn đến nhiều bất lợi như chúng có thể cản trở tầm nhìn, gây cảm giác khó chịu.

Các dạng che nắng bao gồm:

- Các chi tiết che nắng bên ngoài như tấm che nắng theo chiều ngang (ô văng), tấm che nắng theo chiều đứng, hỗn hợp, các chớp ngang, chớp đứng cố định, hiên, mái hắt, mui bạt, ban công, lô gia...

- Kết cấu che nắng kiểu tấm chắn cố định trước mặt cửa sổ, hệ màng che nắng bằng các lam che hay tạo ra vỏ bọc công trình có hai lớp “da” (double skin).

- Hệ thống che nắng di động được tối ưu hóa việc che các tia nắng của mặt trời và bảo đảm tầm nhìn nhờ vào phần mềm máy tính đặc biệt được xây dựng để kiểm soát thiết bị hướng theo đường chiếu di chuyển của chiếu nắng của Mặt trời, kết quả là che nắng tối ưu vào mọi thời điểm cần thiết.

- Các thiết bị che có bề mặt phản xạ ánh sáng - “kệ hắt sáng” (light-shelf).

- Các thiết bị kiểm soát độ chói nội thất như rèm, màn, chớp điều chỉnh.

- Các đặc trưng cảnh quan như dàn cây leo, cây xanh trưởng thành hay hàng rào cây xanh;

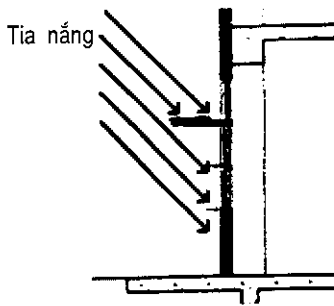
- Kính có hiệu suất cao như: kính low- E (giảm bức xạ mặt trời xuyên qua vào trong công trình); kính hai lớp, ba lớp (giảm bức xạ mặt trời nhờ khoảng chân không cách nhiệt giữa các tấm kính); kính có tấm dán cách nhiệt (giảm tia cực tím có hại và ngăn ngừa tia hồng ngoại-tia nhiệt năng lượng Mặt trời).

- Giải pháp che nắng được phân làm hai loại: che nắng bên trong nhà và che nắng bên ngoài nhà.

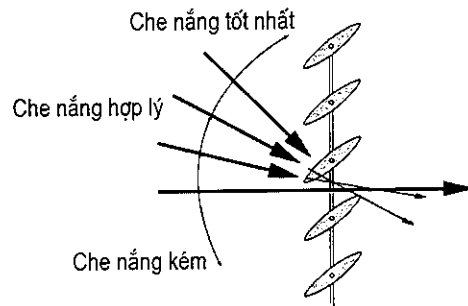
Che nắng bên trong thường có nghĩa là trong nhà lắp các thiết bị như màn chớp và rèm cửa để che chắn bức xạ mặt trời. Màn chớp và rèm bên trong công trình có thể có hiệu quả trong việc kiểm soát ánh sáng chói, nhưng ít có hiệu quả trong giảm được năng lượng mặt trời chiếu vào trong không gian nội thất. Một phần của bức xạ mặt trời chiếu vào cửa sổ được phản xạ ở bên ngoài nhờ sự phản xạ của thiết bị che nắng (nếu mức độ phản xạ của hệ thống che nắng cao thì chúng cũng có thể làm giảm sự tích tụ nhiệt trong phòng), phần còn lại được thiết bị che nắng bên trong hấp thụ, do đó làm nóng không khí trong nhà một cách gián tiếp. Vì thiết bị che nắng được lắp đặt phía trong nhà, nên khi bức xạ Mặt trời thâm nhập qua kính vào nhà thì không thể bức xạ nhiệt ra ngoài nhà được (hiệu ứng nhà kính). Mặt khác kính có thể hấp thụ một phần bức xạ mặt trời, làm cho nhiệt độ của kính tăng lên và sau đó kính có thể truyền nhiệt vào trong nhà bằng đối lưu không khí. Hệ thống che nắng trong nhà hiệu quả là hệ thống có thể phản chiếu bức xạ mà đã thâm nhập vào kính trở lại bên ngoài. Điều này là đặc biệt khó khăn đối với trường hợp kính tráng bảo vệ nhiệt và kính che ánh nắng mặt trời. Mặt khác, khi các thiết bị che nắng phía trong được sử dụng, bức xạ hồng ngoại từ các bề mặt bên trong không thể xuyên qua kính, khi nó bị hấp thụ, điều này làm tăng tiêu thụ năng lượng làm mát trong thời gian nóng.

Che nắng bên ngoài có nghĩa là lắp đặt các thiết bị như: ô văng, ban công, tấm che ngang, đứng, hỗn hợp, tấm màn, tấm gai, mái phủ, lam che

nắng hoặc cửa chớp... bên ngoài cửa sổ để che chắn bức xạ Mặt trời. Nếu các thiết bị che nắng được lắp đặt trên bề mặt bên ngoài của công trình, chúng có thể ngăn chặn bức xạ mặt trời một cách hiệu quả trước khi bức xạ xuyên qua lỗ cửa kính vào nhà. Như vậy các thiết bị che nắng bên ngoài là hiệu quả hơn nhiều so với các thiết bị che nắng bên trong, cung cấp hiệu suất che nắng và tầm nhìn tốt hơn. Điều này cũng giống như nghiên cứu của G. Kim và các cộng sự [Nguồn: Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings; Energy and Buildings; ; p.105-111]: “rõ ràng là các thiết bị che nắng bên ngoài hiệu quả hơn nhiều so với bất kỳ hình thức nào khác của các thiết bị che nắng bên trong tính từ khi thiết bị che nắng bên trong hấp thụ nhiệt Mặt trời và bức xạ vào trong phòng”.



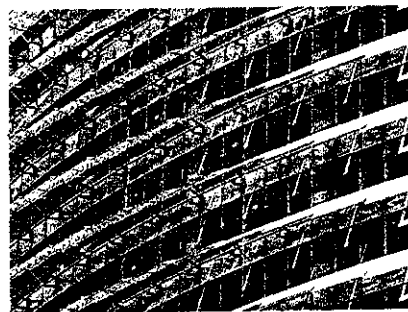
Hình 5.20. Kết cấu che nắng cố định bên ngoài



Hình 5.21. Lá che nắng di động



Hình 5.22. Ban công, lô gia và cây xanh che nắng - Unsangdong, Dancing Apartments, Hàn Quốc
[Nguồn: Hiệp hội kỹ sư tư vấn Đức]



Hình 5.23. Ô văng che nắng di động - Bur Juman, Dubai (UAF)
[Nguồn: Hiệp hội kỹ sư tư vấn Đức]

5.3.2. Thiết kế kết cấu che nắng bên ngoài

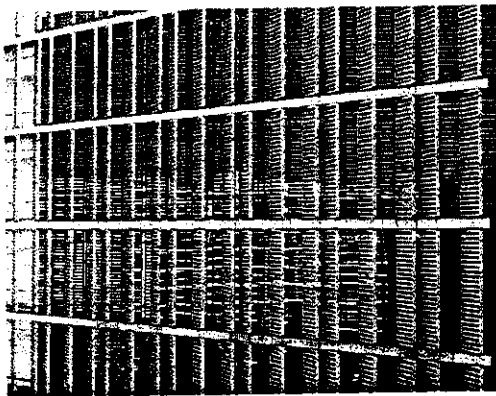
Thiết kế kết cấu che nắng bên ngoài gồm hai vấn đề:

- Lựa chọn hình thức kết cấu che nắng thích hợp với từng công trình và với từng hướng của mặt nhà.

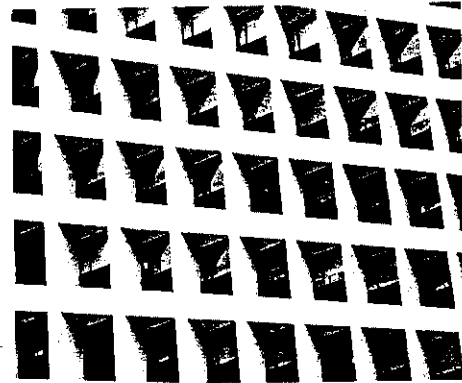
- Xác định kích thước, vị trí và mật độ hợp lý của kết cấu che nắng.

Khi thiết kế che nắng, bao giờ cũng phải lựa chọn hình thức kết cấu che nắng trước, sau đó mới xác định kích thước, vị trí và mật độ của chúng, tất cả đều phải xuất phát từ yêu cầu và tiêu chuẩn che nắng của nhà. Nếu hình thức không hợp lý sẽ gây lãng phí, vì kích thước kết cấu che nắng sẽ tăng lên và có trường hợp dù tăng kích thước rất lớn nhưng vẫn không che được nắng. Muốn lựa chọn hình thức kết cấu che nắng hợp lý phải nắm vững đường chuyển động biểu kiến của mặt trời, đặc tính của từng kết cấu che nắng và hiệu quả của chúng về các mặt ngăn bức xạ, thông gió tự nhiên, chiếu sáng, che mưa và hiệu quả thẩm mỹ kiến trúc. Các kết cấu che nắng bên ngoài có thể có một tác động đáng kể đến hình dạng bên ngoài của công trình, tạo ra các cơ hội khác biệt về mặt đứng cho các công trình. Một cửa sổ lõm sâu vào tường có thể tự tạo bóng che nắng nhờ việc dịch chuyển bề mặt kính vào sâu trong nội thất để có được bóng đổ tự do nhờ độ dày tường. Hình 5.24 và hình 5.25 - ví dụ các công trình có hệ thống thiết bị che nắng được coi là nhiều sức hấp dẫn khi được tích hợp trong kiến trúc tổng thể của công trình.

Kết cấu che nắng được thiết kế tốt sẽ tạo bóng râm trên mặt cửa sổ, có thể làm giảm đáng kể lượng nhiệt bức xạ hun nóng công trình lúc cao điểm và giảm yêu cầu tải lượng đối với máy điều hòa làm mát, do đó sẽ tiết kiệm được năng lượng. Bảng 5.10 cho thấy hiệu quả của kết cấu che nắng đến tiêu thụ năng lượng làm mát trong công trình tại Singapor.



Hình 5.24. Màn che nắng kim loại bên ngoài cửa sổ, Bệnh viện Khoa Teck Puat



Hình 5.25. Che nắng phía Tây

Bảng 5.10. Tác dụng của kết cấu che nắng đến tiêu thụ năng lượng làm mát của công trình

Năng lượng	Không có ô văng	Ô văng 0,3m	Ô văng 0,6m	Ô văng 0,9m	Ô văng 1,5m
Năng lượng (kWh)	19,52	18,83	17,95	17,14	15,91
Năng lượng tiết kiệm được (%)	0	3,5	8	12,2	18,5

[Nguồn: Dự án "The thermal Performance of Façade Material and Design and its impact on Indoor and Outdoor Environment" của trường NUS, Singapore].

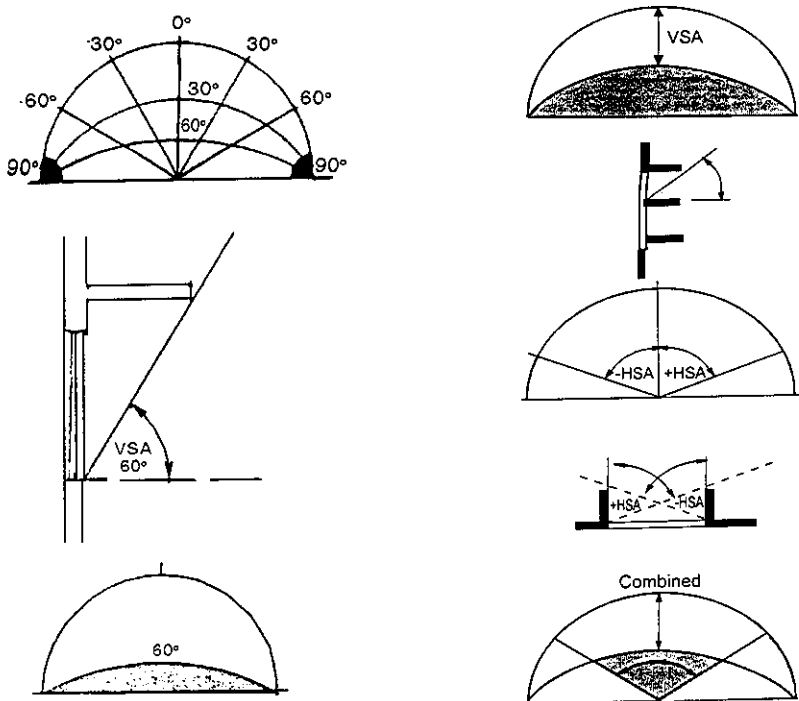
Kết cấu che nắng được phân thành ba dạng cơ bản sau:

(a) Tầm che đứng, đó là các vách sườn đứng, tầm đứng, tường bên nhô ra. Những kết cấu này được đặc trưng bằng góc che ngang (HSA - Horizontal Shadow Angle) và vùng che ngang của nó có hình rẻ quạt

(b) Tầm che ngang, đó là những mái hiên, mái hắt, ô văng nằm ngang, tầm bạt che, dù che... Đặc trưng của nó lại là góc che đứng (VSA- Vertical Shadow Angle).

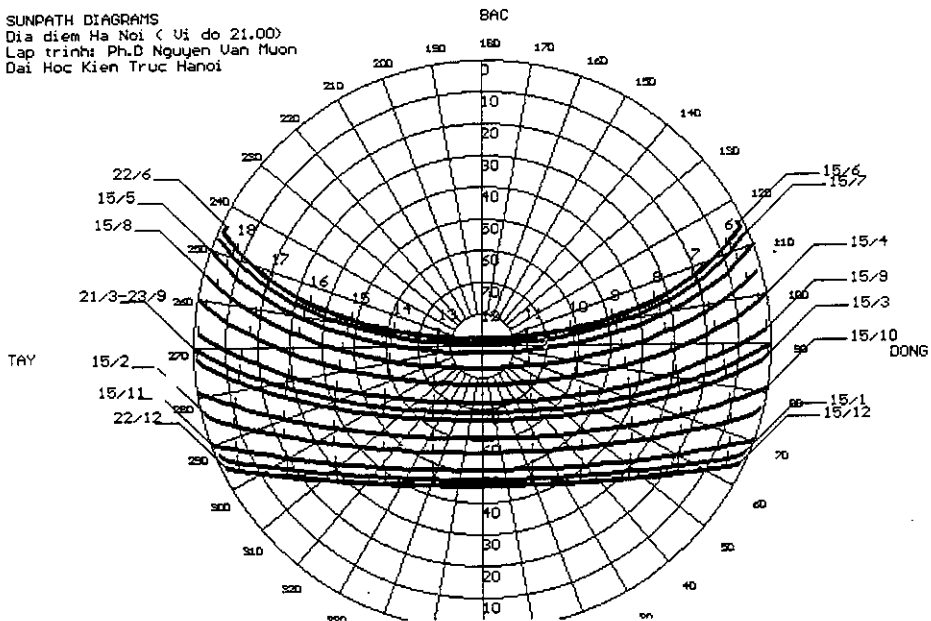
(c) Kết cấu hỗn hợp, do các tầm che đứng và tầm nằm ngang hợp thành, nên mang tính chất tổng hợp của cả hai loại trên (ví dụ như các tầm bê tông, khung thép dạng lưới thanh ô vuông...). Những kết cấu này sẽ cho một vùng che nắng tổng hợp, một sự kết hợp của hai kết cấu nêu trên và không thể đặc trưng bằng một góc đơn lẻ được.

Thiết kế tầm che nắng là một công việc thuần túy hình học họa hình. Thể hiện kết cấu che nắng có thể được vẽ bởi các mặt che bằng cách sử dụng biểu đồ đường viền che nắng (hình 5.26). Từ 1 điểm đặc trưng nằm trên bậc cửa sổ ta nhìn lên bầu trời, thì kết cấu che nắng sẽ che khuất một mảng trời. Hình chiếu của mảng trời bị che khuất này lên trên mặt phẳng nằm ngang là hình chiếu của mảng trời được che nắng. Nếu là kết cấu che nắng đứng thì hình chiếu của mảng trời bị che khuất này là hình rẻ quạt, nếu là kết cấu che nắng nằm ngang thì hình chiếu của mảng trời bị che khuất này là hình cong múi bườì (hình 5.26). Các hình chiếu của mảng trời bị che khuất này trên mặt phẳng ngang được gọi là "Đường viền che nắng". Sau đó được đặt lên trên biểu đồ theo hướng cửa sổ để tìm được hình thức và kích thước của kết cấu che nắng và vùng che của nó sẽ bao phủ hết thời kỳ quá nóng.



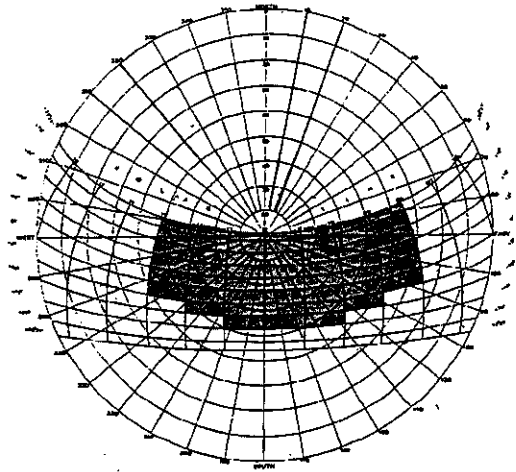
Hình 5.26. Cách vẽ vùng che nắng của kết cấu che ngang, che đứng và hỗn hợp

SUNPATH DIAGRAMS
 Địa điểm Hà Nội (Vĩ độ 21.00)
 Lập trình: Ph.D Nguyễn Văn Thuận
 Đại Học Kiến Trúc Hà Nội



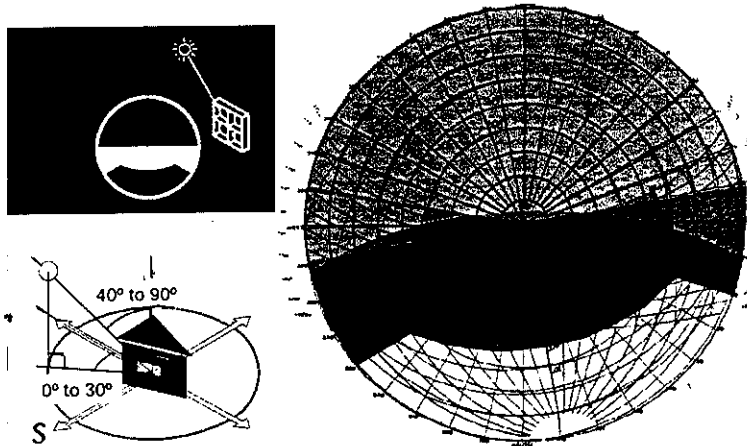
Hình 5.27. Biểu đồ quỹ đạo chuyển động biểu kiến của Mặt Trời (biểu đồ mặt trời) tại Hà Nội

Sử dụng các tiêu chí xác định các thời điểm cần che nắng trong mỗi ngày trong năm và thể hiện các khoảng thời gian cần che nắng trong mỗi ngày đặc trưng của mỗi tháng trên biểu đồ quỹ đạo chuyển động biểu kiến của Mặt trời (hình 5.27) thì ta được biểu đồ "chỉ tiêu che nắng" (hình 5.28). Có khá nhiều tiêu chí để xác định thời gian trong ngày cần phải che nắng, ví dụ: tác giả Phạm Ngọc Đăng [2, 3] chọn tiêu chí đó là khi nhiệt độ hiệu quả (ET) của không khí ngoài nhà là ≥ 27 độ, đồng thời bức xạ Mặt trời chiếu trên mặt nhà ≥ 230 kCal/m².h. Cũng có những tác giả (S.V.Zokolay) lại cho rằng không cần lấy nhiệt độ hiệu quả cho phức tạp, vì phản ứng của con người chủ yếu là đối với nhiệt độ không khí (DBT) v.v...



Hình 5.28. Ví dụ biểu đồ "Chỉ tiêu che nắng" - phạm vi thời gian trong năm cần che nắng

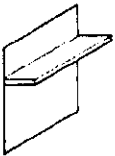
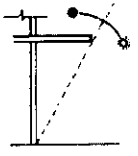

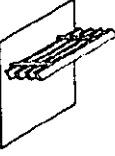
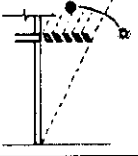
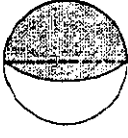
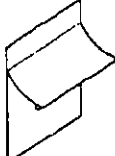
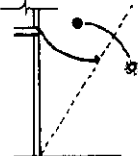

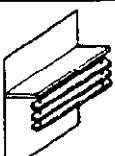
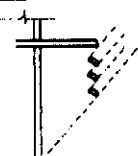

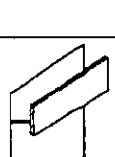
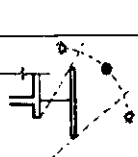
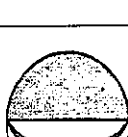
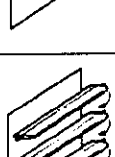
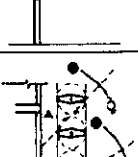
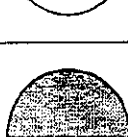
Dựa trên các quy tắc hình họa, vẽ được vùng che khuất bầu trời do kết cấu che nắng gây ra (đường viền che nắng) của kết cấu che nắng (ví dụ kết cấu che nắng hỗn hợp) rồi chập biểu đồ đường viền che nắng lên trên biểu đồ chỉ tiêu che nắng sẽ xác định được hình thức kiểu che nắng và kích thước của kết cấu che nắng để đạt được hiệu quả che nắng mong muốn (hình 5.29).



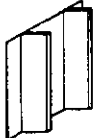

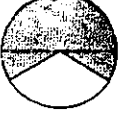


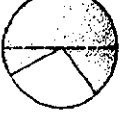

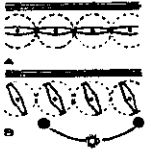
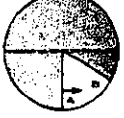
Hình 5.29. Thủ tục thiết kế bóng che nắng của kết cấu che nắng hỗn hợp

Bảng 5.11 cho hiệu quả che nắng (đường viền che nắng) của các tấm che nắng nằm ngang và các hướng nhà thiết kế sử dụng phù hợp, bảng 5.12 - tương tự đối với kết cấu che nắng thẳng đứng và hình 5.13 - tương tự đối với kết cấu che nắng hỗn hợp.

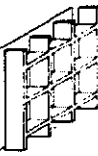
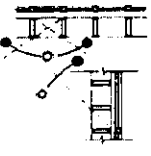


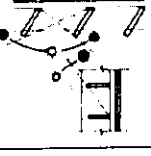
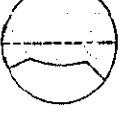

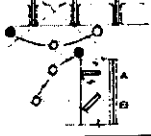

Bảng 5.11. Hiệu quả che nắng của các kết cấu che nắng nằm ngang [2, 3]

Kết cấu che nắng ngang - Ô - văng			
Kết cấu	Hình chiếu cạnh	Vùng che	Nhận xét
			Ô văng đặc rất tiện cho che nắng hướng Nam
			Nan chớp song song cho phép thoát nhiệt lên trên và che tốt cho hướng Nam
			Bạt che ngang phù hợp theo mùa, che hướng Nam
			Nan chớp ngang treo dưới ô văng, che được nắng khi mặt trời ở thấp, hiệu quả cho hướng Nam, Đông và Tây
			Tấm đứng song song với tường, che nắng khi mặt trời ở thấp, hiệu quả cho hướng Nam, Đông và Tây
			Chớp xoay ngang điều chỉnh theo ngày và theo mùa, hiệu quả cho hướng Nam, Đông và Tây

Bảng 5.12. Hiệu quả che nắng của các kết cấu che đứng [2, 3]

Kết cấu che đứng			
Kết cấu	Hình chiếu bằng	Vùng che	Nhận xét
			Cánh đứng che hiệu quả cho hướng Bắc, chệch Đông và chệch Tây
			Cánh đứng đặt xiên, hiệu quả cho hướng Đông và Tây. Tâm xiên quay về hướng Bắc cách xa tường làm giảm bớt sự truyền nhiệt
			Cánh đứng xoay được, linh động theo ngày và theo mùa. Hiệu quả cho hướng Đông và Tây

Bảng 5.13. Hiệu quả che nắng của các kết cấu che nắng hỗn hợp [2, 3]

Kết cấu che nắng hỗn hợp			
Kết cấu	Mặt bằng và cánh	Vùng che	Nhận xét
			Hiệu quả cho vùng khí hậu khô, hướng Đông và Tây
			Cánh đứng đặt nghiêng về hướng Bắc, hiệu quả cho vùng nóng khô, hướng Đông và Tây
			Chớp ngang xoay được. Hiệu quả cho khí hậu nóng khô và hướng Đông và Tây

5.3.3. Lựa chọn loại kính để phù hợp với yêu cầu che nắng

Không gian có yêu cầu làm mát nên cửa sổ phải lắp loại kính với hệ số tiếp nhận nhiệt Mặt trời thấp (Solar Heat Gain Coefficient - SHGC), có thể

có thêm bề mặt phản xạ bên ngoài. Cần phải luôn luôn bảo vệ người sử dụng trong không gian chiếu sáng tự nhiên khỏi ánh sáng chói chang và tia nắng trực tiếp. Có thể chọn loại kính ngăn nhiệt Low-E để giảm tải nhiệt và cung cấp các tiện nghi tốt hơn trong khu vực chu vi công trình. Nhờ lớp phủ phát xạ thấp (Low-E) và argon giữa các tấm kính có thể làm tăng đáng kể hiệu suất cản nhiệt. Tính chất quang học của kính, thiết bị che nắng, diện tích kính, và hướng là tất cả các yếu tố tương tác cao tác động lên hệ thống làm mát và tải chiếu sáng. Nghiên cứu dựa trên mô phỏng là cách tốt nhất để cân bằng các hiệu ứng này.

Cần biết rằng không gian có thiết kế chiếu sáng tự nhiên tốt có khả năng trở thành không gian bị đốt nóng, trong khi đó không có chiếu sáng tự nhiên sẽ là không gian mát. Ngoài ra, tùy thuộc vào hướng cửa sổ, điều kiện chiếu sáng của không gian, nhu cầu của người sử dụng thì sẽ cần có kính với độ truyền thị giác khác nhau. Vì vậy đối với công trình xanh cần thiết kế cửa sổ với kính có hệ số SHGC phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tối đa cho phép, đồng thời VLT của kính không được thấp hơn giá trị VLT_{min} cho trong bảng 5.14.

Bảng 5.14. Hệ số SHGC của kính phụ thuộc vào tỷ số WWR

WWR, %	SHGC _{max} trên 8 hướng chính				VLT _{min}
	B	Đ hoặc T	ĐB, TB hoặc ĐN, TN	N	
20	0,90	0,80	0,86	0,90	0,70
30	0,64	0,58	0,63	0,70	0,70
40	0,50	0,46	0,49	0,56	0,60
50	0,40	0,38	0,40	0,45	0,55
60	0,33	0,32	0,34	0,39	0,50
70	0,27	0,27	0,29	0,33	0,45
80	0,23	0,23	0,25	0,28	0,40
90	0,20	0,20	0,21	0,25	0,35
100	0,17	0,18	0,19	0,22	0,30

Nguồn: QCVN 09: 2013/BXD

Chú thích:

1) VLT (Visible Light Transmission) - Hệ số xuyên ánh sáng của kính - là tỷ lệ phần trăm của phần năng lượng ánh sáng xuyên qua kính so với phần năng lượng ánh sáng chiếu tới bề mặt kính.

2) WWR là tỷ số diện tích cửa sổ trên diện tích tường (Window to Wall Ratio), Khi WWR không trùng với các trị số ghi ở cột 1 trong bảng 5.14 thì hệ số SHGC được nội suy tuyến tính theo 2 giá trị ứng với WWR trên và dưới liền kề:

3) Có thể chọn loại kính có trị số SHGC cao hơn so với trị số SHGC tra bảng với điều kiện phải lắp đặt kết cấu che nắng có hệ số A thích hợp, sao cho SHGC đã chọn nhỏ hơn hoặc bằng tích số của SHGC tra bảng nhân với hệ số A.

Trường hợp mặt đứng nhà có kết cấu che nắng, hệ số SHGC trong bảng 5.14 được phép điều chỉnh bằng cách nhân với hệ số A - hệ số che nắng được cho trong bảng 5.15 và 5.16.

Bảng 5.15. Hệ số A đối với kết cấu che nắng (KCCN) nằm ngang dài liên tục đặt sát mép trên cửa sổ hoặc đặt cách mép trên cửa sổ một khoảng cách d với $d/H < 0,1$

R = b/H	Trên tường quay về 8 hướng chính				
	B	ĐB hoặc TB	Đ hoặc T	ĐN hoặc TN	N
0,10	1,23	1,11	1,09	1,14	1,20
0,20	1,43	1,23	1,19	1,28	1,39
0,30	1,56	1,35	1,30	1,45	1,39
0,40	1,64	1,47	1,41	1,59	1,39
0,50	1,69	1,59	1,54	1,75	1,39
0,60	1,75	1,69	1,64	1,89	1,39
0,70	1,79	1,82	1,75	2,00	1,39
0,80	1,82	1,89	1,85	2,13	1,39
0,90	1,85	2,00	1,96	2,22	1,39
1,00	1,85	2,08	2,08	2,27	1,39

Nguồn: Dự thảo 3 QCVN 09: 2013/BXD

Chú thích: 1) Các kích thước: b - độ vươn xa của kết cấu mái che nắng; H - chiều cao cửa sổ; d - khoảng cách từ mép trên CS đến mép dưới của tấm che nắng; b, d và H có cùng thứ nguyên của độ dài.

2) Áp dụng được cho trường hợp KCCN đặt cách mép trên CS một khoảng cách d với $d/H \leq 0,1$ - sai số tính toán dưới 10%.

Bảng 5.16. Hệ số A đối với tấm che nắng thẳng đứng bề cao liên tục đặt sát cạnh bên cửa sổ hoặc cách cạnh bên cửa sổ một khoảng cách e với $e/B < 0,1$

R=b/B	Trên tường quay về 8 hướng chính				
	B	ĐB hoặc TB	Đ hoặc T	ĐN hoặc TN	N
0,10	1,25	1,06	1,01	1,09	1,11
0,20	1,52	1,12	1,03	1,19	1,19
0,30	1,75	1,19	1,05	1,32	1,22
0,40	1,82	1,28	1,06	1,45	1,25
0,50	1,85	1,37	1,09	1,64	1,28
0,60	1,85	1,47	1,10	1,82	1,30
0,70	1,89	1,59	1,12	1,96	1,30
0,80	1,89	1,69	1,14	2,13	1,30
0,90	1,89	1,82	1,16	2,22	1,30
1,00	1,89	1,96	1,18	2,33	1,30

Nguồn: Dự thảo 3 QCVN 09: 2013/BXD

Chú thích:

1) Các kích thước: b - độ vươn xa của kết cấu che nắng đứng; B - chiều rộng cửa sổ; e - khoảng cách từ cạnh bên cửa sổ đến mặt trong của tấm che nắng đứng; b, e và B có cùng thứ nguyên của độ dài.

2) Áp dụng được cho trường hợp tấm che nắng đứng đặt cách cạnh bên cửa sổ một khoảng cách e với $e/B \leq 0,1$ - sai số tính toán dưới 10%.

5.4. THIẾT KẾ CÁCH NHIỆT CHO TƯỜNG

5.4.1. Thiết kế phù hợp với đặc điểm khí hậu nhiệt đới Việt Nam

Thiết kế cấu tạo tường bao che ngoài công trình cần phải phù hợp với đặc điểm khí hậu nhiệt đới Việt Nam như sau:

- Chống gió lạnh trong mùa đông cho miền Bắc (từ Huế trở ra);
- Chống thời tiết lạnh cho vùng núi cao miền Bắc và vùng Tây Nguyên;
- Chống thời tiết nóng cho các công trình trên toàn lãnh thổ Việt Nam;
- Chống nóng khô do “phơn Trường Sơn” từ Thanh Hoá, Nghệ An tới Huế;
- Che chắn tia bức xạ mặt trời trực tiếp lên kết cấu bao che để hạn chế nhận nhiệt từ tia bức xạ mặt trời lên các công trình vào mùa hè và ngược lại, thu nhận được nhiều BXMT về mùa đông trên toàn lãnh thổ Việt Nam, nhưng cấu tạo che chắn không giống nhau theo hướng và theo vị trí mặt trời do vĩ độ khác nhau (miền Bắc, Trung, Nam);
- Thông thoáng tự nhiên cho các công trình trên toàn lãnh thổ Việt Nam.

5.4.2. Thiết kế các dạng tường bao che ngoài nhà phù hợp

Yêu cầu cách nhiệt của tường bao che ngoài nhà ở các hướng khác nhau thì khác nhau, vì cường độ BXMT chiếu lên chúng khác nhau. Ở nước ta lượng BXMT chiếu xuống mặt tường phía Tây, Đông, Tây Nam và Tây Bắc là lớn nhất; ở phía Nam, Tây Nam, Đông Nam và phía Bắc nhỏ hơn. Ở phía Tây cường độ BXMT cực đại chiếu lên mặt tường gần như đồng thời với lúc nhiệt độ không khí ngoài nhà cực đại nên biên độ dao động nhiệt tổng cộng ngoài nhà ở phía Tây lớn nhất, rồi đến phía Đông, Tây Bắc, Đông Bắc và cuối cùng là ở phía Bắc và phía Nam.

1. Tường một lớp bằng gạch, bê tông, gỗ hoặc đá,...

- Các tường hướng Đông, Tây, Tây Nam và Tây Bắc nên cấu tạo tường bằng gạch lỗ, panen bê tông rỗng ở giữa để cách nhiệt tốt và tỏa nhiệt nhanh, hoặc bằng các vật liệu nhẹ cách nhiệt tốt như: bê tông bọt, bê tông xỉ, gạch silicát xốp,...
- Yêu cầu trọng lượng tường W (khối lượng kg/m^2 bề mặt tường) càng nhẹ càng tốt, để không tăng chiều dày tường và nền móng chịu lực.
- Cấu tạo chiều dày máng tường đặc dày 220mm là đủ cách nhiệt mùa đông lạnh và giữ cho nhiệt độ mặt trong không thấp hơn nhiệt độ không khí trong phòng quá 5°C .

- Mặt ngoài tường nên quét hoặc ốp vật liệu có màu sáng, khả năng phản xạ BXMT tốt. Các mặt tường gồ ghề sẽ toả nhiệt nhanh hơn tường phẳng, sẽ chóng nguội và giảm bớt nung nóng phòng sau khi mặt trời lặn.

- Cấu tạo các gờ chỉ, ô văng, mái hắt,... nằm ngang hoặc thẳng đứng ở trên mặt tường để tạo thành các bóng râm, hạn chế lượng nhiệt BXMT chiếu trực tiếp lên mặt tường truyền qua tường vào trong nhà.

- Lựa chọn các hệ số: U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu tường bao che theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường, theo tính chất công trình và tùy theo địa phương, cho ở bảng 5.7 bảng 5.8 và bảng 5.9.

2. Tường một lớp cấu tạo bằng kính

Tường bao che cấu tạo bằng kính xây dựng có đặc điểm trong suốt cho xuyên qua gần như hoàn toàn tia BXMT. Hiệu ứng nhà kính sẽ xảy ra trong không gian bị đóng kín bằng các tường bao che bằng kính dưới tác dụng của BXMT do nguyên nhân:

+ Sự truyền nhiệt BXMT vào trong phòng rất mạnh;

+ Sự ngăn cản truyền nhiệt từ phòng ra ngoài bằng đối lưu và bức xạ.

Khi lựa chọn thiết kế tường bao che cấu tạo bằng kính, cần phân tích hiện tượng hiệu ứng nhà kính từ 2 phía:

+ Lợi dụng năng lượng BXMT sưởi ấm trong mùa đông lạnh, hiệu ứng nhà kính có ích, cho phép tiết kiệm năng lượng nhân tạo sưởi ấm và kết hợp với thông gió nhờ áp lực nhiệt có thể tạo ra vận tốc gió khoảng 0,1 - 0,2m/s.

+ Đối với các toà nhà có kết cấu bao che bằng kính, nhưng thường đóng kín để điều hoà nhiệt độ trong mùa nóng thì hiệu ứng nhà kính vô cùng bất lợi, vì nó tạo thêm một tải trọng nhiệt rất lớn cho điều hoà không khí nhân tạo.

Ví dụ: Trong những ngày nóng nhất trong năm ở Hà Nội (tháng 7) và Tp. Hồ Chí Minh (tháng 4), đối với những nhà đóng kín cửa để ĐHKH, cứ 10m² kính bao che hướng Đông và Tây phải chi phí thêm một năng lượng tối thiểu là 33 - 36kw-h/ngày khi dùng kính thường, hoặc 13 - 14kw-h/ngày, khi dùng kính phản quang nhiều lớp. Các tính toán trên cũng cho thấy chọn vách kính bao che hướng Bắc và Nam sẽ tiết kiệm được 50% năng lượng (theo tính toán từ số liệu báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ của TS. Nguyễn Thu Hoà).

Chúng tôi đề xuất giải pháp thiết kế cấu tạo tường một lớp kính như sau:

- Tường một lớp cấu tạo bằng kính nên bố trí ở hướng Nam và Bắc vì tiếp nhận lượng BXMT trực tiếp nhỏ hơn ở hướng Đông và Tây, và cần có giải pháp che chắn nắng trực tiếp trên bề mặt kính và có thể đóng mở được

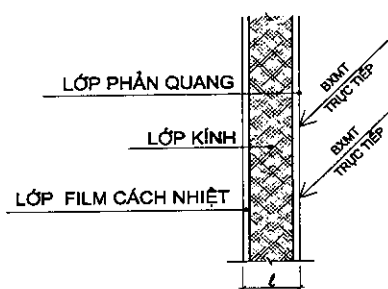
để thông gió tự nhiên. Trường hợp phải bố trí các mảng tường bao che bằng kính ở hướng Đông, Tây, Tây Nam và Tây Bắc bắt buộc cần có giải pháp che chắn nắng trực tiếp trên bề mặt kính và có thể đóng mở được để thông gió tự nhiên.

- Đối với những mảng tường kính lớn cần thiết kế cấu tạo bằng loại kính dày chịu lực, kính dán nhiều lớp chịu lực có tính chất cách nhiệt, phản quang. Tại các chỗ liên kết giữa kính và tường, kính và khuôn cửa cần có cấu tạo gioăng cao su hoặc keo dán kính có tính cách nhiệt cao (hình 5.30, 5.31).

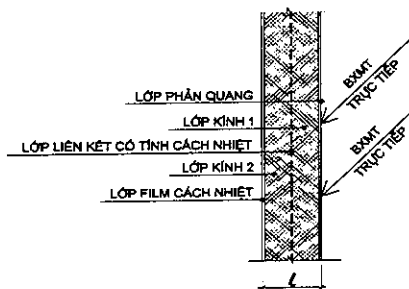
- Cần có cấu tạo che nắng trực tiếp cho mảng tường kính bằng các tấm ô văng, tấm chắn nắng nằm ngang hoặc chiều đứng để ngăn không cho tia BXMT chiếu trực tiếp xuyên vào trong phòng.

- Lựa chọn các hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu kính theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường khác nhau, theo tính chất công trình.

- Lựa chọn hệ số hấp thụ và phản xạ BXMT của các bề mặt kính và vật liệu xuyên sáng sử dụng cho cấu tạo tường bao che cho trong bảng Phụ lục.

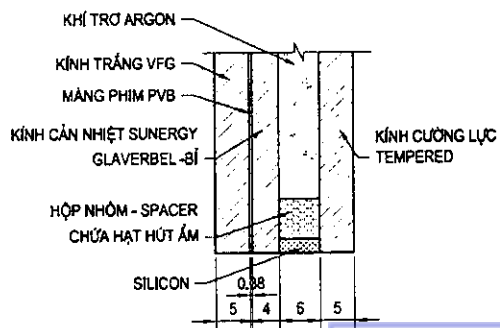


a) Kính một lớp dày 5mm;
 $U = 1W/m^2K$ (chưa đạt yêu cầu cách nhiệt)



b) Kính hai lớp dày 10mm:
 $U = 0,7W/m^2K$ (chưa đạt yêu cầu cách nhiệt)

Hình 5.30. Kính có dán lớp film cách nhiệt hoặc lớp phản quang.



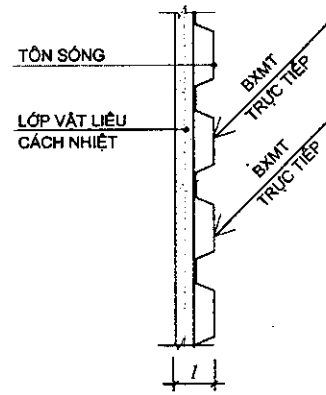
Hình 5.31. Ví dụ: Tường kính sử dụng kính hộp an toàn cách nhiệt, được cấu tạo bằng các lớp: kính VFG dày 5mm - màng phim PVB dày 0,38mm - kính cản nhiệt Sunergy dày 4mm - khí trơ Argon dày 6mm - kính cường lực Tempered dày 5mm.

3. Tường một lớp cấu tạo bằng tấm hợp kim

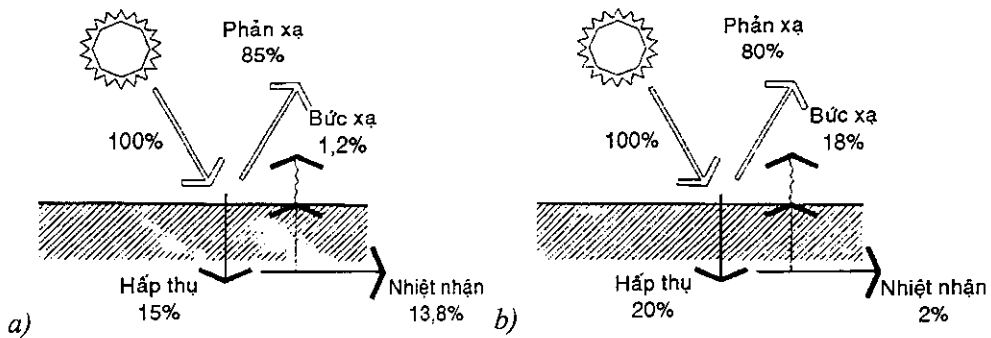
- Bố trí các mảng tường bao che bằng tấm hợp kim ở hướng Đông, Tây, Tây Nam và Tây Bắc yêu cầu sử dụng tấm tường bằng vật liệu hợp kim được chế tạo kết hợp với vật liệu cách nhiệt, bề mặt tường có phủ sơn cách nhiệt hoặc sơn có tính hấp thụ nhiệt BXMT thấp và cần có giải pháp che chắn nắng trực tiếp trên bề mặt.

- Lựa chọn các hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U - hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của tường có cấu tạo bằng vật liệu hợp kim theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường khác nhau, ... như trong bảng 5.7, 5.8 và 5.9.

- Lựa chọn vật liệu và màu sắc bề mặt cần đồng thời xét đến các hệ số phản xạ nhiệt, phản xạ BXMT, hấp thụ và bức xạ năng lượng thấp của các bề mặt vật liệu xây dựng sử dụng cho cấu tạo tường bao che (xem Phụ lục).



Hình 5.32. Cấu tạo tường bằng tôn mát có lớp cách nhiệt. Các giá trị hệ số phản xạ nhiệt, phản xạ BXMT, hấp thụ và bức xạ năng lượng của các bề mặt vật liệu theo bảng ở Phụ lục.



Hình 5.33. Đánh giá khả năng nhận nhiệt của hai loại nhôm

a) Mặt nhôm đánh bóng: Hệ số phản xạ: 0,85; Hệ số hút bức xạ: 0,15; Bức xạ = HS hút bức xạ \times HS bức xạ $15\% \times 8\% = 1,2\%$; Nhiệt nhận = HS hút bức xạ - bức xạ $= 15\% - 1,2\% = 13,8\%$.

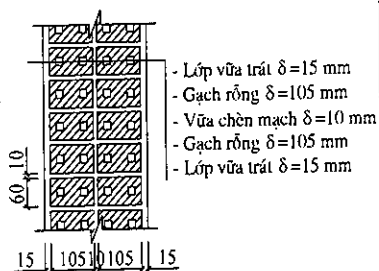
b) Mặt nhôm sơn trắng: Hệ số phản xạ: 0,80; Hệ số hút bức xạ: 0,20; Bức xạ = HS hút bức xạ \times HS bức xạ $20\% \times 91\% = 18\%$; Nhiệt nhận = HS hút bức xạ - bức xạ $= 20\% - 18\% = 2\%$.

[Nguồn: Kiến trúc sinh khí hậu - PGS.TS. Phạm Đức Nguyên - NXB XD]

Giới thiệu một số cấu tạo tường đặc thỏa mãn yêu cầu tiết kiệm năng lượng của QCVN 09: 2013/BXD

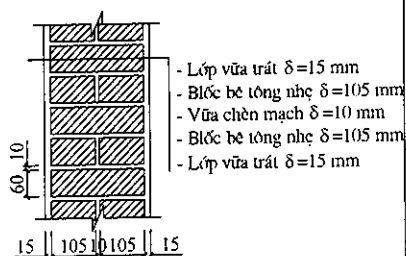
Theo QCVN 09: 2013/BXD thì hệ số truyền nhiệt của tường $U < 1,8$ $W/m^2.h$ và nhiệt trở $R > 0,56$ $m^2.K/W$. Trong phụ lục của quyển sách này cũng cho cấu tạo và tính năng nhiệt kỹ thuật của một số kết cấu bao che để tham khảo.

- Nhiệt trở tường đôi (bề dày quy ước: 220 mm) gạch rỗng đất sét nung:



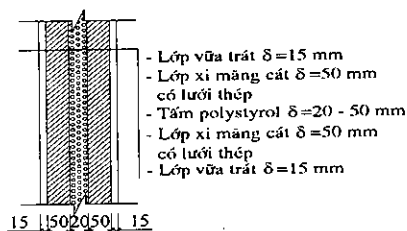
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , $W/(m.K)$	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,584 hoặc 0,625	$R_o > 0,56$ $m^2.K/W$ Đạt yêu cầu hoặc Đạt và vượt yêu cầu

- Tường gạch, bloc bê tông bọt, tường đôi (bề dày quy ước: 220 mm):



STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , $W/(m.K)$	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,797	$R_o > 0,56$ $m^2.K/W$ Đạt và vượt yêu cầu.
2	Bloc bê tông bọt	0,220	0,37		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

- Panel 3D dày 180 mm



STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , $W/(m.K)$	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,81 ÷ 1,56	$R_o > 0,56$ $m^2.K/W$ Đạt và vượt hoặc vượt xa yêu cầu
2	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
3	Lớp cách nhiệt bằng xốp polystyrol	0,02+0,05	0,04		
4	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
5	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

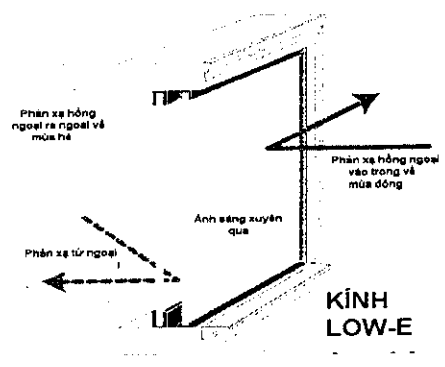
4. Vách tường kính

Để tăng cao hiệu quả sử dụng, lớp kính bên ngoài sử dụng loại kính tiết kiệm năng lượng hiệu quả. Chẳng hạn như kính bảo ôn vừa có khả năng tiết kiệm năng lượng vừa có thêm tính năng ngăn đọng sương trên bề mặt. Đây cũng là loại kính được gia công chế tạo đặc biệt, là một cấu kiện gồm hai lớp kính ngăn cách nhau bằng một lớp đệm chân không hoặc bằng khí có tính dẫn nhiệt rất kém như khí argon hoặc krypton. Khả năng cách âm, cản nhiệt và cản tia chói vì vậy cao hơn kính dán. Kính bảo ôn ngoài việc cản nhiệt truyền từ ngoài vào trong nhà trong mùa hè, nó còn ngăn cản việc thất thoát nhiệt từ trong nhà ra ngoài nhà trong mùa đông. Vì vậy nó được đặc biệt ứng dụng để làm cửa sổ cách âm, cách nhiệt và tường bao kính cho các công trình kiến trúc cao cấp đòi hỏi khắt khe về khả năng cách âm, cách nhiệt và chống ngưng đọng sương.

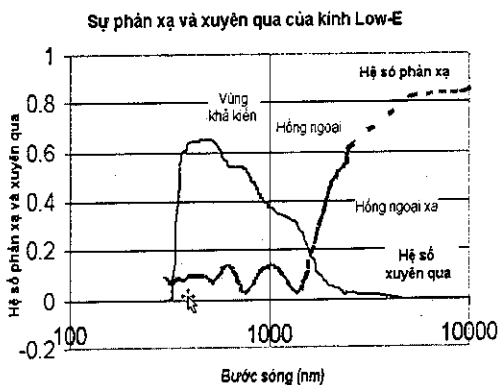
Gạch kính cũng được sử dụng rộng rãi cho các nhà cao tầng. Được cấu tạo như viên gạch có kích thước trung bình 195mm x 195mm x 80mm do hai nửa khối thủy tinh rỗng ghép lại với nhau, ở giữa là lớp chân không, gạch kính có tác dụng khuếch tán ánh sáng làm giảm độ xuyên sáng, giảm độ chói và giảm truyền nhiệt qua nó (có tác dụng như một lăng kính).

a) Kính Low-E

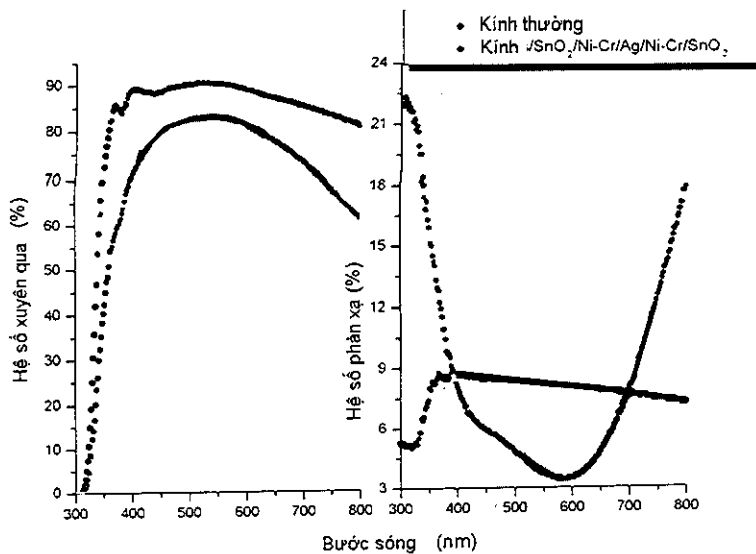
Kính Low-E là kính thường có phủ một lớp kim loại hoặc oxit kim loại đặc biệt lên trên một mặt. Lớp phủ này có màu gần như trong suốt, có tên Low-E viết tắt của chữ low-emissivity có nghĩa là độ phát xạ thấp. Và chính lớp phủ này tăng cường khả năng cách nhiệt của kính. Hình 5.34 cho cấu tạo của cửa kính Low-E, hình 5.35 giới thiệu phổ sóng nhiệt phản xạ và xuyên qua kính Low-E.



Hình 5.34. Kính Low-E



Hình 5.35. Phổ phản xạ và xuyên qua của kính Low-E



Hình 5.36. So sánh phổ bức xạ của kính thông thường và kính có lớp phủ phát xạ thấp (kính Low-E).

Các con số trên hình 5.36 cho thấy phổ phản xạ và xuyên qua của kính thủy tinh và kính có lớp phủ - phát xạ thấp (Low-E) trong vùng khả kiến. Lớp phủ phát xạ thấp nhiều lớp sẽ cho quang phổ có tính đối xứng xung quanh bước sóng = 555nm (điểm nhạy cảm nhất của mắt người) trong vùng khả kiến (400 - 700 nm), tạo được sự tiện nghi thị giác khi nhìn ở bên trong cũng như bên ngoài tòa nhà. Như vậy, lớp phủ nhiều lớp sẽ cung cấp màu sắc gần như trung tính hoàn toàn.

Mặt trời phát ra bức xạ sóng ngắn, bức xạ sóng ngắn không làm ta cảm thấy nóng, nhưng khi bức xạ sóng ngắn được đồ vật hấp thụ nó chuyển hóa thành vật bức xạ sóng dài mang theo nhiệt lượng. Lớp Low-E cho bức xạ sóng ngắn truyền qua nhưng cản phần lớn các bức xạ sóng dài. Vì vậy, mùa hè, kính Low-E cản năng lượng bức xạ sóng dài do mặt trời tạo ra đi vào nhà, làm giảm 25% - 49% nhiệt lượng BXMT bên ngoài vào nhà so với kính thông thường. Vào mùa đông, nó cho bức xạ sóng ngắn vào nhà, để bức xạ này chuyển thành bức xạ sóng dài làm không khí trong nhà ấm lên, đồng thời lớp Low-E cũng ngăn không cho bức xạ sóng dài này thoát ra khỏi nhà khiến cho ngôi nhà không bị mất nhiệt trong mùa đông.

Với đặc tính truyền sáng và truyền năng lượng kính có tác dụng tiết kiệm năng lượng chiếu sáng tuy nhiên nếu ánh nắng mặt trời quá mạnh gây hiện tượng tia chói hoặc hiệu ứng nhà kính. Để hạn chế những nhược điểm ánh sáng chói và hiệu ứng nhà kính ta nên sử dụng các loại kính cho trong bảng 5.17 [Nguồn: Nghiên cứu thiết kế nhà cao tầng sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, Đề tài NCKH theo nghị định thư, KS Lý Văn Vinh]

Bảng 5.17. Kính hạn chế hiệu ứng nhà kính do nắng nóng

Nội dung	Kính phản quang	Kính dán	Kính bảo ôn	Kính Low-E
Đặc điểm	Làm từ kính thường, một mặt phủ một lớp oxit kim loại phản xạ ánh sáng.	Làm từ kính thường hoặc kính tôi, giữa các lớp là lớp phim màu mỏng bằng keo dẻo.	Làm từ kính thường, kính phản quang hoặc kính tôi	Làm từ kính thường một mặt phủ một lớp oxit kim loại đặc biệt cản bức xạ sóng dài nhưng cho bức xạ sóng ngắn đi qua
Tính năng	Cản tới 40% bức xạ và tia sáng mặt trời	- Cản nhiệt, cản sáng, lọc 99% tia UV - An toàn - An ninh	- Cách âm - Cách nhiệt - Không gây đọng sương	- Giảm hiệu ứng nhà kính. Tiết kiệm năng lượng. - Không gây ô nhiễm ánh sáng.
Nhược điểm	Gây ô nhiễm ánh sáng	Động sương		Động sương
Khả năng hạn chế hiệu ứng nhà kính	Khá	Tốt	Tốt	Tốt nhất

b) Kính giảm ánh sáng chói

Các loại kính như kính màu, kính mờ, kính hoa văn, gạch kính hoặc kính dán an toàn là các loại kính cơ bản có tác dụng giảm hấp thụ hoặc khuếch tán ánh sáng Mặt trời, phân loại như ở bảng 5.18.

Bảng 5.18. Kính giảm ánh sáng chói

Nội dung	Kính màu, mờ	Kính hoa văn	Gạch kính	Kính dán
Đặc điểm	Làm từ kính thường, có màu xanh, trà hoặc mờ đục	Bề mặt kính có cán hoa văn, có màu hoặc kính trong	Là những khối thù hình gia cường rỗng, được đúc, màu trắng	Làm từ kính thường hoặc kính tôi giữa các lớp kính là lớp phim màu mỏng bằng keo dẻo
Tính năng	Màu càng đậm, khả năng hấp thụ bớt tia chói của mặt trời khi truyền qua kính vào nhà càng cao	Hoa văn dập nổi có tác dụng làm lệch hướng tia sáng, làm ánh sáng khuếch tán đều hơn không gây chói	Từng viên gạch như một lăng kính giúp khuếch tán tia sáng để ánh sáng vào phòng đồng đều hơn, không gây chói	Lớp phim màu có tác dụng lọc 99% tia cực tím làm bạc màu đồ đạc, giảm bớt tia chói của mặt trời.
Khả năng hạn chế tia chói	Tốt tùy theo độ đậm và độ đục của kính	Tốt	Tốt	Tốt nhất tùy theo màu sắc của lớp phim màu.

c) Kính tiết kiệm năng lượng hiệu quả

Kính bảo ôn là loại kính rất hiệu quả vừa có khả năng tiết kiệm năng lượng vừa có thêm tính năng ngăn đọng sương trên bề mặt. Đây cũng là loại kính được gia công chế tạo đặc biệt, là một cấu kiện gồm hai lớp kính ngăn cách nhau bằng một lớp đệm chân không hoặc bằng khí có tính dẫn nhiệt rất kém như khí argon hoặc crypton.

Với cấu tạo như vậy, kính bảo ôn có thể được làm từ kính thông thường, kính phản quang, nên khả năng cách âm, cản nhiệt và cản tia chói của nó có thể cao hơn kính dán. Kính bảo ôn ngoài việc cản nhiệt truyền từ ngoài vào trong vào mùa hè, nó còn ngăn cản việc thất thoát nhiệt từ trong nhà ra ngoài trong mùa đông. Vì vậy, nó được đặc biệt ứng dụng để làm cửa sổ cách âm, cách nhiệt và tường bao kính cho các công trình kiến trúc cao cấp đòi hỏi khắt khe về khả năng cách âm, cách nhiệt và không ngưng đọng sương.

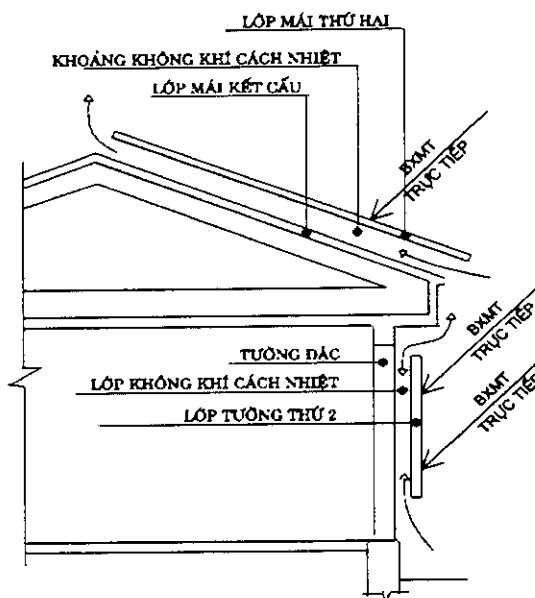
5. Hiệu quả cách nhiệt của tường 2 lớp (double-skin façade)

Nên có cấu tạo 2 lớp tường bao che ngoài nhà đối với vùng phía Bắc Việt Nam: các tường ở hướng Đông, Tây, Tây Nam và Tây Bắc; đối với vùng phía Nam Việt Nam: các tường ở tất cả các hướng.

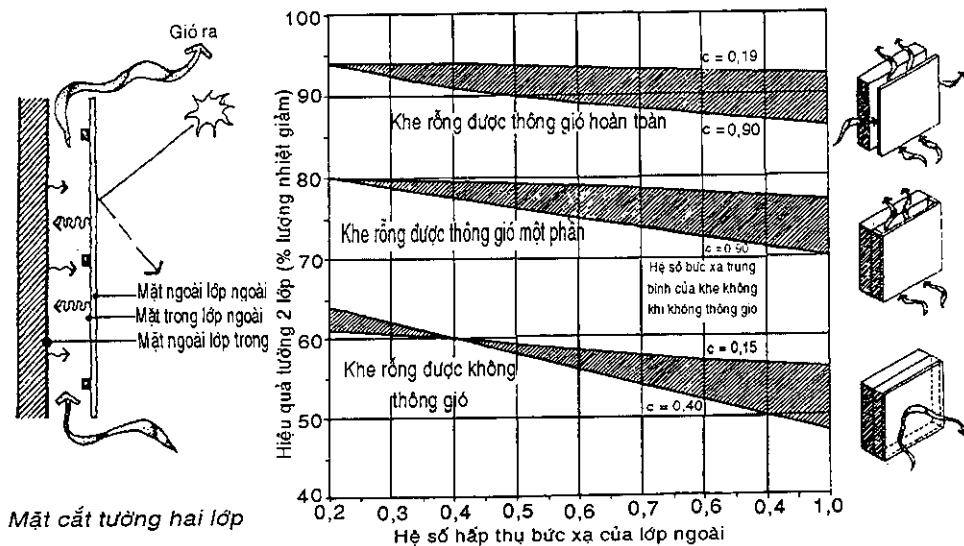
Tường bao che ngoài nhà có cấu tạo 2 lớp có tác dụng cách nhiệt BXMT rất tốt vì có tầng không khí thông thoáng ở giữa để thông gió. Tầng không khí ở giữa tường thông gió có tính năng cách nhiệt tốt và thải nhiệt nhanh. Tường sẽ chóng nguội và giảm bớt nung nóng phòng sau khi mặt trời lặn, và vấn đề chống thấm cũng tốt hơn (hình 5.38).

Hiệu quả giảm tải nhiệt BXMT qua tầng không khí ở giữa hai lớp tường phụ thuộc vào 3 đại lượng sau:

- Hệ số bức xạ trung bình của hai bề mặt đối diện trong tầng không khí;
- Hệ số hấp thụ BXMT của bề mặt lớp ngoài tường ngoài;
- Mức độ thông gió của tầng không khí ở giữa 2 lớp tường.



Hình 5.37. Cấu tạo tường và mái 2 lớp



Hình 5.38. Hiệu quả cách nhiệt của tường 2 lớp (G.Z Brown. Sun, Wind & Light)

a. Lựa chọn cấu tạo tường hai lớp bao che ngoài nhà

Cấu tạo lớp bên ngoài tường nhẹ là nan chớp, lỗ hoa, lớp bên trong tường đặc là gạch xây (hoặc bê tông). Lựa chọn cấu tạo và vật liệu có trọng lượng W (khối lượng kg/m² bề mặt tường) càng nhẹ càng tốt, để không tăng chiều dày tường. Giữa 2 lớp tường bên trong và bên ngoài nên có khoảng trống > 200mm cấu tạo hờ tạo luồng không khí lưu thông để hiệu quả cách nhiệt được tốt nhất, đồng thời đảm bảo thông gió tự nhiên cho không gian bên trong công trình.

Lớp tường ngoài nên thiết kế cấu tạo và lựa chọn vật liệu có tính chất như sau:

- Cấu tạo các gờ chi, ô văng, mái hắt,... nằm ngang hoặc thẳng đứng, nghiêng ở trên bề mặt tường để tạo thành các bóng râm, hạn chế lượng nhiệt BXMT chiếu trực tiếp lên bề mặt tường.
- Cấu tạo các dạng tổ hợp các tấm đứng và ngang kiểu nan chớp, hoặc tấm đục lỗ,... bố trí cách phần tường trong một khoảng cách đủ lớn (>200mm) để tạo lớp đệm không khí thông thoáng đối lưu toả nhiệt BXMT ra ngoài.
- Lựa chọn các dạng vật liệu hiện đại ốp ngoài tường có lỗ rỗng hoặc vật liệu cách nhiệt được ốp cách tường một khoảng cách đủ lớn (> 200mm) để vừa tạo khoảng không khí đối lưu giảm lượng nhiệt BXMT truyền vào bên trong, vừa tạo được hình thức kiến trúc công trình theo ý đồ sáng tác.

- Lựa chọn các hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu tường bao che theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường, theo tính chất công trình.

- Lựa chọn vật liệu và màu sắc bề mặt ngoài tường nên có màu sáng, đồng thời xét đến các hệ số phản xạ nhiệt, phản xạ BXMT, hấp thụ và bức xạ năng lượng của các bề mặt vật liệu xây dựng sử dụng cho cấu tạo tường bao che.

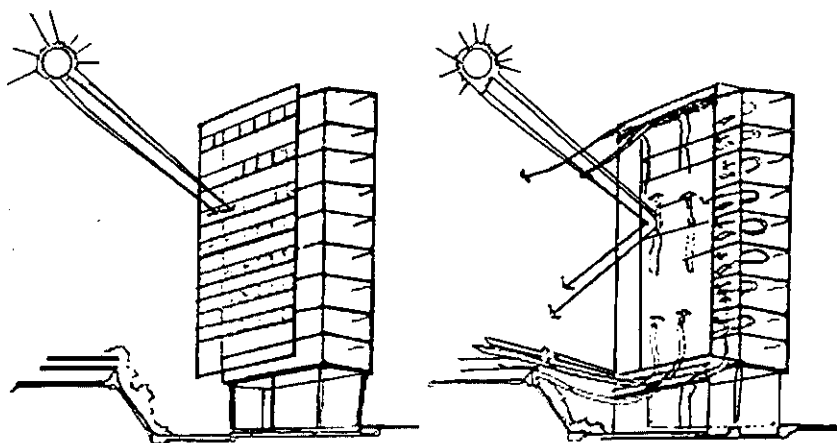
Lớp tường phía trong nên được thiết kế cấu tạo và lựa chọn vật liệu có tính chất như sau:

- Cấu tạo lớp tường bên trong có thể bằng gạch đặc hoặc gạch rỗng, tường bê tông,... tùy theo hướng của mặt tường, cấu tạo kiến trúc và dạng chịu lực của tường.

- Lựa chọn các hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu tường bao che theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường, theo tính chất công trình.

b. Hiệu quả cách nhiệt của tường kính 2 lớp (double-skin facade)

Được sử dụng lần đầu tiên tại Mỹ và các nước Châu Âu vào khoảng những năm 1970 của thế kỷ XX do bởi khủng hoảng năng lượng, giải pháp tường kính 2 lớp được xem như một nỗ lực cải thiện hiệu suất sử dụng năng lượng, đặc biệt là biến đổi và sử dụng nguồn năng lượng công trình hấp thụ từ bên ngoài qua các diện mặt đứng bao quanh của các công trình kiến trúc. Cho đến nay, giải pháp này vẫn còn nguyên tính thời đại và cho thấy sự đơn giản nhưng có hiệu quả cao.



Hình 5.39. Tường kính 2 lớp

Tường kính 2 lớp cho các diện mặt đứng được hiểu là 1 hệ thống 2 lớp kính chạy song song với nhau tạo ra 1 khoảng không khí ở giữa. Phần không khí này được lưu thông tự nhiên hoặc nhân tạo bằng quạt hoặc các loại máy cơ khí. Khoảng cách giữa 2 lớp kính từ 20cm đến 100cm. Các thiết bị, che nắng cũng có thể được đặt kết hợp bên trong khoảng không này.

Khi ánh nắng mặt trời chiếu vào, phần nhiệt lượng do lớp không khí bị đốt nóng bên trong 2 lớp tường kính (năng lượng này nhận được từ Mặt trời vào mùa hè hoặc do chính công trình tỏa ra vào mùa đông) có thể được thu hồi để sử dụng cho những hoạt động khác của tòa nhà hay đơn giản hơn là giải phóng ra môi trường bên ngoài để làm mát công trình. Nói cách khác, năng lượng trên bề mặt ngôi nhà có thể được kiểm soát thông qua việc kiểm soát thông gió trong khoảng không khí giữa 2 lớp tường kính. Lớp không khí này đóng vai trò như bộ đệm nhiệt trong cả 2 chiều trao đổi năng lượng của công trình với môi trường xung quanh: hạn chế hấp thu nhiệt khi nhiệt độ bên ngoài lớn hơn bên trong nhà và tỏa nhiệt trong trường hợp ngược lại.

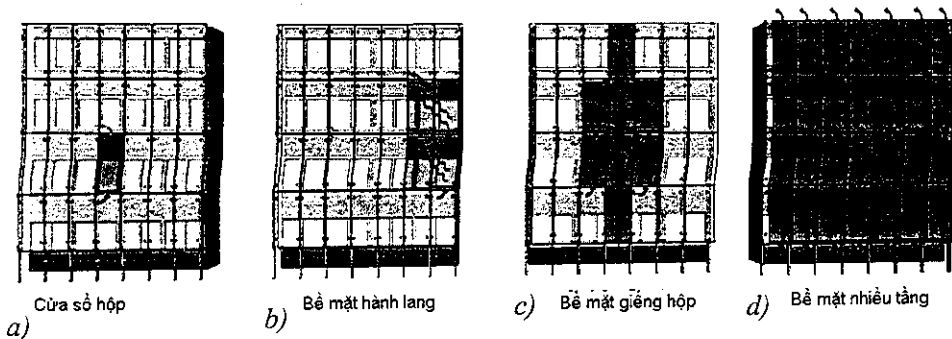
Các kiểu cấu tạo của tường kính 2 lớp [Nguồn: Assessment of Double Skin Façade Technology for Office Refurbishments in the United Kingdom, Dr Kenneth Ip, University of Brighton, UK] như sau (hình 5.40).

- Kiểu cửa sổ hộp (hình 5.40a): khoảng không giữa 2 lớp kính được ngăn cách với nhau theo chiều ngang (phân tầng) và chiều đứng (phân khuông) tạo nên các hộp không khí nằm sát cạnh nhau trên mặt đứng. Kiểu này tạo ra được tính biệt lập cho từng hộp hoạt động (hạn chế việc lan truyền âm thanh, mùi... từ phòng này sang phòng khác) nhưng lại hạn chế việc trao đổi nhiệt do việc ngăn chia nên chủ yếu là thông gió tự nhiên, khó sử dụng được thông gió cơ khí.

- Kiểu giồng hộp (hình 5.40c): giống kiểu hộp nhưng tại mỗi tầng có giồng liên kết ngang các hộp lại với nhau (khuyết một phần phía trên của các ngăn chia đứng). Kiểu này giúp khắc phục phần nào nhược điểm của kiểu trên.

- Kiểu hành lang (hình 5.40b): khoảng không giữa 2 lớp kính được ngăn cách với nhau theo chiều ngang (phân tầng) tạo nên các hành lang không khí trên mặt đứng tòa nhà. Khi sử dụng kiểu này, cần chú ý đến việc cách âm giữa các phòng trong tầng.

- Kiểu bề mặt nhiều tầng (hình 5.40d): khoảng không giữa 2 lớp kính không được ngăn chia theo tầng hoặc ngăn chia theo cụm nhiều tầng.



Hình 5.40. Cấu tạo mặt tường kính 2 lớp

Bên cạnh tính năng điều tiết nhiệt trên mặt đứng tòa nhà, giải pháp này còn mang đến những ưu điểm khác như hạn chế được tiếng ồn, che chắn gió an toàn hơn, đặc biệt là đối với những công trình cao tầng khi mà cường độ gió ở trên cao rất mạnh. Thêm vào đó, việc bố trí hợp lý hệ thống cửa sổ hỗ trợ, cách đóng mở cũng làm tăng thêm khả năng thông gió cho công trình.

c) Phạm vi áp dụng

Tường kính 2 lớp này có thể sử dụng trong những công trình mà tường bao ngoài không yêu cầu kín đáo (ánh sáng mặt trời có thể xâm nhập vào công trình và ngược lại, không hạn chế tầm nhìn ra bên ngoài của người sử dụng bên trong) hoặc các diện tường bao ngoài ở hướng Nam hay Bắc là những hướng mà Mặt trời không chiếu vuông góc trực tiếp. Cùng với giải pháp tường cản nhiệt ở hướng Tây, Đông, việc kết hợp tường kính 2 lớp với tường thu nhiệt sẽ làm tăng thêm hiệu quả về sử dụng năng lượng cho mặt đứng toàn công trình.

6. Phân loại tường kính 2 lớp

Tường kính 2 lớp về cơ bản bao gồm 2 lớp kính ngăn cách bởi một lõi thoát khí. Khoảng không giữa 2 lớp kính có tác dụng cách nhiệt, chống gió và tiếng ồn. Thiết bị che nắng thường được đặt giữa 2 lớp kính này. Tất cả các yếu tố này được sắp xếp thành các phép hoán vị và tổ hợp của các lớp màng trong và lỏng.

Hệ thống tường kính 2 lớp trong xây dựng rất phong phú và đa dạng, vì vậy cần thiết phải phân loại chúng để có thể đánh giá và đối chiếu tác dụng của các hệ thống này cũng như xem xét “ích lợi về môi trường” của các lớp kết cấu bao che công trình.

Theo phân loại của Công ty Môi trường Dân dụng Battle McCarthy - Anh Quốc - hệ thống tường kính 2 lớp gồm 5 loại cơ bản căn cứ vào đặc

điểm chung của các cấu hình mặt đứng và cách thức hoạt động của chúng.
Đó là:

Loại A: lớp trong kín khí: bao gồm lỗ thông gió cơ khí có nắp điều chỉnh và lỗ thoát nhiệt;

Loại B: lớp ngoài và lớp trong mở: bao gồm loại cao 1 tầng và nhiều tầng;

Loại C: Lớp trong mở với lỗ thông gió cơ khí có nắp điều chỉnh;

Loại D: Lỗ kín khí, riêng cho từng tầng hoặc cho cả tòa nhà;

Loại D: Tấm cách âm cho tòa nhà, có thể là một lớp bao ngoài kiên cố hoặc mỏng.

Tuy nhiên chỉ có 3 trong tổng số 5 loại mặt đứng nói trên được đưa vào hệ thống phân loại tại Mỹ. Đó là 3 hệ thống mặt đứng cơ bản: hệ thống đệm, hệ thống thoát khí và hệ thống 2 lớp. Cách thức thông gió và khả năng giảm năng lượng tiêu thụ chính là tiêu chí phân loại các hệ thống này [Nguồn: *Double Skin Façades for Office Buildings, Literature Review Harris Poirazis, Lund Institute of Technology*].

a) Hệ thống đệm (Hình 5.41a)

Ra đời khoảng 100 năm trước, trước khi có kính cách nhiệt và vẫn đang được sử dụng. Hệ thống đệm được tạo ra để duy trì ánh sáng cho công trình và tăng cường độ cách âm và cách nhiệt của hệ thống tường. Hệ thống đệm sử dụng 2 lớp kính đơn đặt cách nhau từ 250 - 900 mm, được bịt kín và dẫn khí đi vào tòa nhà thông qua các phương tiện điều chỉnh bổ sung - có thể là một hệ thống HVAC riêng biệt hoặc cửa sổ dạng hộp cắt xuyên toàn bộ 2 lớp kính. Các thiết bị che nắng có thể đặt thêm tại tầng không khí. Ví dụ về loại hình này là tòa nhà Occidental Chemical/Hooker tại Niagara Falls, New York. Khí đi vào tòa nhà thông qua lỗ thông khí đặt tại độ cao nền phòng và thoát ra lỗ phía trên sát trần phòng.

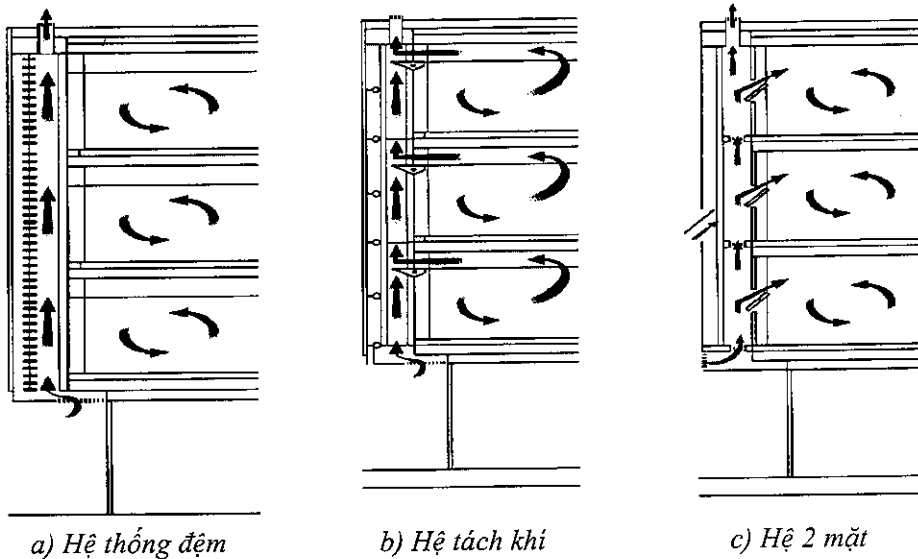
b) Hệ thống tách khí (Hình 5.41b)

Bao gồm một lớp kính đơn thứ 2 đặt tại mặt đứng chính của lớp kính đơn (kính chịu lực). Khoảng cách giữa 2 lớp kính sẽ trở thành một phần của hệ thống thông gió, điều hòa không khí (HVAC). Khí nóng “qua sử dụng” giữa 2 lớp kính sẽ được tách ra ngoài qua lỗ thông khí nhờ quạt thông gió, nhờ đó làm mát lớp kính bên trong, còn lớp kính cách nhiệt bên ngoài sẽ giảm tối thiểu sự mất nhiệt. Khí sạch sẽ được hệ thống HVAC cung cấp và loại trừ việc thông gió tự nhiên. Khí lưu thông bên trong hệ thống sẽ được sử dụng trong hệ thống HVAC. Nhu cầu năng lượng sẽ không giảm vì cần phải chạy máy cung cấp khí sạch thường xuyên cho hệ thống. Người sử dụng sẽ không thể điều chỉnh nhiệt độ căn hộ riêng của họ. Các thiết bị chống nắng thường

được đặt trên đỉnh nắp. Khoảng cách giữa 2 lớp kính từ 150mm đến 900mm, đủ rộng để có thể làm sạch lỗ thông khí cũng như các cạnh của thiết bị che nắng. Hệ thống này được sử dụng ở những nơi không thể thông gió tự nhiên (những nơi quá ồn, gió quá lớn hoặc quá bụi).

c) Hệ thống 2 mặt (Hình 5.41c)

Hệ thống này bao gồm một tường xây trên rầm kiểu thông dụng hoặc hệ thống tường cách nhiệt ở trong tòa nhà kính đơn. Lớp kính phía ngoài thường là kính chịu lực hoặc kính chống nhiệt. Các thiết bị che nắng thường được gắn kèm luôn trong hệ thống thông gió 2 mặt. Khoảng cách tối thiểu giữa 2 lớp kính là từ 500 đến 600mm. Hệ thống này khác hệ thống đệm và hệ thống thoát khí ở chỗ nó có thêm cửa mở để thoát gió tự nhiên. Lớp kính đơn phía ngoài được sử dụng chủ yếu để che chắn thiết bị thông gió (chắn nắng). Lớp kính cách nhiệt phía trong sẽ giảm tối thiểu sự mất nhiệt. Lớp kính phía ngoài có tác dụng chắn gió/chặn gió ở các điểm cao và dẫn khí sạch vào tòa nhà.



Hình 5.41. Các dạng tường kính 2 lớp

Cửa sổ trên mặt đứng phía trong có thể mở được, lỗ thông gió ở lớp kính ngoài sẽ điều chỉnh nhiệt độ bên trong mặt đứng. Vào ban đêm, cửa sổ này còn có tác dụng làm mát mặt đứng phía trong, nhờ đó giảm việc vận hành làm mát của hệ thống HVAC trong tòa nhà. Để chống ồn, lỗ thông gió ở phía mặt ngoài của tòa nhà phải được lắp xen kẽ hoặc cách xa các cửa sổ trên mặt đứng phía trong.

7. Tường bao che ngoài nhà được cấu tạo hai lớp kính nhẹ: 1 lớp kính bên ngoài (hoặc tấm hợp kim), 1 lớp kính bên trong và có khoảng không khí đối lưu ở giữa

a) Dạng ở giữa 2 lớp kính là khoảng chân không

- Thiết kế cấu tạo hai lớp kính cách nhau từ 5-100mm, có khuôn kín, hút chân không để ngăn sự truyền nhiệt từ ngoài vào trong công trình trong mùa hè cũng như thất thoát nhiệt trong mùa đông.

- Lớp kính phía bên ngoài có thể bổ sung thêm tính chất cách nhiệt, phản xạ BXMT để tăng thêm khả năng ngăn truyền nhiệt BXMT từ ngoài vào nhà.

- Cần có cấu tạo che nắng trực tiếp cho mảng tường kính bằng các tấm ô văng, tấm chắn nắng nằm ngang hoặc chiều đứng để ngăn không cho tia BXMT chiếu trực tiếp xuyên vào trong phòng.

- Lựa chọn hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu kính theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường khác nhau, theo tính chất công trình.

- Lựa chọn hệ số hấp thụ và phản xạ BXMT của các bề mặt kính và vật liệu xuyên sáng sử dụng cho cấu tạo tường bao che.

- Riêng đối với cửa sổ trên mặt đứng được che nắng bởi các tấm che ngang hoặc đứng cố định, hệ số SHGC sẽ được hiệu chỉnh bằng việc sử dụng các hệ số nhân A.

b) Dạng ở giữa 2 lớp kính là khoảng không khí đối lưu (hình 5.42)

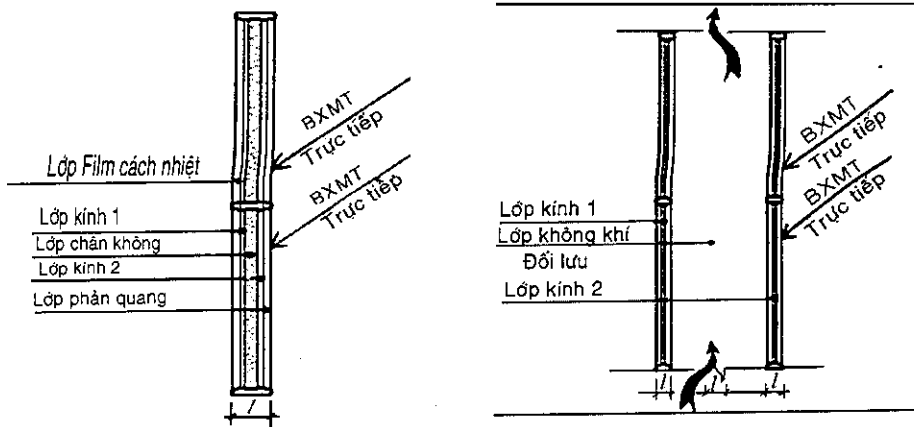
- Thiết kế cấu tạo khoảng cách giữa hai lớp kính >100mm nên có giải pháp để lớp không khí ở giữa 2 lớp kính này lưu thông liên tục để tránh hiện tượng hiệu ứng nhà kính cũng như đảm bảo thông gió tự nhiên.

- Lớp kính phía bên ngoài có thể bổ sung thêm tính chất cách nhiệt, phản xạ BXMT để tăng thêm khả năng ngăn truyền nhiệt BXMT từ ngoài vào trong nhà.

- Cần có cấu tạo che nắng trực tiếp cho mảng tường kính bằng các tấm ô văng, tấm chắn nắng nằm ngang hoặc thẳng đứng để ngăn không cho tia BXMT chiếu trực tiếp xuyên vào trong phòng.

- Lựa chọn hệ số: ρ_t - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U- hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu kính theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường khác nhau, theo tính chất công trình.

- Lựa chọn các hệ số hấp thụ và phản xạ BXMT của các bề mặt kính và vật liệu xuyên sáng sử dụng cho cấu tạo tường bao che.



a) Tường bao che sử dụng kính hai lớp có lớp đệm chân không ở giữa b) Tường kính hai lớp với lớp không khí ở giữa lưu thông liên tục

Hình 5.42. Cấu tạo tường 2 lớp bằng kính

- Riêng đối với cửa sổ trên mặt đứng được che nắng bởi các tấm che ngang hoặc đứng cố định, hệ số SHGC sẽ được hiệu chỉnh bằng việc sử dụng các hệ số nhân A.

Lưu ý: Tại những mối liên kết giữa tường kính và kết cấu chịu lực, liên kết giữa tường kính và khuôn phải sử dụng keo hoặc gioăng cách nhiệt để tăng thêm hiệu quả cách nhiệt.

8. Tường bao che ngoài nhà được cấu tạo hai lớp: một lớp tường kính bên trong, một lớp tường ngoài che nắng bằng tấm hợp kim dạng nan chớp hoặc đục lỗ

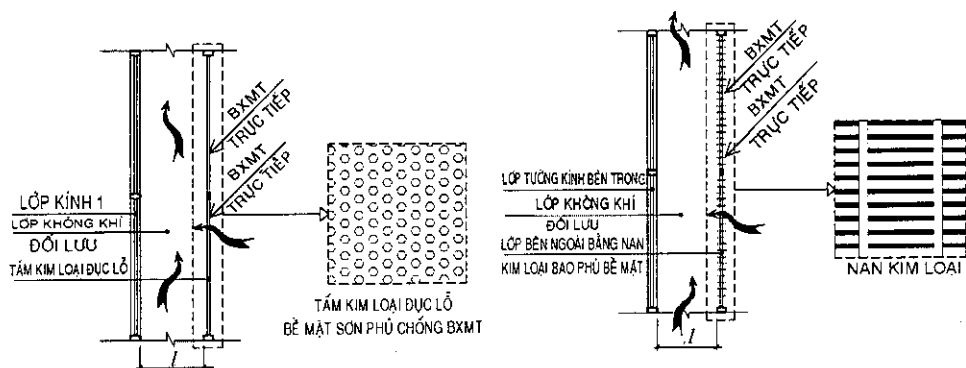
- Để giảm lượng BXMT chiếu trực tiếp lên lớp tường (cửa sổ) kính bên trong, nhất là tại những diện tích kính lớn đồng thời vẫn đảm bảo thông gió cũng như tầm nhìn có thể sử dụng 1 lớp vỏ bao che ngoài bằng mảng nan chớp hoặc tấm hợp kim đục lỗ che bên ngoài mặt tường (cửa sổ) kính ở hướng chịu lượng nhiệt BXMT lớn (hình 5.43).

- Khoảng cách giữa lớp tường (cửa sổ) kính bên trong và lớp vỏ bao che bằng hợp kim bên ngoài phải > 100mm để lớp không khí ở giữa có thể đối lưu tự nhiên làm mát bề mặt lớp tường (cửa sổ) kính bên trong.

- Lựa chọn các hệ số: ρ_i - hệ số hấp thụ năng lượng mặt trời; U - hệ số truyền nhiệt; R - nhiệt trở của vật liệu tường bao che theo đặc điểm vùng khí hậu xây dựng, theo các hướng mặt tường, theo tính chất công trình.

- Bề mặt ngoài tường nên có màu sáng, có khả năng phản xạ BXMT cao. Lựa chọn vật liệu và màu sắc bề mặt cần đồng thời xét đến các hệ số phản

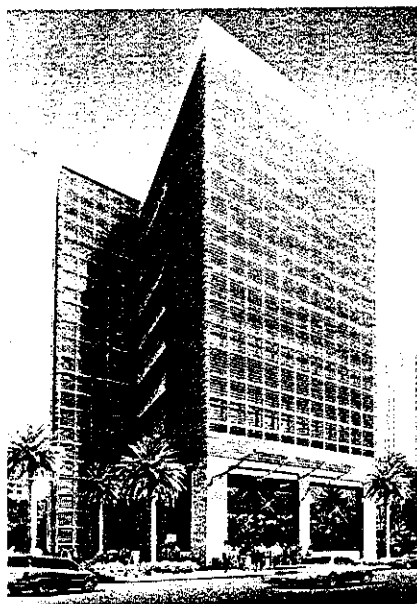
xạ nhiệt, phản xạ BXMT, hấp thụ và bức xạ năng lượng của các bề mặt vật liệu xây dựng sử dụng cho cấu tạo tường bao che.



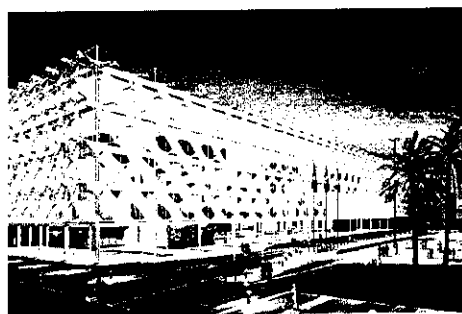
a) Lớp kính bên trong và lớp tấm hợp kim đục lỗ bên ngoài

b) Lớp kính bên trong và lớp nan bao che bằng hợp kim

Hình 5.43. Cấu tạo tường 2 lớp có nan chớp (hoặc là tấm hợp kim đục lỗ)



a)



b)



c)

Hình 5.44. Ví dụ công trình sử dụng tường hai lớp bao phủ toàn bộ mặt đứng công trình: a) kính + lam chớp hợp kim; b) kính + vải dây căng (Thư viện quốc gia King Fahad, Riad/ Ả rập Xê út); c) kính + tấm hoa trang trí (Trung tâm Hội nghị quốc tế, Hà Nội).

9. Thận trọng khi sử dụng kính màng lớn

Thực tế thì kiến trúc màng kính lớn cho dù ở khí hậu hàn đới hay nhiệt đới cũng đều gây lãng phí năng lượng. Có thể thấy rõ điều này qua điều tra của Cục Điều tra Năng lượng Hoa Kỳ để giải thích tiêu hao điện năng cho điều hòa không khí. Điều tra 6 thành phố từ hàn đới đến nhiệt đới có lắp màng kính lớn (bất kể loại nào) thì tổng điện năng tiêu phí cho ĐHKK (dù là sưởi hay làm mát) cũng đều gia tăng; ví dụ từ Singapor, Đài Bắc đến Bắc Kinh bình quân cứ tăng 1% diện tích kính một lớp tiêu hao năng lượng tăng tương ứng từ 0,25; 0,27; 0,44 kWh/m²; còn đối với kính 2 lớp phát xạ thấp (Low-E) thì sự tiêu hao tương ứng cũng là 0,13; 0,12; 0,19 kWh/m², đủ để thấy rằng cho dù ở khí hậu hàn đới hay nhiệt đới với bất cứ loại kính nào những màng kính lớn luôn gây ra tiêu hao năng lượng. Ngày nay kiến trúc nhà cao tầng lắp kính tràn lan trên toàn thế giới đang làm mất đi bản sắc kiến trúc truyền thống và phá vỡ cảnh quan, đồng thời đẩy toàn thế giới tới nguy cơ lãng phí năng lượng tại các đô thị.

Về thực chất thì chính màng kính lớn không bao giờ có thể giữ nhiệt tốt hơn tường đặc đối với khí hậu hàn đới và cũng không bao giờ có thể che được nắng tốt hơn tường đặc ở vùng khí hậu nhiệt đới. Tuy nhiên với tiến bộ kỹ thuật ngày nay đã chế tạo được những loại kính giữ nhiệt tốt để giảm bớt tải sưởi ấm và kính có tính năng che nắng cao (Low-E) để giảm bớt tải làm mát của hệ thống ĐHKK đối với các nước nhiệt đới. Tuy vậy các nghiên cứu đều cho thấy các tính năng này so với tường đặc còn kém xa, song vẫn không có cách nào cải thiện được nhược điểm cố hữu của nó là lãng phí năng lượng.

Để thấy rõ điều này có thể đưa ra đây một sự so sánh như sau :

Trong QCVN 09 : 2013/BXD có quy định U max của tường là 1,8 W/m².K. Nếu áp dụng cửa kính khung nhôm 2 lớp, có khe không khí 12,7 mm, một lớp phủ Low-E có hệ số phát xạ thấp $\epsilon = 0,1$ sẽ cho U = 2,41 W/m².K (không đảm bảo tiêu chuẩn), trong khi đó tường đặc bloc bê tông bọt có 2 lớp vữa trát dày 250mm, có U = 1,25 W/m².K (đảm bảo tiêu chuẩn). Như vậy cửa kính Low-E rất đắt tiền mà vẫn không đảm bảo tiêu chuẩn tiết kiệm năng lượng so với tường đặc.

Trước đây có nhiều ý kiến cho rằng mở rộng cửa kính sẽ tận dụng nhiều ánh sáng tự nhiên và do đó tiết kiệm điện cho chiếu sáng nhân tạo. Song thực tế điều tra nhiều năm qua lại cho thấy ngược lại, tức là hình như càng mở rộng vách kính thì lại càng tốn điện thấp sáng. Sở dĩ có tình trạng này là vì ánh sáng bầu trời vùng nhiệt đới hết sức chói chang do bầu trời phổ biến

là mây tích (mây Cu) phản xạ ánh sáng rất mạnh. Hơn nữa sự phân bố ánh sáng tự nhiên trong trường hợp này rất không đều: chỗ gần cửa sổ thì quá chói chang, xa hơn một chút rất tối, điều này đã làm cho hoạt động thị giác càng căng thẳng, gây mỏi mệt nhanh chóng cho toàn bộ hệ thần kinh nói chung. Hầu hết người ngồi bên trong nhà rất khó chịu về mặt tâm lý và sinh lý thị giác, chính vì vậy mà luôn xảy ra tình trạng tại các phòng làm việc, phòng họp người ta lại kéo rèm che và bật đèn điện! Kết quả điều tra tại một loạt các thành phố lớn đã cho thấy “*càng mở rộng cửa kính thì bật đèn càng nhiều, càng lâu và do đó càng gây lãng phí điện năng*”. Kết luận này tưởng như rất khôi hài nhưng lại là sự thật. Đối với Việt Nam, có lẽ điều này cũng không phải xa lạ. Đã nhiều lần có những cuộc hội thảo khoa học bàn về tiết kiệm năng lượng được tổ chức trong những nhà có tường kính nhưng lại kéo rèm che đi để sử dụng đèn điện cho dễ chịu hơn.

Tại vùng khí hậu nhiệt đới được tuyên truyền cho việc dùng vật liệu kính có độ phản xạ cao, song thực chất lại làm giảm độ xuyên sáng của bức xạ khả kiến (chỉ có 8%), do đó bên trong các nhà lắp loại kính này thường bị tối hơn bình thường, người làm việc bên trong như ở dưới tầng hầm. Hơn nữa kính bị phơi dưới nắng hè có nhiệt độ có khi lên tới 50°C - 60°C, trong những phòng có sử dụng ĐHKK sẽ tạo ra sự chênh lệch nhiệt độ so với mặt tường trong nhà tới 20°C - 30°C. Thực trạng này đã gây ra hiện tượng bức xạ nhiệt không đều, làm cho người ngồi trong nhà cứ như ngồi trong bể nước đá, mặt hướng tới một bếp lò, gây ra cảm giác bất tiện nghi về nhiệt. Mặt khác, chính vì sự có mặt của các vách kính mỏng lớn mà tải nhiệt cho ĐHKK thay đổi rất lớn theo biến đổi mùa đông-hè, mưa-nắng, ngày-đêm, có khi gấp đến 10 lần, làm cho ngay cả hệ thống điều hòa VAV (Variable Air Volume) hiện đại cũng không đáp ứng nổi. Điều này dẫn đến trong không gian được điều hòa nơi thì quá nóng, nơi lại quá lạnh gây co giãn rất mạnh ở các mạch máu trong cơ thể, nhức xương, dễ gây bệnh khí lạnh làm cho thể hư khí nhược.

Tóm lại, theo ý kiến của chúng tôi, *kiến trúc vách kính lớn là một hình thức kiến trúc hoàn toàn đánh mất giá trị về mặt khí hậu, thời tiết, phong tục và văn hóa truyền thống, đó đơn giản chỉ là những hộp kính vuông tiêu hao năng lượng và là một cản trở lớn trong khi bàn tới tính thẩm mỹ của một nền kiến trúc bản địa*. Theo nhận xét của các chuyên gia, *nơi có khí hậu nhiệt đới nóng ẩm như Việt Nam, thì trước tiên cần phải từ bỏ cách nhìn sai lệch về mỹ học của những vật liệu xuyên sáng lắp lánh mới có thể đi ra khỏi ngõ cụt về lãng phí năng lượng, để từ đó mới có cơ sở nói về phát triển bền vững và tính thẩm mỹ của một nền kiến trúc bản địa truyền thống*.

Không phải ngẫu nhiên mà các chuyên gia đều cho nhận xét: *Kiến trúc kính màng lớn là “sát thủ” đối với ngành năng lượng.*

5.5. THIẾT KẾ MÁI CÁCH NHIỆT

5.5.1. Nguyên lý thiết kế cách nhiệt cho mái trong điều kiện khí hậu nhiệt đới của nước ta

Trong công trình ở các nước nhiệt đới, hấp thụ nhiệt qua mái là vấn đề quan trọng nhất, đặc biệt là đối với công trình nhà một tầng do mái nhà là bộ phận kết cấu ngăn che chịu tác động của bức xạ mặt trời lớn nhất về cường độ cũng như về thời gian. Nước ta nằm ở vĩ độ thấp, càng vào Nam càng gần xích đạo, gần như giữa trưa mặt trời đi qua “thiên đỉnh” nên bức xạ mặt trời chiếu xuống mái rất lớn, thường gấp 2 - 9 lần chiếu lên mặt tường (tùy theo hướng của mặt tường). Bức xạ năng lượng mặt trời trung bình 3 tháng nóng nhất trên mái nhà ở các thành phố của Việt Nam đều lớn hơn 660W/m^2 (bảng 5.1). Theo nghiên cứu của H. Suehrcke thì bức xạ năng lượng mặt trời có thể được hấp thụ qua mái từ 20% đến 95% [Nguồn: H. Suehrcke, E.L. Peterson, N. Selby; *Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate; Energy and Buildings, 40 (2008)*].

Trong những năm qua, nhiều cách tiếp cận về các giải pháp cấu tạo mái đã được nghiên cứu nhằm tận dụng các bức xạ năng lượng mặt trời trên diện tích mái và/hoặc giảm lượng nhiệt BXMT truyền qua mái vào trong không gian nhà. Các phương pháp này có thể được chia thành 2 nhóm chính.

a) *Nhóm thứ nhất:* căn cứ vào khái niệm giảm thiểu sự hấp thụ bức xạ mặt trời của lớp mái. Giải pháp này thực hiện bằng các cách sau:

- Dùng lớp phủ sáng màu cho mái (ví dụ theo H. Suehrcke thì lớp phủ sáng màu có thể giảm 30% tổng số nhiệt nhận được trong điều kiện thời tiết của Australia [Nguồn: H. Suehrcke, E.L. Peterson, N. Selby; *Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate; Energy and Buildings, 40 (2008)*]

- Vật liệu ngăn bức xạ là lá nhôm mỏng bóng có độ phản xạ cao, có khả năng phản xạ các bức xạ hồng ngoại.

- Sử dụng hệ thống thu năng lượng mặt trời và hệ thống quang điện bao phủ diện tích mái. Bằng giải pháp này, các tác hại của bức xạ hồng ngoại không chỉ được ngăn không cho tiếp xúc với mái nhà, mà còn tận dụng được BXMT phục vụ mục đích dân sinh.

b) *Nhóm thứ hai:* dùng biện pháp thay đổi vị trí bố trí và tính chất nhiệt kỹ thuật của các lớp lợp. Giải pháp này được thực hiện bằng cách thêm các

lớp vật liệu cách nhiệt cho mái nhà. Lớp vật liệu được lựa chọn yêu cầu đạt được sự hấp thụ nhiệt thấp và dẫn nhiệt thấp, đó là:

- Chèn các lớp không khí lưu thông trung gian trong kết cấu mái;
- Sử dụng tấm cách nhiệt polystyrene hay vật liệu cách nhiệt như bông khoáng, sợi thủy tinh v.v...;
- Sử dụng bể nước cạn để bao phủ các bề mặt mái nhà;
- Sử dụng thảm thực vật, trồng cây trên mái.

Ngoài ra còn có một số biện pháp khác như sử dụng hệ thống phun nước hay rãnh nước chảy tràn trên đỉnh mái - sử dụng dòng nước chảy tuần hoàn để làm mát. Hệ thống này thường được điều khiển tự động để tăng giảm độ làm mát theo cường độ BXMT. Thiết kế cấu tạo dạng mái này thường áp dụng cho công trình công cộng hoặc công nghiệp có kích thước lớn, có yêu cầu trọng lượng mái càng nhẹ càng tốt. Kết cấu mái dạng vỏ mỏng, dây treo, dàn không gian,... trên lợp bằng vật liệu nhẹ như tấm hợp kim, tấm nhựa tổng hợp,... có lớp cách nhiệt và có lớp trần treo bên dưới hoặc không có lớp trần treo bên dưới. Một số công trình yêu cầu đòi hỏi tính mỹ thuật cao, tầm nhìn tốt, có mái và tường bằng kính cũng áp dụng biện pháp sử dụng hệ thống dòng nước chảy tràn tự động để chống nóng.

Hệ thống cách nhiệt cho mái có thể làm việc trong chế độ thụ động (chỉ phụ thuộc vào các quá trình truyền nhiệt tự nhiên) hoặc trong chế độ chủ động (tạo lực cưỡng bức bên ngoài để đẩy nhanh tốc độ truyền nhiệt ra ngoài như sử dụng quạt thông gió chạy bằng năng lượng mặt trời để thông gió cho tầng không khí trần nhà; điều khiển hệ thống nước làm mát tự động...). Hiệu suất nhiệt của các hệ thống chủ động tốt hơn so với các hệ thống bị động, nhưng hệ thống chủ động lại đòi hỏi nhiều thành phần và tiêu thụ năng lượng.

Đối với nước ta, cấu tạo mái cần đạt được các yêu cầu về cách nhiệt, cách nước, nhẹ nhàng, dễ bảo trì, dễ lắp đặt và chi phí thấp.

5.5.2. Cách nhiệt cho mái bằng

1. Mái bằng

Việc sử dụng các sàn bê tông cốt thép làm mái nhà mà không có cách nhiệt có thể dẫn đến nhiều vấn đề liên quan đến sự tiện nghi nhiệt và bảo trì cấu trúc tấm bê tông. Khi mái bằng bê tông tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng mặt trời, mái có thể hấp thụ rất nhiều nhiệt. Nhiều nghiên cứu trong nước và nước ngoài đã chứng minh rằng bê tông và các vật liệu gốc xi măng có thể hấp thụ năng lượng và giữ nhiệt trong thời gian dài, đặc biệt vào thời gian

mà nhiệt độ của môi trường cao, dao động từ 31°C vào mùa đông và 37°C vào mùa hè ở vùng nhiệt đới [Nguồn: C. Daily, E.H. Helmer, M. Quiñones; *Mapping the climate of Puerto Rico, Vieques and Culebra; International Journal of Climatology*, 23 (2003), pp. 1359-1381]. Nhiệt năng lượng Mặt trời sẽ được truyền vào bên trong mái và do đó mặt trần có thể có nhiệt độ cao. Mặt trần lúc này sẽ như là bề mặt tấm nóng, bức xạ xuống không gian bên dưới, ảnh hưởng đến tiện nghi nhiệt của phòng. Hơn nữa, vật liệu xi măng giữ lưu năng lượng nhiệt trong khoảng thời gian vượt quá chu trình ngày đêm bình thường (từ khi mặt trời mọc đến khi mặt trời lặn). Có thể khoảng 19-23 giờ là lúc trần nhà mới nóng nhất, trong khi nhiệt độ không khí ngoài nhà đã xuống thấp, mà nhiệt độ trần vẫn cao và tiếp tục bức xạ xuống con người. Khoảng thời gian ban đêm không đủ để xả năng lượng nhiệt mà mái đã hấp thụ.

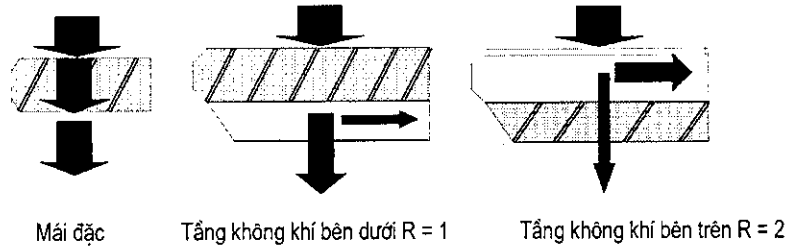
Trong các công trình có sử dụng điều hòa không khí, tấm sàn mái có thể trở thành một nguồn nhiệt làm tăng tải lạnh của máy điều hòa không khí dẫn đến chi phí năng lượng cao hơn. Việc hấp thụ một lượng lớn nhiệt cũng dẫn đến giãn nở nhiệt của tấm sàn mái. Khí hậu nước ta khắc nghiệt, thời tiết thay đổi đột ngột, nhiệt độ và độ ẩm cao, có khi trời đang nắng nóng lại xảy ra mưa rào, khiến cho vật liệu mặt mái co giãn nhiều lần và dần dần có thể phát sinh các vết nứt theo nhiều dạng chân chim khác nhau.

2. Cách nhiệt bằng tầng không khí lưu thông

Để có mái bằng bê tông cốt thép cách nhiệt tốt mà trọng lượng bản thân lại nhỏ, chi phí đầu tư thấp, nên sử dụng tầng không khí lưu thông trong mái để tăng cường khả năng cách nhiệt. Ban ngày mái cách nhiệt tốt, ban đêm lại nguội nhanh hơn, không có hiện tượng nóng âm i như mái bê tông đặc.

Cấu tạo mái có tầng không khí lưu thông thường gồm có 2 tầng kết cấu: tầng kết cấu nặng, chịu lực và tầng kết cấu mỏng - là lớp lợp bên trên hoặc là lớp trần bên dưới. Kẹp ở giữa 2 lớp kết cấu này là tầng không khí lưu thông (hình 5.45).

Mái có tầng không khí lưu thông gồm có 2 loại cơ bản: tầng không khí lưu thông nằm ở phía trên tầng kết cấu nặng và tầng không khí lưu thông nằm ở phía dưới tầng kết cấu nặng (hình 5.45). Đặt tầng không khí ở phía trên hay phía dưới của tầng kết cấu dày nặng sẽ đưa đến hiệu quả cách nhiệt của kết cấu bao che rất khác nhau, như thể hiện ở hình 5.45. Với tổng chiều dày và trọng lượng của kết cấu mái như nhau, nhưng nếu cấu tạo mái có tầng dưới dày, tầng trên mỏng thì khả năng cách nhiệt bức xạ mặt trời gấp 2-3 lần so với cấu tạo mái có tầng trên dày, tầng dưới mỏng.

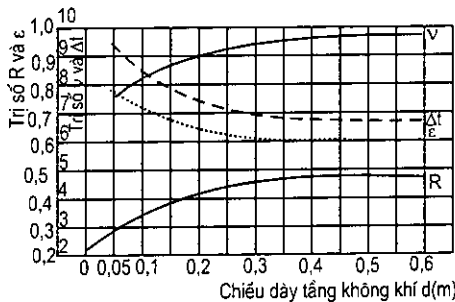


Hình 5.45. Hiệu quả cách nhiệt khác nhau khi sắp xếp vị trí lớp không khí lưu thông khác nhau [Phạm Ngọc Đăng, 2008]

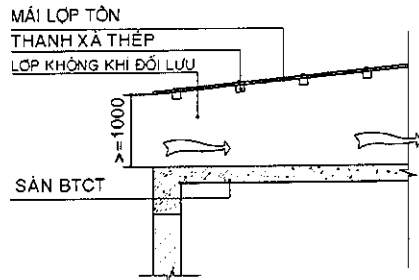
Truyền nhiệt qua mái đặc (hình 5.45) trong trạng thái truyền nhiệt ổn định, lượng nhiệt từ môi trường bên ngoài truyền đến mặt mái bao nhiêu thì nó sẽ truyền qua mái đặc vào nhà bấy nhiêu. Nhưng truyền nhiệt qua mái có tầng không khí lưu thông thì một phần nhiệt đáng kể truyền qua lớp kết cấu phía trên sẽ được không khí lưu thông mang ra ngoài.

Lượng không khí lưu thông qua tầng không khí của mái càng nhiều, mái càng cách nhiệt tốt. Khả năng cách nhiệt của mái phụ thuộc phi tuyến tính vào chiều dày của tầng không khí lưu thông, chiều dày của tầng không khí càng lớn thì nhiệt trở của mái càng tăng, nhưng đến một giới hạn nhất định nào đó thì tác dụng làm tăng nhiệt trở của tầng không khí sẽ không còn rõ rệt nữa, theo kết quả nghiên cứu của GS. Phạm Ngọc Đăng [3] chiều dày tầng không khí lưu thông hợp lý có thể là từ 30 - 40cm (hình 5.46). Theo dự thảo QCVN 09: 2013/BXD nếu mái bằng bê tông cốt thép được che nắng hơn 90%, bề mặt mái được che nắng bằng một lớp kết cấu cố định có thông gió thì không cần yêu cầu cách nhiệt cho bề mặt mái đó. Yêu cầu kết cấu che nắng cho mái phải cách bề mặt mái ít nhất 1m (hình 5.47).

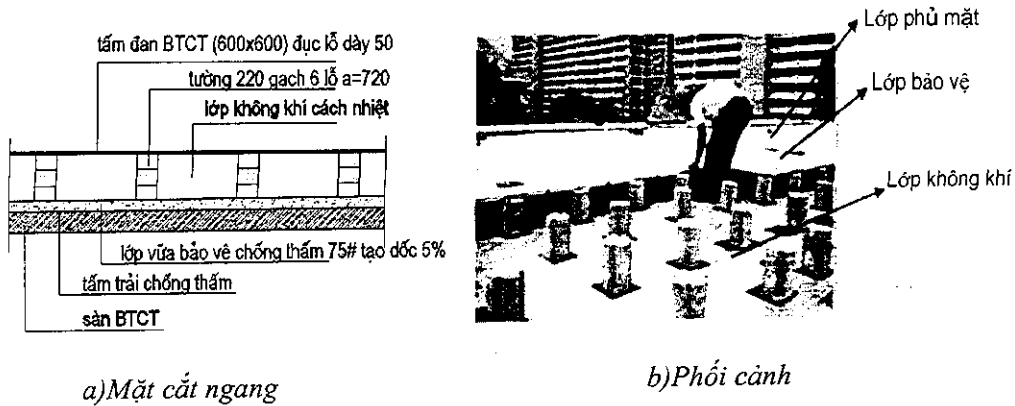
Sau đây là một số hình minh họa cấu tạo mái bằng chống nóng bằng tầng không khí lưu thông.



Hình 5.46. Ảnh hưởng của chiều dày tầng không khí lưu thông đối với tính năng kỹ thuật của mái (R: nhiệt trở; v: hệ số tắt dao động; ε: độ trễ dao động; Δt: hiệu số nhiệt độ giữa mặt trần và không khí trong nhà).

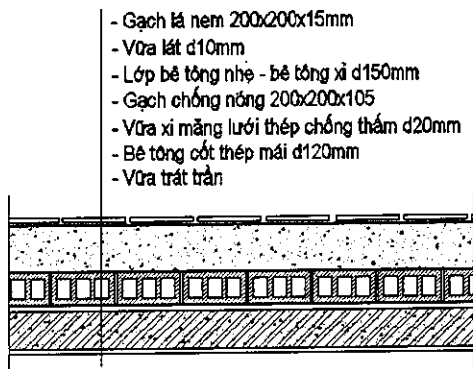


Hình 5.47. Kiểu mái bằng lợp tôn tạo tầng không khí cách nhiệt



Hình 5.48. Kiểu mái bằng dùng tấm bê tông có đục lỗ thoát nhiệt làm lớp phủ mặt

Nếu áp dụng mái cách nhiệt bằng gạch rỗng dày 105mm thì trên lớp gạch rỗng cần có thêm lớp bê tông nhẹ - bê tông xi - dày 150mm, hình 5.48 và các lớp vật liệu của mái cho ở bảng 5.49 [Nguồn: Quy chuẩn xây dựng QCVN 09:2013/BXD].



Hình 5.49. Mái bằng cách nhiệt bằng lát gạch rỗng

Bảng 5.19. Các lớp vật liệu và đặc tính cách nhiệt của mái bằng lát gạch rỗng

STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_{00} , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	1,140	$R_0 > 1,0 m^2.K/W$ Đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Lớp bê tông nhẹ - bê tông xi	0,150	0,41		
4	Gạch đất sét nung (phần liên tục)	0,105	0,81		
5	Gạch đất sét nung (phần vách)	0,053	0,81		

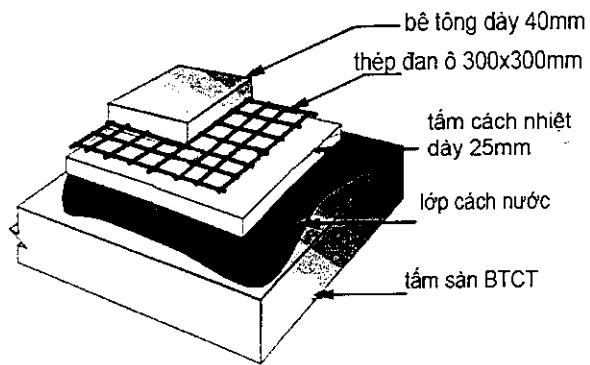
Bảng 5.19. (tiếp theo)

STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
6	Không khí lỗ rỗng $R_a=0,22m^2.K/W$	00,053	1,55		
7	Vữa xây mạch dọc	0,015	0,93		
8	Vữa xi măng lưới thép	0,02	0,93		
9	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
10	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

3. Mái cách nhiệt bằng tấm xốp polystyrene

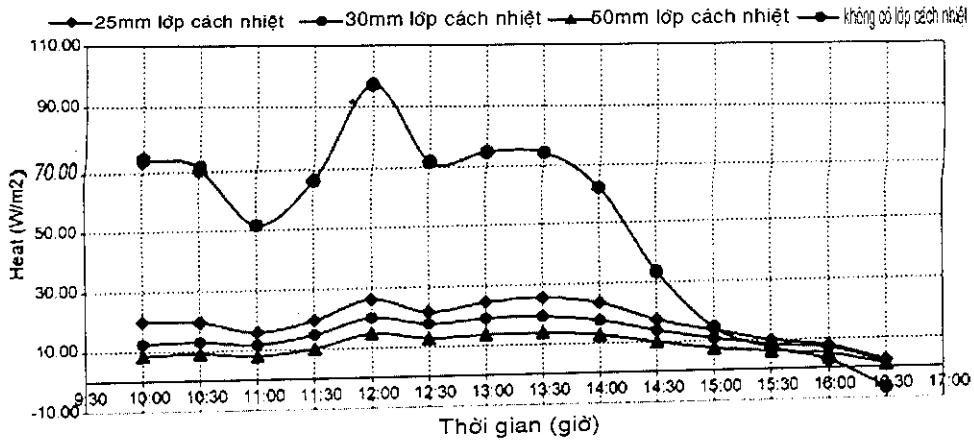
Tấm cách nhiệt polystyrene có thể được coi như là một thay thế cho mái nhà cách nhiệt dạng thông thường cho các công trình một tầng hay tầng trên cùng của nhà nhiều tầng sử dụng điều hòa không khí do tính ưu việt về hiệu suất nhiệt của nó. Mái nhà cách nhiệt bằng tấm xốp polystyrene có những lợi ích như chi phí năng lượng vòng đời thấp hơn (nếu sử dụng điều hòa không khí quanh năm), kháng bão tốt hơn và chi phí bảo trì thấp.

Một hệ thống cách nhiệt sàn mái điển hình được áp dụng tại các nước tiên tiến trên thế giới được hiển thị trong hình 5.50. Độ dày tấm cách nhiệt có nhiều loại: 25, 30, 38, 50, 100mm. Độ dày này càng lớn thì sẽ càng có ảnh hưởng tốt đến giảm tải lạnh đối với điều hòa không khí (hình 5.51). Khi độ dày tấm cách nhiệt được tăng từ 25 mm đến 38 - 50mm thì có sự giảm đáng kể trong thành phần của tải lạnh điều hòa không khí [nguồn: R.U. Halwatura, M.T.R. Jayasinghe;



Hình 5.50. Cấu tạo mái bằng cách nhiệt điển hình

Influence of insulated roof slabs on air conditioned spaces in tropical climatic conditions - A life cycle cost approach; Energy and Buildings; Volume 41, Issue 6, June 2009, Pages 678-686]. Nhiều công trình xanh tại Malaysia đều sử dụng kiểu mái này với tấm cách nhiệt dày 100mm.



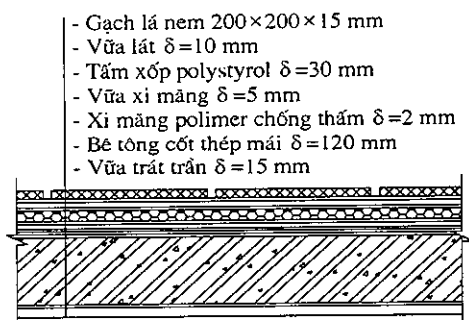
Hình 5.51. Giá trị lượng nhiệt truyền qua mái vào nhà theo từng loại tấm cách nhiệt

Hình 5.52, hình 5.53 và bảng 5.20 là chi tiết mái nhà trong Quy chuẩn xây dựng QCVN 09:2013/BXD đạt yêu cầu cách nhiệt với tấm xốp polystyrene dày 30mm.

Hiện nay tại Việt Nam một số công trình có yêu cầu đặc biệt đã áp dụng cả hai giải pháp để cách nhiệt cho mái là: cách nhiệt bằng tấm vật liệu xốp và bên trên có thêm lớp không khí lưu thông (hình 5.53).

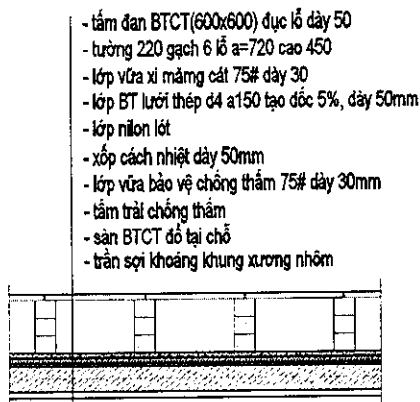
Bảng 5.20. Các lớp vật liệu và đặc tính cách nhiệt

STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	1,140	$R_o > 1,0 m^2.K/W$ Đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Tấm polystyrol	0,03	0,04		
4	Vữa xi măng	0,05	0,93		
5	Vữa xi măng polymer chống thấm	0,002	0,93		
6	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
7	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		



- Gạch lá nem 200×200×15 mm
- Vữa lát $\delta=10$ mm
- Tấm xốp polystyrol $\delta=30$ mm
- Vữa xi măng $\delta=5$ mm
- Xi măng polimer chống thấm $\delta=2$ mm
- Bê tông cốt thép mái $\delta=120$ mm
- Vữa trát trần $\delta=15$ mm

Hình 5.52. Chi tiết mái nhà trong
QCVN 09:2013/BXD

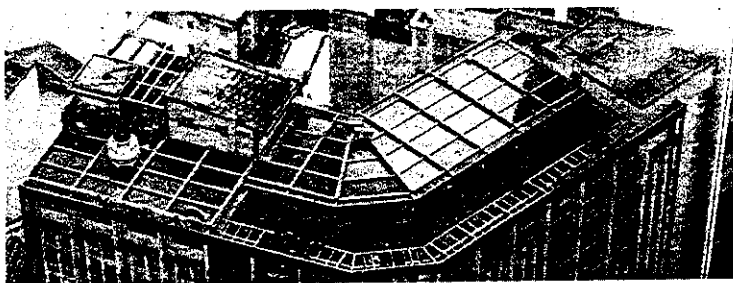


- tấm đan BTCT(600x600) đục lỗ dày 50
- tường 220 gạch 6 lỗ a=720 cao 450
- lớp vữa xi măng cát 75# dày 30
- lớp BT lưới thép d4 a150 tạo dốc 5%, dày 50mm
- lớp nilon lót
- xốp cách nhiệt dày 50mm
- lớp vữa bảo vệ chống thấm 75# dày 30mm
- tấm trải chống thấm
- sàn BTCT đổ tại chỗ
- trần sợi khoáng khung xương nhôm

Hình 5.53. Mái cách nhiệt bằng xốp
và lớp không khí lưu thông

4. Mái cách nhiệt bằng hệ thống chứa nước thường xuyên trên mái

Là loại mái chứa nước trên toàn bề mặt mái để cách nhiệt. Mái dạng này có tính ổn định nhiệt cao, khả năng cách nhiệt về mùa hè và mùa đông tương tự nhau, vì vậy phù hợp với loại công trình quanh năm có yêu cầu sử dụng điều hoà không khí nhân tạo (hình 5.54).



Hình 5.54. Bể nước cạn trên mái

5. Mái cách nhiệt bằng trồng cây trên mái

Việc tạo ra các thảm thực vật trên mái nhà không những giải quyết yêu cầu cách nhiệt cho mái mà còn là một lựa chọn khả thi để giải quyết nhiều vấn đề xã hội và môi trường, ví dụ như trường hợp khu đô thị sinh thái Augustenborg (Malmö, Thụy Điển) đã nêu trong chương 1. Mái nhà trồng cây giúp giảm hiệu ứng "đảo nhiệt đô thị" trong khu vực xây dựng mật độ cao và tạo ra một môi trường tự nhiên.

Thảm thực vật trên mái làm giảm đáng kể nhiệt độ trong tấm sàn mái. Nhiệt độ trên mái nhà có thể được giảm đến 15°C tùy thuộc vào loại thảm

thực vật, điều này giảm hệ số truyền của bức xạ mặt trời lên đến 50%, theo đó lượng nhiệt truyền vào nhà cũng giảm đi đáng kể, kết quả là tải lạnh đối với ĐHKK cũng giảm mạnh [Nguồn: R.U. Halwatura, M.T.R. Jayasinghe; *Strategies for improved micro-climates in high density residential developments in tropical climates; Energy for sustainable development, XI (2007), pp. 54-65*]

Cấu tạo chi tiết của mái nhà cách nhiệt bằng thảm thực vật được đề cập trong mục 9.7.3 - Thiết kế trồng cây xanh trên mái nhà của chương IX.

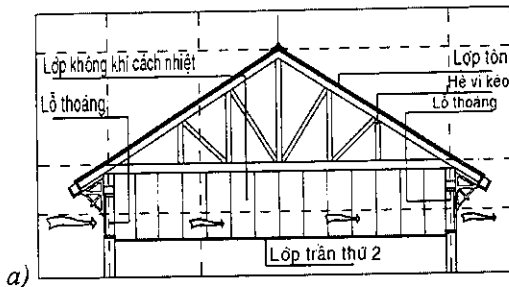
5.5.3. Cách nhiệt cho mái dốc

Mái dốc thường được cấu tạo bằng các lớp lợp có vật liệu nhẹ như: lợp ngói, tôn... hay được cấu tạo kiên cố bằng lớp bê tông cốt thép dầm ngói. Phía dưới lớp mái là trần được làm bằng các vật liệu như thạch cao, nhựa, tấm chất dẻo tổng hợp, gỗ dán, gỗ ép, tấm kim loại...

Vào ban ngày nhiệt được hấp thụ bởi các mái nhà. Nhiệt này được truyền qua lớp lợp và lưu lại trong hầm mái dẫn đến trần sẽ nóng. Trần bị nóng, sau đó tỏa nhiệt vào không gian sống của con người ở bên dưới trần. Với những ngôi nhà không có trần, sức nóng từ mái nhà sẽ bức xạ trực tiếp đến những người sử dụng trong nhà.

Có ba giải pháp cách nhiệt cho mái dốc:

- *Giải pháp 1:* Với chi phí thấp là sử dụng thông gió hầm mái: không khí lưu thông mang nhiệt lượng đi, giảm bớt nhiệt nóng truyền vào phòng. Thông gió cho hầm mái cũng giảm thiểu sự tích tụ của độ ẩm bên trong hầm mái. Đối với một hệ thống hoàn toàn thụ động, cần tạo các lỗ thông hơi bên trên trần nhà (hình 5.55a) hay dùng quạt thông gió lắp đặt trên mái nhà.



Hình 5.55a. Mái dốc có tầng không khí lưu thông trên trần



Hình 5.55b. Mái dốc có lớp vật liệu cách nhiệt

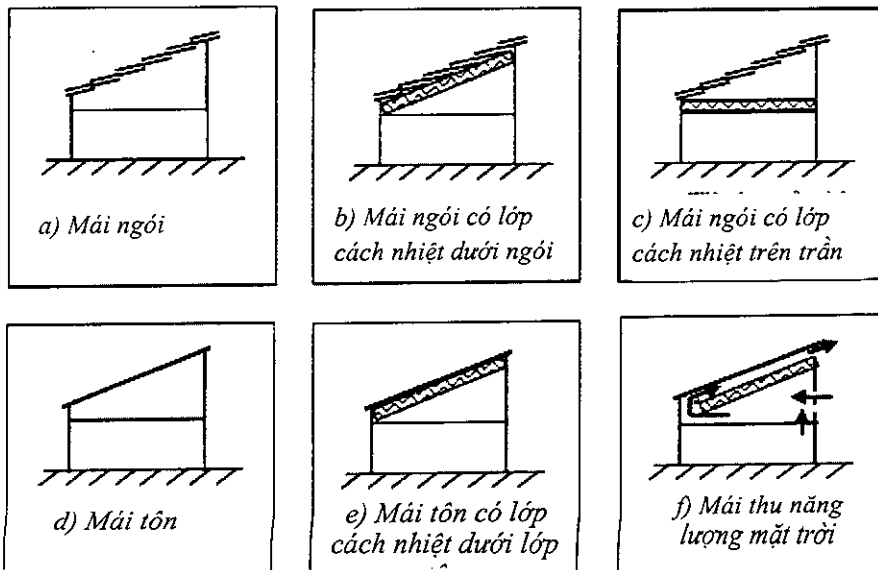
- *Giải pháp 2:* Cách nhiệt hiệu quả hơn là đặt vật liệu cách nhiệt (bông khoáng, sợi thủy tinh, tấm polystyrene, xốp cách nhiệt) ở hầm mái (có thể

nằm dưới lớp lợp hoặc bên trên trần), có chức năng như một tầng cản nhiệt bức xạ truyền vào nhà.

- *Giải pháp 3*: Cách nhiệt cho lớp bao che mái, không sử dụng hầm mái. Trường hợp này thường được sử dụng cho mái lợp ngói hay mái BTCT lợp ngói khi người thiết kế muốn sử dụng không gian tạo hình của tầng áp mái. Trần giả và lớp cách nhiệt được đặt dưới kết cấu lớp lợp (mái ngói) hay kết cấu chịu lực của mái (mái BTCT), nghiêng theo độ dốc mái (hình 5.55b).

Ông K.S.Ong đã tiến hành thử nghiệm một số dạng mái dốc có trần để so sánh hiệu quả về nhiệt kỹ thuật của chúng. Các mẫu mái đã được xây dựng và đặt cạnh nhau ở ngoài trời để có cùng điều kiện dữ liệu của nhiệt độ mái nhà, hầm mái và trần nhà để so sánh hiệu quả của chúng [Nguồn: K.S.Ong; *Temperature reduction in attic and ceiling via insulation of several passive roof design; Energy Conversion and Management; Volume 52, Issue 6, June 2011, Pages 2405-2411*]. Các mẫu mái được thử nghiệm là:

- Mái ngói lợp có trần treo (hình 5.56a);
- Mái ngói có trần treo, vật liệu cách nhiệt là tấm nhôm mỏng dính sợi thủy hoặc lớp bông khoáng được lắp ở mặt phía dưới của lớp lợp (hình 5.56b);
- Mái ngói có trần treo, tấm mỏng cách nhiệt đặt trên các tấm trần (hình 5.56c);
- Mái tôn có trần treo (hình 5.56d);



Hình 5.56. Các mẫu mái dốc thử nghiệm

- Mái tôn có trần treo, tấm mỏng cách nhiệt đặt ở mặt dưới lớp lợp (hình 5.56e);

- Mái bằng bên trên đặt tấm thu năng lượng mặt trời, được thiết kế kết cấu 2 lớp với không khí thổi qua do áp lực nhiệt do không khí bị đốt nóng hay do đối lưu tự nhiên giữa hai lớp mái (hình 5.56f).

Kết quả thử nghiệm như sau:

a. Nhiệt độ mặt mái:

- Vật liệu ngói: mái ngói có trần treo - trường hợp (a) có nhiệt độ thấp nhất vì nhiệt thoát ra vào môi trường cũng như hầm mái bên dưới là lớn nhất. Mái ngói có cách nhiệt bên dưới lớp lợp - trường hợp (b) có nhiệt độ cao nhất bởi vì nhiệt mái không thể thoát ra môi trường xung quanh cũng như vào hầm mái bên dưới.

- Vật liệu tôn: mái tôn với vật liệu cách nhiệt bên dưới lớp lợp - trường hợp (e) dẫn đến nhiệt độ mái cao nhất.

- Mái bằng tấm thu năng lượng mặt trời - trường hợp (f): nhiệt độ của mái nhà dao động rất nhiều. Nhiệt độ trung bình cả ngày là thấp hơn khoảng 7°C so với nhiệt độ mái ngói thông thường.

b. So sánh nhiệt độ hầm mái

- Vật liệu ngói: hầm mái có nhiệt độ cao nhất là trường hợp mái ngói - trường hợp (c), sau đó là mái ngói không có vật liệu cách nhiệt - trường hợp (a) và cuối cùng là mái ngói có tấm cách nhiệt phía dưới lớp ngói - trường hợp (b). Điều này cho thấy rằng việc tạo ra vật liệu cách nhiệt phía dưới lớp ngói là hiệu quả nhất vì nó ngăn cản nhiệt xâm nhập vào không gian tầng áp mái.

- Vật liệu tôn: mái tôn có tấm cách nhiệt làm cho hầm mái mát hơn so với mái tôn không có cách nhiệt.

- Mái nhà có tấm thu năng lượng mặt trời tạo ra hầm mái mát nhất, thấp hơn khoảng 13°C so với mái ngói tiêu chuẩn không cách nhiệt. Đối với thiết kế mái này, nhiệt độ hầm mái không bao giờ vượt quá $37-38^{\circ}\text{C}$, hầu như suốt cả ngày.

c. So sánh nhiệt độ trần

Sự khác biệt giữa nhiệt độ của các trần khác biệt ít hơn nhiều so với mái nhà hoặc tấm mái. Nhiệt độ trần với mái ngói có cách nhiệt ở dưới mái hay cách nhiệt ở trên trần là như nhau, nhưng thấp hơn so với mái ngói không có cách nhiệt là khoảng 4°C . Mái tôn có vật liệu cách nhiệt giúp cho trần nhà mát hơn mái nhà không có vật liệu cách nhiệt. Đúng như dự đoán, trần nhà trong trường hợp mái nhà bằng tấm thu năng lượng mặt trời là tuyệt vời nhất, khoảng $36-37^{\circ}\text{C}$.

d. Kết luận

- Mái tôn với vật liệu cách nhiệt bên dưới làm cho nhiệt độ mái cao nhất.
- Mái bằng tấm thu năng lượng mặt trời tạo ra hầm mái mát nhất.
- Vật liệu cách nhiệt đặt dưới lớp lợp hiệu quả hơn đặt trên trần nhà.

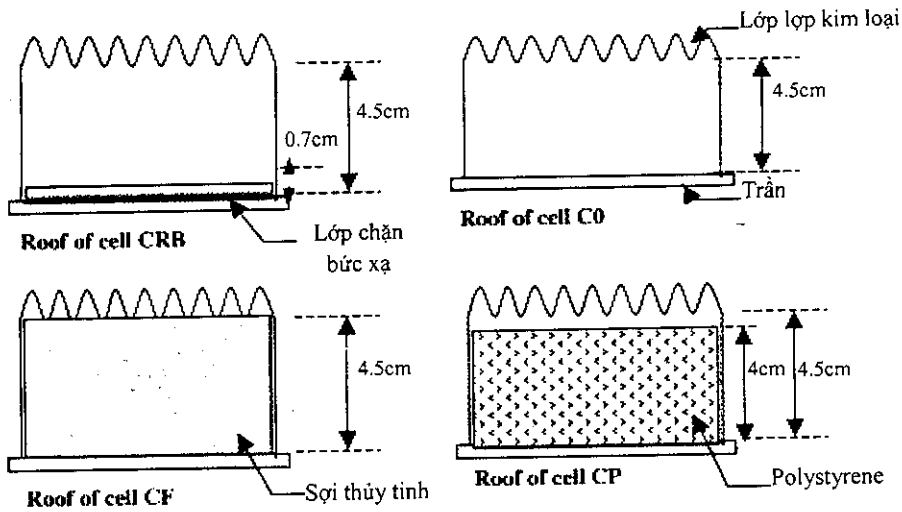
5.5.4. Cách nhiệt cho mái có hình dạng tự do được phủ bằng tấm lợp kim loại

Tấm lợp kim loại đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều thập kỷ qua nhờ có nhiều lợi thế như trọng lượng nhẹ, độ bền lâu và lắp đặt đơn giản hơn so với các loại tấm lợp khác. Dưới ánh nắng Mặt trời cường độ mạnh, tấm lợp kim loại có sóng thường có thể đạt tới nhiệt độ rất cao do hàm nhiệt của nó thấp, và gây ra không khí ngột ngạt trong phòng đóng kín. Nhiệt độ này có thể ảnh hưởng xấu đến sức khỏe người sử dụng và gây ra một sự lãng phí lớn về năng lượng, như là điện để chạy hệ thống làm mát. Đây là bất lợi lớn nhất của mái kim loại.

T.Soubdhan và các cộng sự đã thử nghiệm trên quy mô nhỏ bốn mẫu mái có lớp lợp kim loại đặt cạnh nhau nhằm mục đích xác định ảnh hưởng của vật liệu ngăn bức xạ nhiệt và vật liệu ngăn truyền nhiệt bức xạ xuyên qua kết cấu bao che công trình. Mẫu thứ nhất là mái kim loại với polystyrene được gọi là CP, mẫu thứ hai là mái kim loại với vật liệu ngăn bức xạ được gọi là CRB; mẫu thứ ba là mái kim loại với sợi thủy tinh được gọi là CF và cuối cùng mái kim loại không có vật liệu cách nhiệt, được coi là đối chứng tham khảo, được gọi là C0 (Hình 5.57) [Nguồn: T. Soubdhan, T. Feuillard, F. Bade; *Experimental evaluation of insulation material in roofing system under tropical climate*; *Solar Energy*, 79 (2005), pp. 311-320].

Sau đó ông ta đã so sánh hiệu quả của việc sử dụng vật liệu cách nhiệt khác nhau (polystyrene, lớp ngăn bức xạ và sợi thủy tinh), hiệu ứng màu sắc của mái nhà (màu trắng và màu đen) cũng như các tác động của thông gió trong không gian hầm mái trong điều kiện khí hậu nóng ẩm. Kết quả cho thấy:

- Rõ ràng là trong hệ thống mái mà chỉ có tấm lợp kim loại, không có vật liệu cách nhiệt thì chế độ truyền nhiệt chủ yếu chỉ là bức xạ. Nhiệt bức xạ chiếm khoảng 86% tổng số truyền nhiệt qua mái vào nhà. Khi đặt thêm lớp ngăn bức xạ vào mái, chế độ truyền nhiệt bức xạ vẫn còn chiếm ưu thế, nhưng tổng lượng nhiệt qua mái vào nhà giảm. Dù mái nhà vẫn hấp thụ nhiệt, lớp chặn bức xạ đã làm giảm đáng kể luồng nhiệt bức xạ truyền qua mái vào nhà: từ 33% (khi lớp lợp màu trắng) đến 37% (khi lớp lợp màu đen).



Hình 5.57. Các mẫu mái lợp kim loại thử nghiệm

- Khi nhiệt lượng bức xạ Mặt trời thay đổi thì quá trình truyền nhiệt khác cũng được thay đổi. Hệ số hấp thụ BXMT của mái thấp sẽ làm giảm nhiệt hấp thụ bức xạ tới 50%, từ đó lượng nhiệt truyền vào nhà sẽ giảm khoảng 32%. Hệ số hấp thụ cao làm tăng nhiệt hấp thụ bức xạ tới 46%, từ đó lượng nhiệt truyền vào tăng 42%.

- Lượng nhiệt phản xạ do lớp ngăn bức xạ làm tăng nhiệt độ bề mặt mái nhà. Điều này nói lên rằng lớp không khí ở hẻm mái cần được thông gió để "thổi đi" lượng nhiệt bức xạ. Khi không gian không khí của mái đã được thông gió, lớp ngăn bức xạ hiệu quả hơn polystyrene và sợi thủy tinh.

- Ngay cả khi lớp không khí của mái không được thông gió, lớp ngăn bức xạ luôn luôn có tác dụng giảm lượng nhiệt truyền vào nhà. Khi hệ số hấp thụ bên ngoài của mái là $\alpha = 0,3$, việc giảm tổng lượng nhiệt do lớp ngăn bức xạ là 37%, với hệ số hấp thụ bên ngoài của mái là $\alpha = 0,9$ lượng nhiệt giảm là 33% .

Khi lớp không khí của mái không được thông gió, vật liệu polystyrene cách nhiệt tốt hơn sợi thủy tinh và lớp ngăn bức xạ.

5.6. ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU BAO CHE CỦA NHÀ SIÊU CAO TẦNG

[Nguồn: Yeang, Ken; *The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer*; Academy Group, Ltd; London 1996]

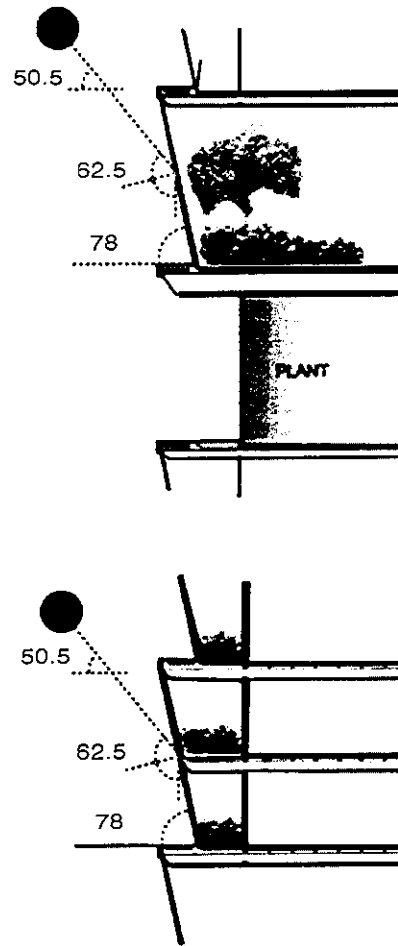
Do nhà có chiều cao rất lớn, tòa nhà chọc trời được tiếp xúc trực tiếp với Mặt trời nhiều hơn so với các công trình thấp tầng, nên nó sẽ chịu tác động

toàn bộ của nhiệt độ bên ngoài và ánh nắng Mặt trời trực tiếp. Vì vậy, việc chọn lựa hướng tổng thể của tòa nhà siêu cao tầng có vai trò hết sức quan trọng về hiệu quả năng lượng.

Cũng như mọi công trình khác, nguồn nhiệt lớn nhất truyền vào tòa nhà siêu cao tầng là qua cửa sổ và tường kính. Bức xạ trực tiếp chiếu qua cửa sổ thay đổi rõ rệt theo thời gian trong ngày và góc tới của Mặt trời. Mở cửa ở các hướng Bắc - Nam sẽ giảm thiểu sự hấp thụ nhiệt năng lượng Mặt trời và do đó giảm tải lạnh cho máy điều hòa không khí của tòa nhà. Ngoại trừ những vị trí cần đề cao tầm nhìn, cửa sổ của công trình siêu cao tầng mà tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng Mặt trời nhất thiết phải kết hợp với rèm che và kết cấu che nắng. Tường hoàn toàn bằng kính có rèm (do yêu cầu thẩm mỹ), hoàn toàn có thể được sử dụng trên các mặt đứng hướng Bắc và Nam (ít năng lượng mặt trời chiếu vào), nhưng các mặt đứng "nóng" như hướng Tây và Đông và các hướng lân cận thì nhất thiết phải có kết cấu che nắng để chống chói và đảm bảo chất lượng ánh sáng vào không gian trong nhà không bị chói mắt.

Các bức tường bên ngoài của tòa nhà siêu cao tầng Xanh nên được coi như là một "bộ lọc" hơn là như một lớp da kín. Lý tưởng nhất, bức tường bên ngoài của tòa nhà chọc trời nên hoạt động như một bộ lọc có phần cảm biến để kiểm soát tốt hệ thống thông gió tự nhiên, bảo vệ khỏi ánh nắng Mặt trời, điều chỉnh khi mưa bão và che chắn mưa, thoát nước khi mưa lớn.

Nhiệt tác động vào bề mặt bao che của công trình siêu cao tầng là sự kết hợp của các ảnh hưởng bức xạ và đối



Hình 5.58. Ý tưởng cấu tạo kết cấu bao che của tòa nhà siêu cao tầng Viettinbank (KTS: Foster & Partners)

lưu. Thành phần bức xạ bao gồm tia bức xạ mặt trời, bức xạ bầu trời và trao đổi nhiệt bức xạ với môi trường xung quanh. Tác động nhiệt đối lưu là một chức năng của sự thay đổi của không khí bên trong công trình và có thể được tăng tốc bằng sự chuyển động của không khí. Tác động thay đổi không khí có thể được tăng lên theo cách làm loãng bức xạ trên một diện tích lớn hơn bằng việc sử dụng các bề mặt cong như mái cuốn, mái vòm, mái tròn, mái có cửa hay các kiểu mái đặc biệt dạng tháp nhô lên để tăng tỷ lệ đối lưu.

Bề mặt tường có ánh nắng mặt trời trực tiếp nên cần được che nắng. Tính cách nhiệt của vật liệu cách nhiệt tấm ốp và "độ trễ" là đặc điểm cần được xem xét. Vật liệu bao phủ bên ngoài kết cấu bao che được sử dụng có thể là lớp "da" cách nhiệt hiệu quả hay thiết kế theo dạng kết cấu hai lớp và có khoảng thông gió giữa hai lớp (hình 5.58).

5.7. THIẾT KẾ NỀN NHÀ CHỐNG NỒM

"Nồm" là tiếng dân gian để chỉ hiện tượng thời tiết ẩm ướt đặc thù của khí hậu Việt Nam. Trong xây dựng kiến trúc "nồm" là hiện tượng đọng sương (dân gian thường gọi là "đổ mồ hôi") trên mặt trong của cấu tạo bao che nhà, đặc biệt là ở mặt nền nhà, cũng như ở bề mặt đồ đạc trong nhà. Hiện tượng nồm hầu như chỉ xảy ra ở miền Bắc và Bắc miền Trung Việt Nam, là khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa biến tính với thuộc tính cơ bản là nóng ẩm nhưng có mùa Đông lạnh giá buốt, mùa Hè mưa nhiều; thường xuyên có độ ẩm không khí cao trong cả mùa Đông và mùa Hè; biên độ dao động nhiệt độ mùa Đông cao, thời tiết thay đổi đột ngột, dị thường.

Khí hậu miền Nam ổn định hơn nên không có hiện tượng "nồm" xảy ra.

Ở các nước hoàn toàn ôn đới hoặc thuần túy nhiệt đới hầu như không gặp hiện tượng này, vì trong nhà cửa vi khí hậu ổn định và thay đổi chậm chạp theo mùa.

Ở miền Bắc hiện tượng nồm xảy ra chủ yếu vào thời gian chuyển từ mùa đông sang mùa hè, từ tháng 2 đến tháng 4 trong năm, khi bắt đầu có gió nồm nóng ẩm thổi về làm cho thời tiết đang lạnh sâu trở nên nóng ẩm đột ngột, độ ẩm không khí càng cao thì hiện tượng nồm xảy ra càng mạnh.

Mỗi đợt nồm thường xảy ra từ 1 đến 3 ngày, có khi tới 4 đến 6 ngày, ngoài ra có nhiều đợt ngắn, hiện tượng nồm chỉ diễn ra trong 1, 2 giờ.

Tuy hiện tượng nồm chỉ xảy ra trong khoảng thời gian ngắn, song hiện tượng thời tiết này gây tâm lý rất khó chịu cho người sử dụng nhà và công

trình, gây ẩm ướt mất vệ sinh, dễ gây dịch bệnh, nồm còn làm nấm mốc phát triển phá hủy các vật liệu xây dựng và gây mất an toàn hệ thống điện trong nhà.

5.7.1. Bản chất hiện tượng nồm và điều kiện hình thành nồm [3]

Bản chất hiện tượng nồm là quá trình ngưng tụ hơi nước trong không khí, là quá trình biến đổi pha từ trạng thái hơi thành trạng thái nước. Quá trình đó chỉ có thể xảy ra trên bề mặt nền nhà và các kết cấu bao che, khi nhiệt độ các bề mặt đó thấp hơn nhiệt độ điểm sương của không khí ẩm tiếp xúc với chúng.

Theo kết quả nghiên cứu lý thuyết về quá trình ngưng tụ hơi nước, thấy hiện tượng đọng sương, hay hiện tượng nồm chỉ xảy ra khi thỏa mãn đồng thời các điều kiện sau:

1) Có một thời gian lạnh đủ dài trước khi có hiện tượng nồm xảy ra: như ở phần trên đã trình bày, mọi vật thể đều có tính ổn định nhiệt (sức ì về nhiệt), vật càng đặc, nặng thì sức ì về nhiệt (độ trễ về nhiệt) càng lớn, nhiệt độ của nó sẽ biến đổi chậm hơn sự biến đổi của nhiệt độ không khí xung quanh. Vì vậy khi có gió nồm đột ngột thổi về, nhiệt độ bề mặt kết cấu có thể còn thấp hơn nhiệt độ “điểm sương” của không khí $\tau_{bm} < t_s$, đây là điều kiện tiên quyết xảy ra hiện tượng nồm trong kiến trúc;

2) Có sự thay đổi thời tiết đột ngột từ lạnh chuyển sang nóng ẩm và độ ẩm của môi trường không khí cao ($\varphi \geq 85\%$);

3) Có sự trao đổi không khí giữa trong và ngoài nhà là nguồn cung cấp hơi ẩm cho quá trình ngưng tụ hơi nước trên mặt nền nhà;

4) Quá trình ngưng tụ hơi nước từ không khí trên mặt kết cấu nhanh hơn quá trình bốc hơi nước từ mặt kết cấu và thẩm thấu nước vào trong kết cấu.

Kinh nghiệm thực tế cho thấy nếu thỏa mãn đồng thời các điều kiện trên, chỉ cần nhiệt độ không khí ngoài nhà lớn hơn nhiệt độ không khí trong nhà khoảng $0,7 \div 1,5^\circ\text{C}$ là có thể xảy ra hiện tượng nồm. Nhưng nếu nhiệt độ không khí của môi trường bên ngoài nhà chỉ tăng từ từ mà không tăng đột ngột thì dù chênh lệch nhiệt độ có cao hơn vẫn không xảy ra hiện tượng nồm.

Khi độ ẩm không khí của môi trường rất cao, nhiệt độ không khí bên ngoài nhà tăng đột ngột, lại thêm mưa phùn thì nồm xảy ra càng mạnh.

5.7.2. Nguyên tắc chống nồm và cấu tạo nền nhà chống nồm

Các nguyên tắc cơ bản để chống nồm là:

- Giảm độ ẩm trong không khí.

- Hạ nhiệt độ không khí, tức là hạ nhiệt độ điểm sương xuống thấp hơn nhiệt độ bề mặt nền nhà.

- Nâng nhiệt độ bề mặt nền nhà cao hơn nhiệt độ điểm sương của không khí.

Có thể sử dụng độc lập hoặc kết hợp cả 3 nguyên tắc trên để thiết kế các giải pháp chống nồm cho nền nhà.

Dùng các biện pháp kỹ thuật nhiệt

Có nhiều biện pháp kỹ thuật vi khí hậu có thể chống nồm cho nền nhà như sử dụng các thiết bị điều hòa nhiệt độ không khí để hạ thấp nhiệt độ điểm sương, làm giảm độ ẩm không khí trong phòng, hay dùng các thiết bị sưởi trong phòng để làm giảm độ ẩm không khí, hoặc dùng các thiết bị sưởi nằm trong kết cấu nền nhà để nâng nhiệt độ mặt nền lên cao hơn nhiệt độ điểm sương... Tuy vậy, với điều kiện kinh tế kỹ thuật nước ta hiện nay các biện pháp kỹ thuật này rất tốn kém và phụ thuộc vào điện năng nên chưa phù hợp, mặt khác để sử dụng hiệu quả các thiết bị này nhà ở phải được thiết kế theo kiến trúc kín hoàn toàn, điều kiện này cũng khó phù hợp với điều kiện khí hậu nóng ẩm và kiến trúc thoáng hở ở nước ta. Ngoài ra cũng có nhiều trường hợp như các sảnh thông thoáng... không thể áp dụng các biện pháp kỹ thuật này.

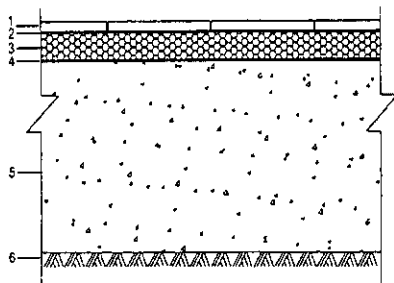
Cấu tạo nền nhà chống nồm

Để nền nhà chống nồm tốt, có thể dùng các giải pháp cấu tạo nền nhà hợp lý bằng cách sử dụng các tính năng nhiệt kỹ thuật tự nhiên của vật liệu xây dựng với chiều dày hợp lý, giải quyết kỹ thuật cách nhiệt nhằm nâng nhiệt độ mặt nền cao hơn nhiệt độ điểm sương của không khí một cách nhanh chóng. Nếu kết hợp các phương pháp kỹ thuật này với việc lựa chọn thời gian và thời điểm mở cửa thông thoáng phòng thích hợp thì hiệu quả chống nồm càng rõ rệt.

Có thể sử dụng các vật liệu xây dựng làm lớp cách nhiệt cho kết cấu nền nhà từ những vật liệu phổ thông phù hợp với thói quen của dân tộc ta như dùng lớp xỉ lò cao dạng hạt, lớp đệm không khí... đến các vật liệu cao cấp hơn như gạch gốm bọt (gốm xốp cách nhiệt), polystirol (xốp)...

Nền nhà chống nồm được thiết kế theo nguyên tắc hệ số hàm nhiệt bề mặt của kết cấu nền nhà - trị số Y - đủ nhỏ để đảm bảo nhiệt độ bề mặt nền nhà (τ_{bm}) thay đổi nhanh theo nhiệt độ môi trường xung quanh.

Nền nhà chống nồm có các lớp cấu tạo cơ bản như sau (xem hình 5.59).



Chú dẫn:

- 1) Lớp vật liệu mặt nền nhà
- 2) Lớp cách nước (chống thấm)
- 3) Lớp vật liệu cách nhiệt
- 4) Lớp cách nước
- 5) Lớp bê tông chịu lực hoặc bê tông gạch vỡ
- 6) Đất nền đảm chặt

Hình 5.59. Cấu tạo các lớp vật liệu của nền nhà chống nồm

Lựa chọn vật liệu các lớp trong kết cấu nền nhà chống nồm

Lớp 1: Là mặt sàn thông thường có yêu cầu thẩm mỹ, độ bền và chống mài mòn cao. Lớp này thường có độ chắc đặc và quán tính nhiệt lớn, độ dày của chúng nên chọn càng nhỏ càng tốt. Các vật liệu phù hợp cho lớp 1 là gạch men sứ có độ dày $\leq 7\text{mm}$, vật liệu granit, gạch gốm nung dày $\leq 10\text{mm}$, vật liệu composit dày $\leq 7\text{mm}$, gỗ packet hoặc ván dày $\leq 20\text{mm}$.

Hiện tượng nồm thể hiện rất rõ trên bề mặt lớp 1, nếu nền nhà chống nồm tốt thì bề mặt nền sẽ khô, không thấy ẩm ướt, khi dùng các ngón tay miết nhẹ lên bề mặt của chúng.

Lớp 2: là lớp chống thấm nước cho vật liệu cách nhiệt trong quá trình thi công và sử dụng sàn. Trong trường hợp kết cấu sàn có lớp 1 và 3 được chế tạo rời thì nên sử dụng giấy dầu, sơn bitum cao su... làm lớp chống thấm hoặc liên kết lớp 1 và 3 bằng keo dán, sơn bitum cao su hay vữa xi măng có độ dày $\leq 20\text{mm}$. Khi lớp 1 và 3 được chế tạo liền thành viên lát sàn thì không cần lớp chống thấm 2 mà thông thường chúng được gắn kết với nhau bằng keo hoặc bằng xi măng trên nguyên tắc độ dày của hai lớp càng nhỏ càng tốt.

Lớp 3: là lớp cách nhiệt cơ bản, có quán tính nhiệt thấp. Cần chọn vật liệu cho lớp này vừa có sức chịu tải cho sàn, vừa có đủ khả năng cách nhiệt. Vật liệu phù hợp có thể là các loại gốm bọt có $\gamma = 400 \div 700 \text{ kg/m}^3$, polystirol cường độ cao có $\gamma = 30 \div 60 \text{ kg/m}^3$, tấm đolômit có $\gamma < 500 \text{ kg/m}^3$... có cường độ chịu nén $R_n \geq 20 \text{ daN/cm}^2$.

Lớp 4: là lớp ngăn nước mao dẫn từ đất nền lên để bảo vệ lớp cách nhiệt không bị ẩm. Để làm lớp này có thể sử dụng các loại vật liệu cuộn như giấy bitum, sơn bitum cao su...

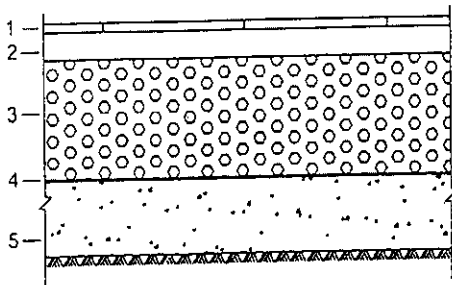
Lớp 5: là lớp bê tông lót hoặc bê tông gạch vỡ có cấu tạo tương tự như các loại sàn thông thường nhằm tăng độ cứng của nền.

5.7.3. Một số mẫu nền nhà chống nồm điển hình

[Nguồn: TCVN 9359:2012. Nền nhà chống nồm - Thiết kế và thi công]

Mẫu 1

Nền nhà được cách nhiệt bằng lớp xỉ than lò cao dạng hạt.



Nhiệt hàm bề mặt nền $\dot{Y} = 0,02 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

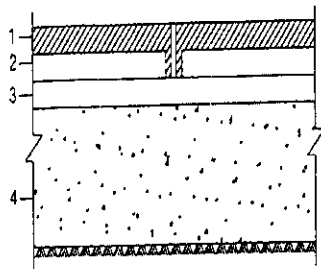
Chú dẫn:

- 1) Gạch men sứ dày 7 mm, miết mạch bằng xi măng;
- 2) Vữa lát mác 2,5 dày 20 mm;
- 3) Xi lò cao dạng hạt dày 200 mm có: γ_0 trong khoảng từ 700 kg/m³ đến 900 kg/m³; λ_0 trong khoảng từ $6 \times 10^{-4} \text{ W/m} \cdot \text{K}$ đến $7 \times 10^{-4} \text{ W/m} \cdot \text{K}$;
- 4) Màng cách nước bằng giấy dầu, sơn bitum cao su (hoặc vữa xi măng cát vàng dày 20 mm);
- 5) Bê tông gạch vỡ mác 7,5 dày 100 mm (hoặc bê tông gạch đá dăm dày 70 mm);

Hình 5.60. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng xỉ than lò cao dạng hạt

Mẫu 2

Mặt nền nhà là lớp bê tông lưới thép mặt granitô có lớp không khí kín cách nhiệt.

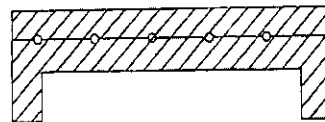


Nhiệt hàm bề mặt nền $Y = 0,021 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Chú dẫn:

- 1) Tấm lát bê tông lưới thép granitô kích thước 400 mm x 400 mm x 20 mm;
- 2) Lớp không khí kín 20 mm;
- 3) Vữa xi măng cát vàng mác 10 dày 20 mm;
- 4) Bê tông gạch vỡ mác $\geq 7,5$ dày 100 mm.

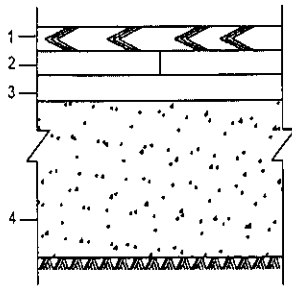
Mặt cắt của lớp bê tông lưới thép granitô:



Hình 5.61. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng tấm Granitô có lớp không khí kín

Mẫu 3

Mặt nền nhà làm bằng các thanh gỗ lim (hoặc gỗ dán, packét) được đặt trên dầm gỗ tạo thành kênh không khí kín.

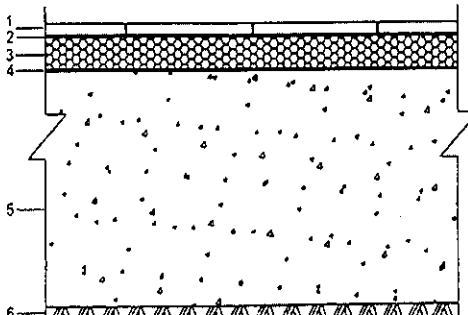


Nhiệt hàm bề mặt nền $Y = 0,017 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$

Hình 5.62. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng gỗ lát có lớp không khí kín

Mẫu 4

Nền nhà được đặt cách nhiệt bằng lớp vật liệu xốp polystyrene (EPS) cường độ cao, liên kết với gạch men sứ bằng lớp keo dán.

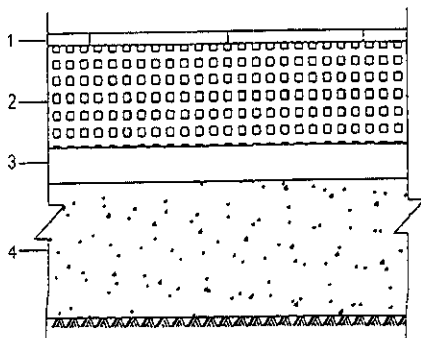


Y trong khoảng từ 0,009 đến 0,01 $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$

Hình 5.63. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng xốp polystyrene (EPS) cường độ cao

Mẫu 5

Nền nhà có gạch gốm bọt, có hai lớp cách nước bằng bitum cao su hoặc keo dán.



Nhiệt hàm bề mặt nền $Y = 0,01 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$

Hình 5.64. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng gốm bọt

Chú dẫn:

- 1) Mặt nền nhà bằng gỗ lim (hoặc gỗ dán, packet) dày 20 mm;
- 2) Lớp không khí kín 20 mm;
- 3) Vữa xi măng cát vàng mác 100 dày 20 mm;
- 4) Bê tông gạch vỡ mác $\geq 7,5$ dày 100 mm (hoặc bê tông gạch đá đầm dày 70 mm).

Chú dẫn:

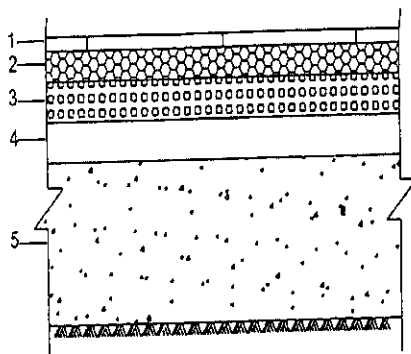
- 1) Gạch men sứ dày 7 mm miết mạch bằng xi măng;
- 2) Lớp keo dán hoặc sơn bitum cao su (không pha xăng, dầu)
- 3) Lớp vật liệu xốp polystyrene (EPS) cường độ cao dày 25 mm có: $R_n \geq 200 \text{ N}$, γ_o trong khoảng từ 35 kg/m^3 đến 60 kg/m^3 ;
- 4) Lớp chống thấm nước bằng giấy dầu, sơn bitum cao su (hoặc vữa xi măng cát vàng mác 10 dày 20 mm);
- 5) Bê tông gạch vỡ mác $\geq 7,5$ dày 100 mm (hoặc bê tông gạch đá đầm dày 70 mm).

Chú dẫn:

- 1) Gạch men sứ dày 7 mm miết mạch bằng xi măng;
- 2) Gạch gốm bọt có: $\gamma_o = 540 \text{ kg/m}^3$, $R_n \geq 200 \text{ N}$, dày 60 mm, được dán liền với gạch men sứ hồ xi măng (hoặc lớp sơn bitum cao su);
- 3) Lớp chống thấm bằng vữa xi măng cát vàng mác 10 dày 20 mm (hoặc lớp sơn bitum cao su, hay giấy dầu);
- 4) Bê tông gạch vỡ mác $\geq 7,5$ dày 100 mm.

Mẫu 6

Nền nhà có vật liệu cách nhiệt hỗn hợp: lớp vật liệu xốp polystyrene (EPS) cường độ cao và gạch gốm bọt. Các lớp được liên kết bằng keo dán.



Nhiệt hàm bề mặt nền $Y = 0,01 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$

Chú dẫn:

- 1) Gạch men sứ dày 7 mm miết mạch bằng xi măng;
- 2) Lớp vật liệu xốp polystyrene (EPS) cường độ cao dày 15 mm có: $R_n \geq 200 \text{ N}$, γ_o trong khoảng từ 35 kg/m^3 đến 60 kg/m^3 , được dán liền với gạch men sứ bằng keo (hoặc sơn bitum cao su không pha xăng, dầu);
- 3) Gạch gốm bọt dày 20 mm có: $R_n \geq 200 \text{ N}$, $\gamma_o = 540 \text{ kg/m}^3$, được dán liền với vật liệu xốp polystyrene (EPS) cường độ cao bằng keo dán (hoặc sơn bitum cao su không pha xăng);
- 4) Vữa xi măng cát vàng mác 10 dày 20 mm (hoặc dày 10 mm và có thêm lớp sơn bitum cao su);
- 5) Bê tông gạch vỡ mác $\geq 7,5$ dày 100 mm.

Hình 5.65. Mẫu nền nhà chống nồm sử dụng kết hợp gốm bọt và xốp polystyrene (EPS) cường độ cao

Chương VI

LỰA CHỌN CÁC HỆ THỐNG THIẾT BỊ TRONG CÔNG TRÌNH XANH

6.1. LỰA CHỌN VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG THIẾT BỊ THÔNG GIÓ CƠ KHÍ VÀ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm của nước ta, tốc độ chuyển động của không khí trong nhà (tốc độ gió trong nhà) có tác dụng rất quan trọng trong việc tăng cường trao đổi nhiệt (tỏa nhiệt) giữa cơ thể con người và môi trường xung quanh bằng phương thức đối lưu nhiệt và bốc hơi mồ hôi. Trong các công trình kiến trúc thông thoáng ở nước ta về mùa hè người ta thường dùng các loại quạt cơ khí để tăng cường tốc độ gió chống nóng và đảm bảo tiện nghi nhiệt trong các phòng, như là các loại quạt trần, các loại quạt tường và các loại quạt cây v.v... Các loại quạt này chỉ có tác dụng tạo ra tốc độ gió trong nhà, không nhằm mục đích trao đổi không khí giữa trong nhà và ngoài nhà.

Dưới đây chủ yếu bàn đến hệ thống thông gió cơ khí và điều hòa không khí đối với các công trình đóng kín cửa với điều kiện môi trường không khí trong nhà nhân tạo.

Đối với nhà đóng kín cửa cả hai hệ thống *thông gió cơ khí và điều hoà không khí* đều phải cung cấp đầy đủ không khí trong lành cho các không gian sinh hoạt và làm việc trong công trình. Nếu sử dụng hệ thống thông gió tự nhiên thì các yêu cầu sử dụng có thể chỉ cần quan tâm đến tốc độ gió và các thông số vi khí hậu công trình, song với các toà nhà đóng kín được cung cấp bằng 1 hệ thống thông gió cơ khí (TGCK) thì các nhu cầu sử dụng không khí trong lành (nồng độ khí CO₂ nhỏ hơn trị số quy chuẩn cho phép) lại được đặt ra theo các quy chuẩn, tiêu chuẩn đã quy định. Các nhu cầu sử dụng đối với hệ thống thông gió cơ khí hình thành từ yếu tố số người sinh hoạt và làm việc trong công trình (hoặc là khối tích hoặc là diện tích sàn nhà) tính theo lưu lượng không khí thông gió trên mỗi người trong 1 giây L/s.người hoặc nếu không thì phải biết sự thay đổi không khí $n = \frac{C}{V}$ trong 1 giờ (số lần toàn bộ khối không khí trong nhà được thay đổi mỗi giờ). Những

giá trị này chỉ mang tính hướng dẫn chung, trong thực tế nó có thể thay đổi theo các điều luật quy định của mỗi vùng.

Bảng 6.1. Lưu lượng không khí ngoài nhà (gió tươi) cho các phòng được thông gió cơ khí [TCVN 5687 : 2010 - Thông gió - Điều hòa không khí - Tiêu chuẩn thiết kế]

Loại phòng, công trình	Số lần (bội số n) trao đổi không khí trong nhà, lần/h
Công sở	6
Nhà ở, phòng ngủ	2-3
Phòng ăn khách sạn, căng tin	10
Cửa hàng, siêu thị	6
Xí nghiệp, nhà công nghiệp	6
Phòng học	8
Phòng thí nghiệm	10-12
Thư viện	5-6
Bệnh viện	6-8
Nhà hát, rạp chiếu bóng	8
Sảnh, hành lang, cầu thang, lối ra**	4
Phòng tắm, phòng vệ sinh	10
Phòng bếp (thương nghiệp, ký túc xá, xí nghiệp)	20
Ga ra ô tô	6*
Trung tâm cứu hỏa	6
Phòng máy bơm cấp thoát nước	8
<p>Ghi chú: * Áp dụng đối với chiều cao phòng 2,5 m. Khi chiều cao phòng trên 2,5 m, phải tính theo tỷ lệ tăng của chiều cao; ** Sảnh có diện tích dưới 10 m² không đòi hỏi phải có thông gió cơ khí. Đối với phòng trong tầng hầm, bội số trao đổi không khí có thể tăng thêm 20-50%.</p>	

6.1.1. Hệ thống thông gió cơ khí

Gồm 3 loại:

1. Thông gió hút;
2. Thông gió đẩy;
3. Thông gió hỗn hợp.

Hệ thống thông gió hút không khí, thường được lắp đặt ở những khu vực bị nhiễm bẩn như toilet, cửa đun bếp, tủ hút khói trong phòng thí nghiệm. Các hệ thống này tạo ra áp suất âm - khí thoát ra ngoài nhờ quạt hút không khí thổi qua lỗ thông hơi.

Hệ thống thông gió đẩy mang không khí được lọc sạch từ ngoài vào nhà tạo ra áp suất dương. Không khí được đưa ra ngoài nhờ lỗ thông khí của phòng. Hệ thống này rất tiện dụng tại những nơi cần chống bụi xâm nhập vào trong nhà. Một hình thức đặc biệt của hệ thống này là hệ thống thông gió phòng hóa, không khí được đẩy lên áp suất cao (500Pa) trong lồng cầu thang, hành lang tòa nhà để giữ cho lối thoát nạn không bị ảnh hưởng của khói.

Hệ thống thông gió hỗn hợp (hay còn gọi là hệ thống thông gió cân bằng) có cả chức năng cung cấp và thải khí được tạo ra nhờ các phương tiện quạt hút và quạt đẩy cơ khí. Hệ thống này đảm bảo mức độ xử lý cao, nhưng giá thành đắt hơn. Bộ phận cung cấp khí thường được đặt cao hơn bộ phận thải khí vì như thế sẽ giữ được dòng áp suất dương và giúp cản các bụi bẩn đi vào.

Các cánh quạt của quạt được sử dụng để điều khiển các luồng không khí. Hai hệ thống thông gió chính này được phân biệt như sau:

1. Máy quạt chân vịt hay quạt trục, rất hiệu quả khi quạt hoạt động chống lại áp lực đẩy (sức cản dòng). Quạt trục là loại quạt mà máy quạt được sử dụng khi lắp quạt vào bên trong 1 vỏ hình trụ.

2. Quạt ly tâm (hoặc quạt tạo dòng chảy tỏa tròn): đường gió vào là theo hướng trục, đường gió ra là tiếp tuyến. Cánh quạt công tác có thể có những cánh phẳng, cánh uốn cong về phía trước hoặc về phía sau hoặc các cánh này có dạng prophin. Những quạt loại này được lắp đặt một cách tối ưu với sự nhân mạnh vào lưu lượng hoặc áp suất đẩy lớn, hoặc tập trung vào độ êm của máy. Hệ thống này thường dùng các quạt cỡ lớn và đối với các đường ống dài thì những máy quạt ly tâm (máy quạt gió) thường được sử dụng.

Các bộ lọc có thể là 1 trong 4 loại sau:

1. *Bộ lọc khô:* dày khoảng 25-50mm và bộ lọc thường dùng 1 lần có kiểu bằng panel hoặc trục lăn. Bộ lọc sử dụng tấm vải, giấy xốp hoặc các nguyên liệu sợi khác để lọc không khí. Một vài loại bộ lọc thì được rửa sạch bằng nước. Bộ lọc khô thuận tiện hơn các bộ lọc ẩm nhưng thường bị "quá tải" (bị tắc) nhanh hơn.

2. *Bộ lọc ẩm:* có bề mặt dày từ 12-100mm: thí dụ như tấm lưới kim loại giữa lưới tấm dầu "bộ lọc có độ dính nhớt". Các chất bám dính này có thể rửa được, tái sử dụng và có hiệu quả lọc được các hạt bụi cỡ nhỏ hơn 10µm.

3. "*Phun sương*" không khí: Phun ướt luồng khí đi vào, hệ thống này rất tiện ích nếu không khí rất khô và cần được làm ẩm, song cũng được sử dụng như một máy làm lạnh trước. Những bộ lọc này cần phải có "các tấm chắn nước" để chặn các giọt nước chảy ra từ luồng khí và rồi thu về bể chứa nước thải.

4. *Bộ lọc tĩnh điện*: các tấm kim loại được sạc điện trên 12kV. Các bộ lọc này hoạt động tốt với các hạt bụi cỡ 0.01 μ m thường được sử dụng kèm với 1 bộ lọc bụi thô đặt trước nó. Bộ lọc tĩnh điện được sử dụng cho các khu đặc biệt sạch sẽ như phòng thí nghiệm, nhà hát.

Các ống dẫn được dùng để vận chuyển và phân phối khí. Chất liệu thường được làm bằng kim loại có mặt thiết diện hình chữ nhật. Hiện nay, vật liệu nhựa được sử dụng phổ biến hơn và có thiết diện hình tròn hoặc hình ôvan. Những hệ thống đường ống lớn hơn dùng trong ngành xây dựng được làm bằng gạch hoặc xi măng, dựng theo kết cấu khung hoặc kết lại thành tấm. Tuy nhiên những loại này có độ ma sát bề mặt lớn (chỉ phù hợp cho các luồng khí có vận tốc nhỏ) và rất khó khăn trong việc chống rò rỉ không khí.

6.1.2. Chỉ số hiệu quả năng lượng của hệ thống sưởi hay làm mát - máy lạnh và bơm nhiệt

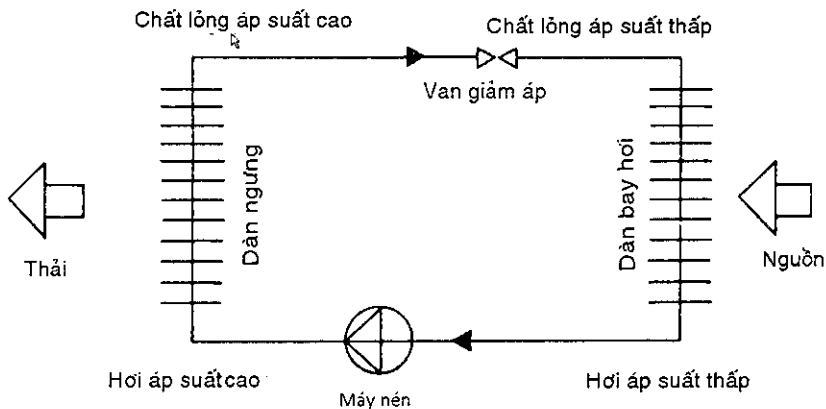
Trong hoạt động của lò sưởi điện dựa trên cơ chế bơm nhiệt, công suất điện cấp vào với tỷ lệ 1 kW có thể tạo ra một lượng sưởi ấm lên tới 4kW. Điều này xem ra là trái với nguyên lý nhiệt động học thứ nhất, nhưng trên thực tế thì một bơm nhiệt có công suất 1 kW không thể nào sản sinh ra 4kW nhiệt được, mà nó chỉ lấy nhiệt từ nguồn có thể năng thấp và chuyển lượng nhiệt này cho bộ thu nhiệt ở một nhiệt độ cao hơn với một cường độ gấp 4 lần tổng năng lượng cần dùng để cung cấp cho hệ thống bơm nhiệt này. Xem hình 6.1 ta có thể thấy nguyên lý làm việc của cơ chế bơm nhiệt.

Chất làm lạnh (như florua hữu cơ hoặc hydrocacbon) được lưu thông trong mạch kín bởi một máy nén khí. Một van xả áp suất (van tiết lưu) giữ cho phía ngưng tụ ở áp suất cao và phía bay hơi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp. Khi chất lỏng bị nén, nó trở nên nóng và hoá lỏng trong lúc đó nó sẽ tỏa nhiệt ra khoang. Khi đi qua van điều tiết lưu nó sẽ bay hơi và làm nhiệt độ giảm xuống do đó nó sẽ lấy được nhiệt từ nguồn. Nguồn nhiệt này có thể là từ khí quyển (với 1 máy bay hơi được đặt như một máy trao đổi nhiệt từ không khí tới chất lỏng có thể làm ấm nước rồi thải ra hồ chứa nước thải

hoặc hồ nước tự nhiên (như sông hoặc biển), tại đây máy bay hơi hoạt động như một máy trao đổi nhiệt từ chất lỏng tới chất lỏng.

Nếu mục đích sử dụng máy này là để lấy nhiệt thì hiệu suất được định nghĩa như sau:

$$\text{COP} = \frac{Q}{V} = \frac{\text{Nhiệt mang tới bộ thu nhiệt}}{\text{Công suất của máy nén}} \quad (6.1)$$



Hình 6.1. Nguyên lý hoạt động bơm nhiệt hoặc máy lạnh

Hệ số COP sẽ là cao hơn khi hệ số gia nhiệt độ nhỏ (hoặc tăng lên) nhưng nó giảm xuống nếu như số gia lớn. Trong chu trình lý tưởng Carnot, hệ số COP là tỷ lệ nghịch với hệ số gia nhiệt độ:

$$\text{COP} = \frac{T'}{T' - T''}; \quad (6.2)$$

Trong đó: T' - nhiệt độ của bộ thu nhiệt ($^{\circ}\text{K}$);

T'' - nhiệt độ của nguồn cấp (quy đổi sang $^{\circ}\text{K}$)

Nếu một máy giống như thế song được sử dụng để làm mát, tức là phải thải bớt nhiệt đi thì việc xác định COP sẽ khác hẳn:

$$\text{COP} = \frac{Q}{V} = \frac{\text{Nhiệt mang cần phải thải}}{\text{Công suất của máy nén}} \quad (6.3)$$

Sự khác biệt này là do trong bơm nhiệt có sử dụng máy nén khí để tăng sự hấp thụ nhiệt bao gồm cả giá trị Q , còn trong quy trình làm mát thì không sử dụng.

6.1.3. Hệ thống điều hoà không khí

Để bảo đảm tiết kiệm năng lượng khi sử dụng máy ĐHKK nên chọn các máy có chỉ số COP hợp lý như bảng dưới đây:

**Bảng 6.2. Chỉ số hiệu quả máy điều hòa không khí (ĐHKK)
làm lạnh trực tiếp hoạt động bằng điện năng**

Loại thiết bị	Năng suất lạnh	Chỉ số hiệu quả COP tối thiểu của máy lạnh, kW/kW
Máy ĐHKK 1 cục	-	2,30
Máy ĐHKK 2 cục	<4,5 kW	2,60
	≥ 4,5 kW và < 7,0 kW	2,50
	≥7,0 kW và <14,0 kW	2,40
Máy ĐHKK giải nhiệt bằng không khí	≥ 14 kW và <19 kW	2,93
	≥ 19 kW và < 40 kW	3,02
	≥ 40 kW và < 70 kW	2,84
	≥ 70 kW và < 117 kW	2,78
	≥ 117 kW	2,70
Máy ĐHKK giải nhiệt bằng nước và bằng bay hơi nước	<19 kW	3,35
	≥ 19 kW và < 40 kW	3,37
	≥ 40 kW và < 70 kW	3,32
	≥ 70 kW	2,70
Các cụm ngưng tụ giải nhiệt bằng không khí	≥ 40 kW	2,96
Các cụm ngưng tụ giải nhiệt bằng nước hoặc bay hơi nước	≥ 40 kW	3,84

Chú thích:

- 1) Chỉ số hiệu quả máy lạnh: $COP = \text{Năng suất lạnh} / \text{Công suất điện tiêu thụ (kW/ kW)}$;
- 2) Cụm ngưng tụ bao gồm máy nén và dàn ngưng;
- 3) Chỉ số hiệu quả máy lạnh tối thiểu cho trong Bảng được tính ở 100% năng suất lạnh. Để tính chỉ số hiệu quả máy lạnh vận hành trong thời gian 1 năm ARI 340/360 đưa ra công thức sau:

$$IEER = 0,020A + 0,617B + 0,238C + 0,125D \text{ (W/W)}$$

trong đó:

IEER - Chỉ số hiệu quả năng lượng tổng hợp là chỉ số hiệu quả máy lạnh tính cho thời gian vận hành trong 1 năm theo các mức phụ tải,

A = EER - Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 100 % công suất;

B = EER - Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 75 % công suất;

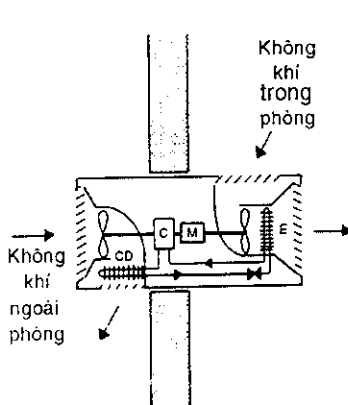
C = EER - Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 50 % công suất;

D = EER - Chỉ số hiệu quả máy lạnh (W/W) ở 25 % công suất.

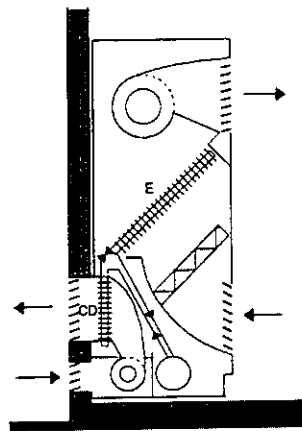
Hệ thống điều hoà không khí là một hệ thống điều khiển chủ động giúp điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm cũng như độ sạch không khí. Hệ thống đơn giản nhất là máy điều hoà nhiệt độ trong phòng: đó là một hệ thống “một cục”,

có thể được lắp đặt ngay trên cửa sổ hoặc tường ngoài. Công suất của nó có thể lên tới 10kW. Nó có một dàn lạnh bay hơi giãn nở trực tiếp (E) và một bộ ngưng (CD) được làm mát bằng không khí bên ngoài.

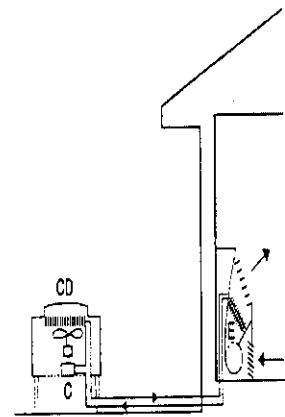
Loại hệ thống này được miêu tả trong hình 6.2 theo dạng sơ đồ và hình 6.3 mô tả hệ thống tương tự ở dạng công-xon. Những hệ phân tách có dàn lạnh (bộ phận bay hơi E) và quạt đặt ở cụm bên trong nhà, trong khi đó máy nén khí ồn ào (C) và bình ngưng (CD) được để ở cụm bên ngoài (xem hình 6.4). Một số hệ thống có khả năng đảo chiều để hoạt động như một bơm nhiệt (nguồn không khí) để sưởi ấm vào mùa đông. Những hệ thống này có thể cho phép sử dụng điện hiệu quả nhất để sưởi ấm, ngay cả khi hệ số COP không lớn hơn 2.



Hình 6.2. Sơ đồ điều hòa một cục
(packaged air-conditioner)



Hình 6.3. Máy điều hòa dạng công-xon
(console type air-conditioning)



Hình 6.4. Máy điều hòa tách cục (2 cục)

Trong hệ thống hoàn toàn không khí: các thiết bị được tập trung và khí đã qua xử lý được phân phối bởi hệ thống ống dẫn. Một hệ thống linh hoạt hơn thường sử dụng các ống dẫn to hơn cho việc cấp và thải khí. Lưu lượng khí tới các phòng là không thay đổi và điều kiện bắt buộc là phải đặt trạm tại trung tâm. Nó có thể bao gồm thiết bị tái làm ấm đầu cuối để đảm bảo linh hoạt hơn nhưng lại làm hao phí năng lượng.

Một sự cải tiến quan trọng hơn đó là hệ thống thay đổi lưu lượng không khí (variable air volume-VAV), trong đó sự cấp khí không thay đổi và nhu cầu làm mát của mỗi phòng được đáp ứng bằng cách giảm hoặc tăng luồng khí ở bộ phận khuếch tán. Đây là 1 hệ thống tiết kiệm năng lượng nhất.

Một hệ thống đặc biệt khác là hệ thống xử lý khí cục bộ (d), trong mỗi phòng hoặc 1 dãy phòng sẽ có một giàn quạt lạnh (fan-coil unit), được cung cấp nước lạnh và nước nóng từ trạm trung tâm. Mỗi phòng có thể có bộ điều khiển riêng. Bộ phận điều khiển khí không tập trung cũng giống như ở trên nhưng toàn bộ khu vực hoặc trên 1 tầng có thể có bộ điều khiển chung.

Trong hệ thống điều hòa không khí cảm ứng, trạm trung tâm có thể tạo ra nhiệt độ rất lạnh và không khí rất khô để cung cấp các bộ cảm ứng trong mỗi phòng. Một máy phun không khí tạo ra một luồng khí và trộn lẫn với không khí trong phòng hình thành sự tuần hoàn khép kín. Các dàn lạnh và dàn nóng có thể có hoặc không có trong các hệ thống này, vì nó có thể được cung cấp từ thiết bị làm lạnh hoặc làm nóng ở trung tâm (b).

Trong hệ thống ống dẫn kép có thể có hai bộ phận xử lý trung tâm song song cung cấp không khí lạnh hoặc nóng dẫn tới mỗi phòng và có thể trộn lẫn với không khí bên ngoài tạo nhiệt độ thích hợp. Hệ thống này rất linh hoạt nhưng lại tốn năng lượng hơn (c).

Những kiểu cơ bản chỉ có các dạng sau: có thể có rất nhiều phương án và cách bố trí, cả hai đều tùy thuộc vào cách bố trí và kích thước của chúng. Trong các hệ thống lớn bộ phận xử lý khí sẽ theo cỡ phòng và có thể cấp không khí đã điều hoà tới nhiều phòng riêng biệt. Bất kỳ kích cỡ nhà như thế nào cũng nên (và phải) chia thành nhiều vùng tùy thuộc sự hứng chịu tác động của bên ngoài, biến động về số người sử dụng trong vùng và thời gian chịu tác động.

Hệ thống điều hoà không khí cũng có thể tiết kiệm năng lượng một cách đáng kể. Tất cả các hệ thống phải cung cấp không khí trong lành ít nhất cũng phải bằng hệ thống thông gió. Tuy nhiên, phụ tải bên trong có thể loại trừ, nếu không khí bên ngoài lạnh hơn bên trong, bằng việc tăng cường khí cấp từ bên ngoài mà không cần khởi động thiết bị làm lạnh. Việc này thường liên quan tới quy trình tiết kiệm năng lượng.

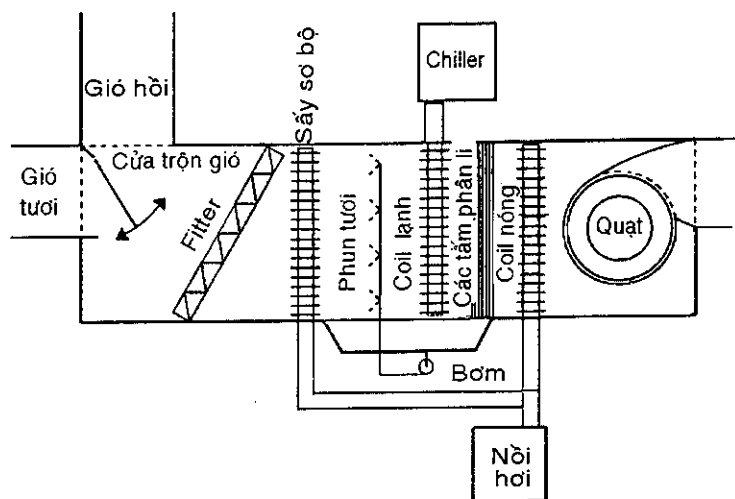
Trong nhiều trường hợp ta nên dùng không khí bên ngoài (lạnh) để làm một việc thường gọi là "tẩy rửa ban đêm" nhằm thải nhiệt tích ở trong kết cấu xây dựng ra ngoài và nhờ đó giảm được yêu cầu làm mát cho ngày hôm sau. Việc tích nhiệt trong kết cấu có thể giúp làm giảm yêu cầu tải lạnh cao điểm như minh họa trong hình 6.7. Một khả năng khác là đảm bảo sự kiểm soát ở các trạm cá nhân: cung cấp mức tối thiểu cho điều hoà chung (ví dụ ở những văn phòng lớn) bằng việc bổ sung xử lý riêng biệt khí cấp cho mỗi trạm.

Bộ điều khiển này có thể trở thành một phần của hệ thống quản lý năng lượng công trình, gọi tắt là BEMS (Building Energy Management System) kết

hợp cùng với thiết bị sử dụng năng lượng của cả toà nhà bằng phương pháp thích hợp để tiết kiệm năng lượng sử dụng. Cuối cùng, các hệ thống này có thể cung cấp các thiết bị được coi như là "những ngôi nhà thông minh".

6.1.4. Các hệ thống làm mát theo chu trình hở

Trong các máy làm mát thông thường (như hình 6.5) môi chất lạnh vận chuyển trong một mạch kín. Sự bay hơi của nó tạo ra khí lạnh và sau đó nó được "phục hồi" lại (ngưng tụ) nhờ hoạt động của máy nén khí. Ngược với điều này, trong hệ thống làm lạnh theo chu trình hở thì nước được dùng làm môi chất lạnh, nó bay hơi tạo ra khí mát và sau đó nó được chảy ra. Toàn bộ hệ thống là để hở ra ngoài không khí.



Hình 6.5. Phòng điều hòa không khí trung tâm (sơ đồ bố trí)

Hệ thống chu trình hở đơn giản nhất là hệ thống làm lạnh bay hơi trực tiếp. Nó được gọi là 1 hệ thống "thụ động" mặc dù nó có thể sử dụng 1 bơm áp nhỏ và 1 quạt, nhưng việc làm mát có được là nhờ sự bay hơi tự nhiên. Mặt hạn chế của nó là làm tăng độ ẩm của không khí.

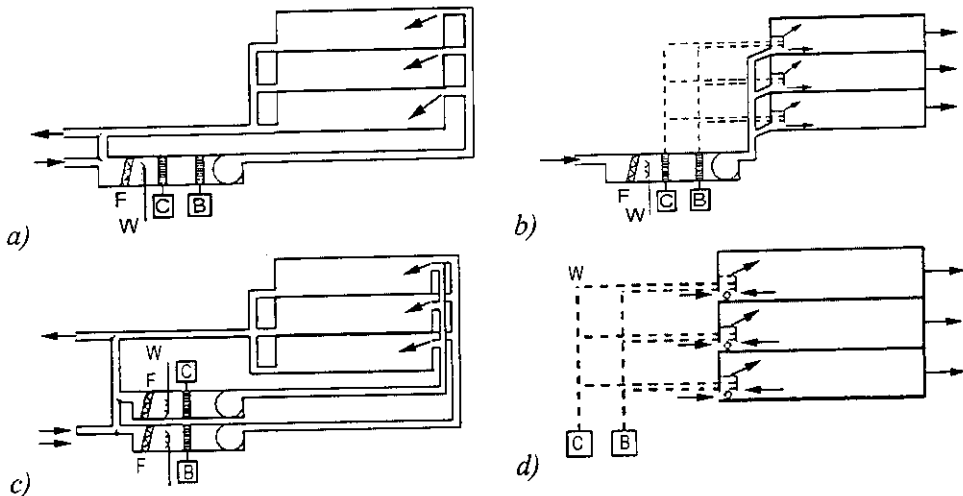
Ta nên tránh mặt hạn chế này nhờ hệ thống làm lạnh bay hơi gián tiếp tức là không khí đi ra ngoài bị làm lạnh và khi quay lại nó sẽ làm lạnh không khí đi vào bên trong thông qua thiết bị trao đổi nhiệt mà không làm tăng thêm hơi ẩm khi cung cấp không khí. Bộ phận chính là thiết bị trao đổi nhiệt.

Hệ thống tinh vi hơn được trình bày trong hình 6.8. Hệ thống này sử dụng thiết bị làm khô hoặc bánh xe chuyển đổi hơi ẩm được gắn chặt bằng silicagel (hoặc các chất thấm hút ẩm khác) giữa hai lưới dây thép. Tại vị trí ở phía trên cao, nó được làm khô (phục hồi lại) bằng không khí đã được Mặt trời làm nóng. Với sự quay chậm, chất hấp thụ làm khô này sẽ đi vào một

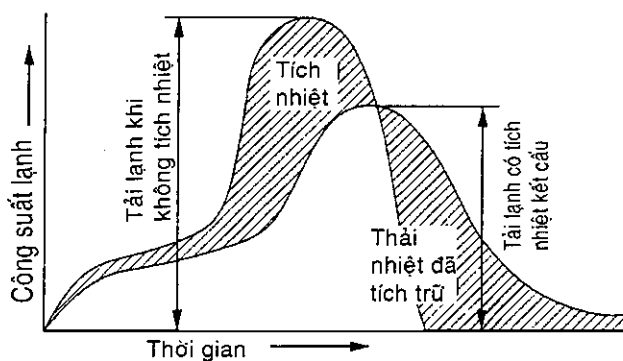
phần không khí cấp và sẽ hút rất nhiều hơi ẩm của nó. Sự thấm hút bề mặt là quá trình đoạn nhiệt, vì vậy cả bánh xe và không khí trở nên ẩm. Luồng khí này sẽ đi qua và được làm lạnh nhờ bộ trao đổi nhiệt quay tròn (bánh xe trao đổi nhiệt). Tại nửa thấp hơn khí được làm lạnh nhờ luồng khí bay hơi và sau đó thì bay ra ngoài. Bên cạnh thiết bị cung cấp khí, hệ thống còn có 2 máy phụ mở ra ngoài: một để thoát hơi ẩm còn một là để cung cấp khí mát.

Hệ thống làm lạnh hồ khác được minh họa trong hình 6.9. Hệ thống này sử dụng môi chất lỏng hấp thụ (như axit glicolic) trong dung dịch ngâm nước. Dung dịch này được đẩy xuống bộ phận "khử hấp thụ", cản trở sự di chuyển lên trên của luồng khí nóng bị Mặt trời đốt nóng. Quá trình này "làm khô" dung dịch và làm nước bốc hơi rất nhiều. Dung dịch ẩm đã được làm giàu đi qua bộ phận trao đổi nhiệt và được đẩy xuống cột thứ hai (bộ hấp thụ) cản trở sự dịch chuyển lên trên của luồng khí (gió hồi từ nhà có thể trộn với gió tươi) nơi mà rất nhiều lượng khí ẩm bị hấp thụ bởi dung dịch hấp thụ đậm đặc (dung dịch trở nên loãng và quay trở lại bộ phận khử hấp thụ). Sau đó không khí sẽ được cung cấp vào nhà thông qua thiết bị làm lạnh bằng bay hơi.

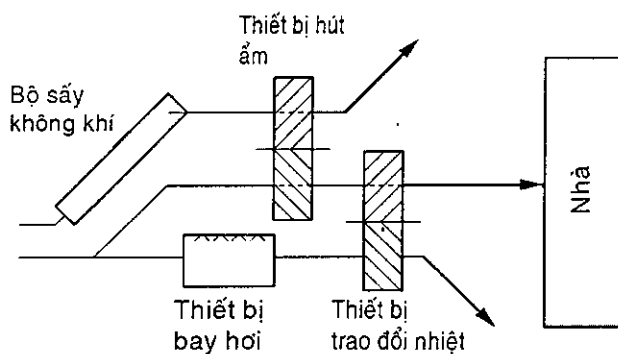
Hai hệ thống này và một vài hệ thống làm lạnh theo chu trình hồ mới được sản xuất và một vài kiểu hệ thống mới đã xuất hiện trên thị trường. Sự tiêu thụ điện của các hệ thống này về khía cạnh công suất làm mát chỉ là 15-20% so với máy điều hoà không khí truyền thống. Đáng tiếc là chúng rất cồng kềnh, đồ sộ và khả năng của nguyên vật liệu hấp thụ đã bị giảm theo thời gian qua chu kỳ hoạt động.



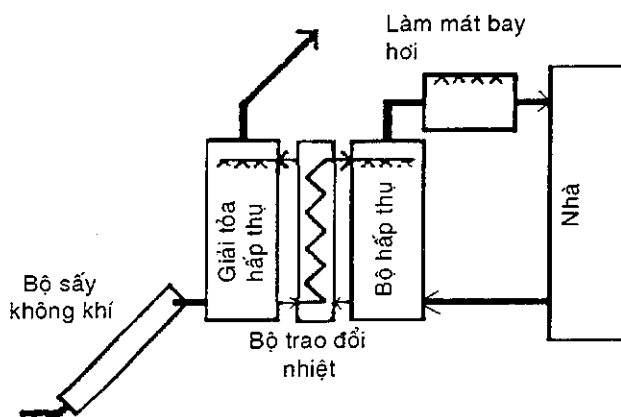
Hình 6.6. Bốn hệ thống ĐHKK cơ bản
 a) Hệ toàn khí; b) Hệ cảm ứng; c) Hệ thống 2 ống gió;
 d) Xử lý không khí cục bộ
 F- Lọc; W- Phun; C- làm lạnh; B- Nồi hơi



Hình 6.7. Tác dụng của tích nhiệt cấu trúc tới tải lạnh và công suất yêu cầu của thiết bị



Hình 6.8. Hệ thống làm mát chu trình hở có dùng chất hấp phụ rắn



Hình 6.9. Hệ thống làm mát chu trình mở có dùng chất hấp phụ lỏng

6.1.5. Hệ thống điều hòa không khí thay đổi (Variable Air Volume - VAV)

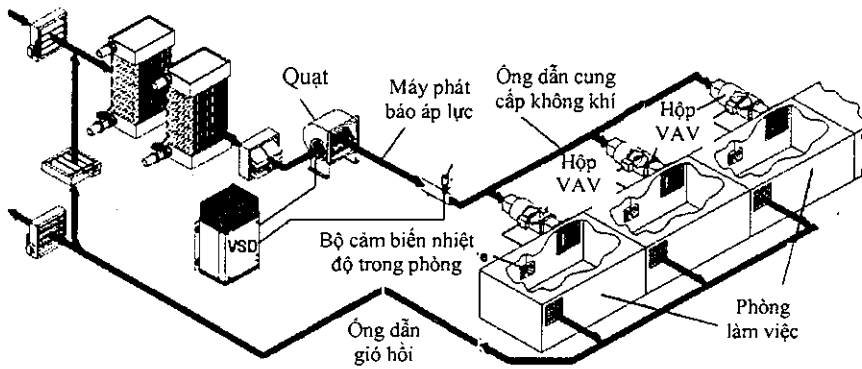
Thông thường khi thiết kế hệ thống điều hòa không khí cho tòa nhà người ta thường sử dụng hệ thống khối tích không đổi (Constant Air Volume-CAV). Hệ thống CAV này phân phối không khí tới các phòng với lưu lượng không đổi; nhiệt độ trong phòng được xác định bởi nhiệt độ không khí cung cấp. Nếu phòng quá lạnh, nhiệt độ không khí cung cấp được tăng lên để duy trì mức nhiệt vừa phải. Nếu nhiệt độ quá nóng, nhiệt độ không khí cung cấp được giảm đi để làm mát hơn.

Ưu điểm của hệ thống CAV là thiết kế rất đơn giản với rất ít bộ phận yêu cầu phải bảo dưỡng, và chi phí lắp đặt cũng thấp. Nhược điểm của hệ thống CAV là sử dụng năng lượng không được hiệu quả. Hệ thống CAV này được thiết kế cho điều kiện xấu nhất, tức là giả sử trong trường hợp ngày nóng nực nhất trong năm và mật độ người sử dụng cao nhất. Vì thế kích thước cánh quạt lúc nào cũng mở rộng nhất cho lưu lượng không khí tối đa tại mọi thời điểm. Tốc độ quạt lúc nào cũng là tối đa, thậm chí ngay cả khi 90% thời gian điều hòa chỉ chạy với một phần công suất.

Ngày nay người ta thường lắp đặt hệ thống điều hòa khối không khí thay đổi (VAV) trong các công trình. Hệ thống VAV này cung cấp không khí ở một nhiệt độ cố định tới các phòng; nhiệt độ trong phòng thay đổi được xác định bởi lượng không khí cung cấp. Nếu phòng quá lạnh, lượng không khí cung cấp sẽ giảm xuống. Và nếu phòng quá nóng, lượng không khí cung cấp sẽ tăng lên để làm mát phòng tới nhiệt độ vừa phải được xác định trước.

Ưu điểm của hệ thống VAV là giảm năng lượng quạt sử dụng khi tòa nhà chỉ vận hành một phần công suất bởi tốc độ quạt cũng được giảm xuống. Một hệ thống VAV có thêm hai thiết bị so với hệ thống CAV. Đó là một hộp hay nhiều hộp VAV và một bộ động cơ điều chỉnh gió nhằm điều khiển lượng khí vào các phòng phụ thuộc vào nhiệt độ không khí theo quan sát, và một bộ truyền động biến tốc (variable speed drive -VSD) nhằm điều khiển tốc độ của động cơ phụ thuộc vào bộ cảm biến áp suất trong ống dẫn. Khi bộ điều chỉnh gió VAV mở ra để lưu lượng không khí nhiều hơn vào phòng, thì áp suất trong các ống dẫn giảm xuống, bộ truyền động biến tốc cảm nhận thấy sự sụt giảm áp suất sẽ tăng tốc độ động cơ nhằm tăng lưu lượng không khí để duy trì áp suất trong ống tại một điểm xác định. Khi bộ điều chỉnh gió VAV đóng lại để giảm lưu lượng không khí vào phòng, áp suất trong ống tăng lên, bộ phận VSD cảm nhận áp suất tăng lên sẽ giảm tốc độ của

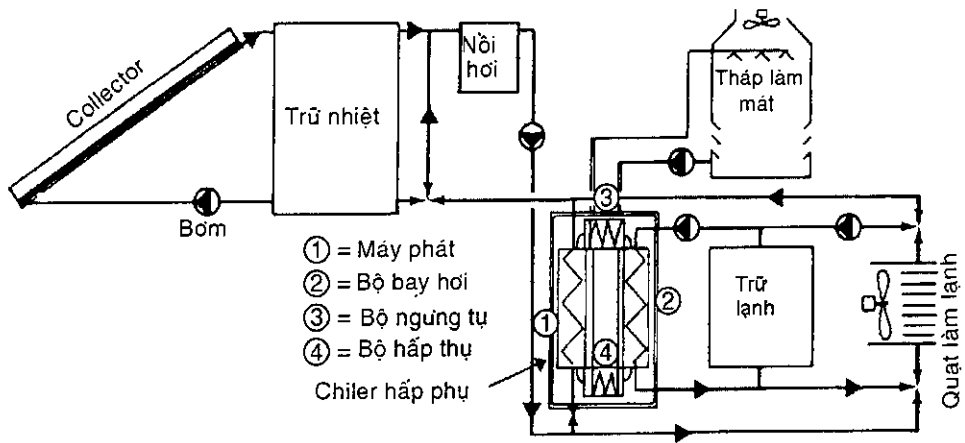
động cơ để giảm lưu lượng không khí vào phòng để duy trì mức áp suất cố định trong ống.



Hình 6.10. Hệ thống điều hòa không khí thay đổi (Variable Air Volume-VAV)

6.1.6. Hệ thống điều hòa không khí bằng năng lượng Mặt trời

Hình 6.11 là một hệ thống điều hoà không khí bằng năng lượng Mặt trời trên cơ sở hệ thống làm lạnh loại hấp thụ (LiBr/H₂O: liti brom/ nước; nước là môi chất lạnh và liti brom là chất hấp thụ).



Hình 6.11. Hệ thống điều hòa không khí bằng năng lượng Mặt trời

1. Quy trình collector là: collector - bộ trữ nhiệt - bơm;
2. Quy trình làm nóng: bộ trữ nhiệt - (nồi hơi thích hợp) - máy bơm - cụm quạt làm lạnh và quay trở lại bộ trữ;
3. Quy trình làm lạnh: bộ trữ nhiệt - (nồi hơi thích hợp) - máy bơm - máy làm mát hấp thụ và quay trở lại bộ trữ.
4. Quy trình làm mát bằng nước từ bộ bay hơi (2) (bộ trữ lạnh thích hợp) tới cụm quạt làm lạnh và quay trở lại; nếu không có nhu cầu làm lạnh, bộ trữ lạnh sẽ được làm lạnh. Nếu không có nắng thì bất kỳ nhu cầu làm mát nào cũng được thoả mãn từ bộ trữ lạnh.

6.2. SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI ĐỂ CUNG CẤP NƯỚC NÓNG

6.2.1. Các hệ thống cấp nước nóng và thứ tự ưu tiên sử dụng

Việc cấp nước nóng sinh hoạt ở nhiệt độ $\leq 60^{\circ}\text{C}$: có thứ tự ưu tiên cho các công trình dân dụng như sau:

- a) Cung cấp nước nóng bằng máy ĐHKK có thu hồi nhiệt;
- b) Cung cấp nước nóng bằng năng lượng Mặt trời kết hợp bơm nhiệt/đun điện;
- c) Cung cấp nước nóng bằng bơm nhiệt;
- d) Cung cấp nước nóng từ bình đun bằng khí đốt;
- e) Cung cấp nước nóng bằng bình đun điện cho công trình có quy mô < 25 phòng.

Hệ thống bình nước nóng dùng năng lượng Mặt trời có hiệu quả nhất là sử dụng bộ tích nhiệt là các collector phẳng. Bộ tích nhiệt này bao gồm tấm kim loại tích nhiệt (thường bằng đồng) đính kèm các ống tuýp với lớp phủ màu đen hấp thụ năng lượng chọn lọc dưới dạng một cái khay có đặt kính ở trên.

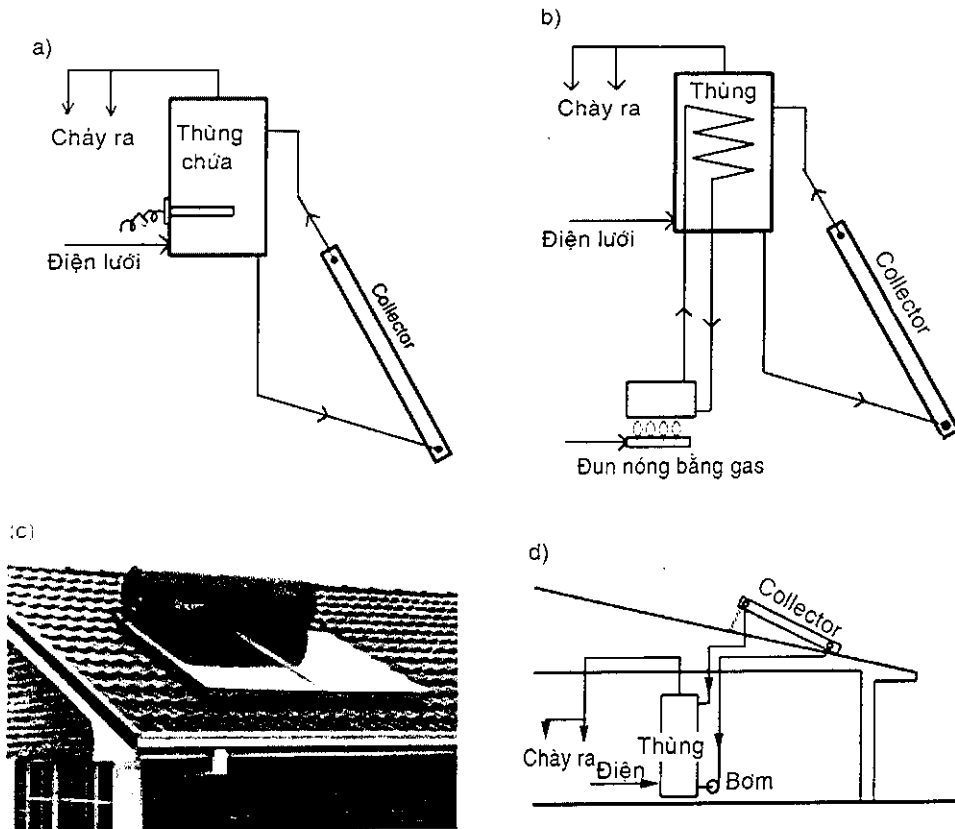
Hình 6.12 miêu tả cách sắp xếp nối 1 collector bức xạ Mặt trời với bình nước nóng được đun nóng bằng 1 bộ gia nhiệt nhân tạo (dự phòng an toàn khi năng lượng Mặt trời chiếu tới không đủ).

- a. Hệ thống xi-phông nhiệt (tuần hoàn nhờ trọng lực) kèm theo bộ gia nhiệt bằng điện.
- b. Tương tự như trên, có bộ gia nhiệt sử dụng khí gas.
- c. Hệ thống xi-phông nhiệt *ghép kín* (với 1 thùng chứa đầy đủ)- là hệ thống có hiệu quả nhất nhưng cũng khá đắt.
- d. Lắp đặt hệ thống máy bơm khi mà bể chứa ở dưới tầng trệt.

Có rất nhiều cách kết nối và bố trí thay đổi kết quả trong các hệ thống khác nhau, từ các ống dẫn áp suất tới hệ thống áp suất thấp (không đắt tiền), được dẫn từ bể chứa nước trên cao và bộ gia nhiệt sẵn bằng năng lượng Mặt trời được kết nối với hệ thống nước nóng thông thường. Hệ thống (b) được thừa nhận là hệ thống thân thiện với môi trường.

Một hệ thống đun nước nóng bằng bức xạ Mặt trời hoạt động tốt trong điều kiện thời tiết phù hợp có thể đáp ứng 90% nhu cầu sử dụng nước nóng của các hộ gia đình với nhiệt độ 60°C - 65°C (100% nếu người sử dụng đồng ý dùng nước ở mức nhiệt độ thấp hơn ví dụ có thể là 50°C), nhưng mức 50°C luôn luôn có thể đạt được ngay cả tại những miền khí hậu ít nắng.

Mặc dù bình nước nóng sử dụng năng lượng Mặt trời có sử dụng bộ gia nhiệt chạy bằng gas là hiệu quả và được thừa nhận là thân thiện với môi trường nhất, song việc đốt nóng tức thời bằng gas phải mở vòi nước chảy liên tục là rất lãng phí nguồn nước sinh hoạt. Bởi vì mở vòi khoá nước thì mới bật gas. Khối nước lạnh chảy lãng phí ra ngoài trước khi nước nóng đi đến vòi. Một ngày trung bình ta sẽ lãng phí 35-70L nước khi dùng bình nước nóng gas, nhưng với kiểu bể chứa như trình bày ở trên ta chỉ lãng phí 4-5l nước.



Hình 6.12. Hệ thống cấp nước nóng trong gia đình bằng năng lượng Mặt trời;
 a) Xi-phông nhiệt có gia nhiệt bằng điện ; b) Tương tự có gia nhiệt bằng gas;
 c) Có thùng ghép kín; d) Hệ thống bơm.

6.2.2. Hệ thống đun nước nóng dùng bơm nhiệt

Những hệ thống cấp nước nóng sử dụng bơm nhiệt là thiết bị cung cấp nước nóng dùng điện tuyệt đối an toàn và tiết kiệm được 3/4 điện năng tiêu thụ do hiệu suất thiết bị đạt tới 400%.

Bảng 6.3. Chỉ số hiệu quả năng lượng COP tối thiểu của bơm nhiệt cấp nước nóng

Loại thiết bị	COP, kW/kW
Bơm nhiệt với nguồn nhiệt từ không khí	$\geq 3,0$
Bơm nhiệt với nguồn nhiệt từ nước	$\geq 3,5$
Máy điều hòa không khí có thu hồi nhiệt: - Khi chỉ chạy để cung cấp nước nóng. - Khi chạy điều hòa không khí đồng thời cung cấp nước nóng.	$\geq 3,0$ $\geq 5,5$

Không khuyến khích sử dụng các thiết bị đun nước nóng bằng điện trở trừ khi dùng để hỗ trợ cho các hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng Mặt trời. Khuyến khích sử dụng thiết bị gia nhiệt nước bằng bơm nhiệt chạy điện do có hiệu suất năng lượng cao hơn so với bộ phận đun nước bằng điện trở.

Trong trường hợp cho phép, có thể sử dụng các hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng Mặt trời để cung cấp toàn bộ hoặc một phần nhu cầu nước nóng cho công trình. Các bình đun nước dùng năng lượng Mặt trời có hiệu suất tối thiểu là 60% và có giá trị R cách nhiệt của mặt sau tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời tối thiểu là $2,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

1) Hệ thống điều khiển nhiệt độ được lắp đặt để giới hạn nhiệt độ nước nóng tại điểm sử dụng không vượt quá 50°C .

2) Hệ thống điều khiển nhiệt độ được lắp đặt để giới hạn nhiệt độ tối đa của nước cấp cho các vòi ở bồn tắm và bồn rửa trong các phòng tắm công cộng không quá 43°C .

3) Hệ thống duy trì nhiệt độ sử dụng trong các đường ống nước nóng phải được trang bị van ON/OFF cài đặt tự động để duy trì nhiệt độ nước nóng tuần hoàn.

4) Các bơm tuần hoàn dùng để duy trì nhiệt độ trong các bể chứa nước nóng được điều khiển vận hành phù hợp với chế độ làm việc của thiết bị cung cấp nước nóng.

6.3. CÁC GIẢI PHÁP CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO XANH TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG ĐIỆN

Ở nước ta, nhu cầu sử dụng điện hàng năm tăng trung bình từ 13 - 14%. Trong đó điện năng cung cấp cho chiếu sáng tới 25% tổng năng lượng điện quốc gia, trong đó khoảng 65% phục vụ cho chiếu sáng các công trình dân dụng, văn phòng, công sở, nhà ở.

Theo tính toán, nếu thay thế các loại nguồn sáng hiện nay Việt Nam đang sử dụng: 80 triệu bóng đèn huỳnh quang béc T10 - 40W sử dụng balasts sắt

từ tổn hao 12W, bằng bóng đèn huỳnh quang gầy T8 - 40W, balats điện tử tổn hao 3,5W và thay thế 50 triệu bóng đèn nung sáng công suất 60W bằng bóng đèn huỳnh quang compact công suất 11W, chúng ta sẽ tiết kiệm được 3.490MW, giảm thải 1.745 tấn CO₂ thải ra môi trường, giảm 30% vật liệu thủy tinh sử dụng, giảm lượng dầu FO để nấu thủy tinh và giảm nhiều chi phí khác,...

Theo tính toán: chỉ cần thay thế 1 triệu bóng đèn nung sáng công suất 60W, bằng bóng đèn huỳnh quang compact công suất 11W với chi phí mất 1,5 triệu USD thì riêng số điện năng tiết kiệm được sẽ bằng việc đầu tư xây dựng một nhà máy điện công suất 50MW, tiêu tốn tới 50 triệu USD.

6.3.1. Các giải pháp chiếu sáng xanh

Giải pháp chiếu sáng trong các công trình xây dựng bao gồm giải pháp chiếu sáng tự nhiên và giải pháp chiếu sáng nhân tạo, như vậy giải pháp chiếu sáng xanh phải bao gồm:

1. Khai thác hợp lý, tối đa ánh sáng tự nhiên vào mục đích chiếu sáng, nghĩa là khai thác và sử dụng hợp lý nguồn năng lượng ánh sáng trời cho và gần như là vô tận.

2. Trong chiếu sáng nhân tạo: ngoài việc thiết kế, lắp đặt hệ thống chiếu sáng khoa học, hợp lý, đảm bảo các chỉ tiêu định lượng, chất lượng chiếu sáng, được quy định trong các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật xây dựng để tạo được môi trường ánh sáng tiện nghi thì thay thế các loại nguồn sáng hiệu suất thấp như bóng đèn nung sáng, bóng đèn halogen, bóng đèn thủy ngân cao áp, bóng đèn huỳnh quang béo T10, các loại balats sắt từ bằng các nguồn sáng hiệu suất cao, bóng đèn huỳnh quang compact, bóng đèn huỳnh quang gầy T8, T5, T3 với balats điện tử, các đèn cộng hưởng từ, v.v...

3. Sử dụng các loại chao chụp đèn có hệ số hiệu dụng cao và có khả năng chống chói lóa tốt.

4. Hệ thống chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo được điều khiển bởi các thiết bị điều khiển thông minh, hợp lý.

Rõ ràng là các giải pháp chiếu sáng xanh không đòi hỏi đầu tư lớn nhưng đem lại hiệu quả lớn về kinh tế, môi trường và bảo vệ sức khỏe cộng đồng, có thể giảm 30 - 50% điện năng sử dụng trong công trình.

Như vậy, nghiên cứu sản xuất, chế tạo ra các sản phẩm nguồn sáng và thiết bị chiếu sáng hiệu suất cao, tiết kiệm điện, thân thiện với môi trường, cùng với kỹ thuật chiếu sáng hợp lý, tận dụng tối đa ánh sáng tự nhiên để chiếu sáng sẽ là những viên gạch cơ bản đầu tiên của giải pháp chiếu sáng

xanh, cùng với việc đem ứng dụng chúng vào việc thiết kế, lắp đặt chúng một cách hợp lý, khoa học vào thực tế chiếu sáng các công trình, không những tạo lập được môi trường ánh sáng tiện nghi, bảo vệ sức khỏe cho người lao động mà còn là một đóng góp quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả kinh tế cho doanh nghiệp bằng cách nâng cao năng suất lao động, tăng chất lượng sản phẩm, giảm tiêu tốn năng lượng, đồng thời góp phần thực hiện chương trình mục tiêu quốc gia về tiết kiệm điện đảm bảo an ninh năng lượng, BVMT và nâng cao chất lượng cuộc sống.

Việc sử dụng các thành tựu khoa học công nghệ tạo ra các sản phẩm nguồn sáng, thiết bị chiếu sáng có kích thước nhỏ hơn, lượng vật chất sử dụng ít hơn, nhưng hiệu suất và tuổi thọ cao hơn, ứng dụng đưa vào sản xuất nhằm giúp nâng cao hiệu quả tiết kiệm điện, sử dụng ít nguyên vật liệu theo hướng sản xuất sạch hơn, thân thiện với môi trường.

Thủy tinh là nguyên vật liệu chính trong sản xuất nguồn sáng (bóng đèn). Việc giảm đường kính vỏ thủy tinh bóng đèn huỳnh quang từ $\Phi 32\text{mm}$ (T10 - đèn tuýp béo) xuống $\Phi 26\text{mm}$ (T8 - đèn tuýp gầy), bóng đèn compact $\Phi 15,5\text{mm}$ xuống còn $\Phi 14\text{mm}$ hay bóng đèn compact T3 $\Phi 9\text{mm}$, T2 $\Phi 7\text{mm}$ đã giảm khối lượng thủy tinh sử dụng tới 30%, giảm lượng hóa chất nấu thủy tinh phải nhập khẩu, giảm lượng dầu FO nấu thủy tinh và giảm lượng khí thải CO_2 ra môi trường. Kích thước sản phẩm nhỏ còn giảm được các vật liệu khác như bột huỳnh quang, giảm thể tích vận tải hàng hóa trong khâu lưu thông, giảm chi phí.

Để các phế phẩm thủy tinh tạo ra các sản phẩm bóng đèn không gây ô nhiễm môi trường bắt buộc các bóng đèn phải được sản xuất ra từ thủy tinh không chì (loại vật liệu mới đạt tiêu chuẩn RoHS). Sử dụng thủy tinh không chì trong sản xuất bóng đèn, vì không có nguyên tố chì giữ cho thủy tinh có độ trong suốt, nâng hiệu suất phát quang của đèn. Thủy tinh không chì còn có khả năng ngăn chặn được các tia tử ngoại có bước sóng nhỏ hơn 320nm, giúp đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

Các công nghệ mới phải được đưa vào sử dụng để sản xuất ra các loại bóng đèn nhằm nâng cao hiệu suất, nâng cao chất lượng của nguồn sáng như: Công nghệ sử dụng viên thủy ngân amalgam thay thế thủy ngân lỏng giúp kiểm soát tốt chất lượng, thân thiện với môi trường; Sử dụng bột huỳnh quang 3 phổ giúp nâng cao hiệu suất phát quang, nâng cao chỉ số hoàn màu; Công nghệ dây tóc xoắn 3 làm tăng trữ lượng điện từ nâng cao tuổi thọ của đèn.

Đèn LED được coi là sản phẩm nguồn sáng của thế kỷ 21 có hiệu suất chiếu sáng rất cao, tuổi thọ cao và rất tiết kiệm điện. LED được đánh giá sẽ thay thế các sản phẩm chiếu sáng truyền thống sau 5, 10 năm tới. Việc chủ động nghiên cứu từ khâu thiết kế mạch, thiết kế tản nhiệt, thiết kế quang học, nguồn nuôi, kiểm soát chất lượng của LED đến chế tạo, lắp ráp hoàn chỉnh đèn LED tại Việt Nam là hết sức cần thiết và cần sớm đưa nguồn sáng này vào phục vụ thực tế sản xuất và đời sống. Các sản phẩm đèn LED chất lượng cao như đèn LED Panel có hiệu suất phát quang lên tới 75 lm/w, tuổi thọ thực tế đạt hơn 25.000 giờ. Các sản phẩm đèn LED bulb nhiều loại công suất (nhằm thay thế các bóng đèn nung sáng công suất lớn hơn 60W bị cấm sản xuất từ 1/2013), đèn LED ốp trần, đèn LED chiếu sáng đường, v.v...

Đèn chiếu sáng là thiết bị được kết hợp đồng bộ giữa các thiết bị như: bóng đèn, máng, chao chụp, các thiết bị điện đi kèm (balasts, tắc te...). Các thiết bị này cũng đóng góp quan trọng để nâng cao chất lượng chiếu sáng, nâng cao hiệu quả tiết kiệm điện.

Xu hướng sử dụng ngày nay là các loại ba-lát điện tử. Đặc điểm của ba-lát điện tử là rất tiết kiệm điện so với loại ba-lát sắt từ thông thường. Nếu như tổn hao trên ba-lát sắt từ 12W thì ba-lát điện tử chỉ tổn hao 3,5W, tiết kiệm tới 70% điện năng. Mặt khác, ba-lát điện tử còn tích hợp được các tính năng ưu điểm vượt trội như khả năng ổn áp rất tốt giúp đèn có khả năng bật sáng ngay tức thì, thậm chí ở những nơi có điện áp thấp. Các sản phẩm ba-lát điện tử tích hợp mạch IC có mạch dự nhiệt giúp nâng cao tuổi thọ của đèn, có mạch lọc nhiễu, có hệ số $\cos\Phi > 0,98$. Với hệ số $\cos\Phi$ cao giúp không phải lắp thêm tụ bù, hạn chế tối đa sự thất thoát điện năng trong quá trình truyền tải điện, như vậy đồng nghĩa với việc giảm tiết điện của dây dẫn điện, giảm chi phí đầu tư.

Giải pháp chiếu sáng xanh là giải pháp sử dụng các nguồn sáng đồng bộ, chất lượng cao, hiệu suất cao, tiết kiệm điện và thân thiện với môi trường, kết hợp với phương pháp thiết kế được tính toán khoa học hợp lý phù hợp. Với mỗi một lĩnh vực, mỗi loại công trình cần phải có một giải pháp chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo phù hợp và cụ thể thì mới đem lại hiệu quả chiếu sáng xanh như mong muốn.

6.3.2. Mật độ công suất chiếu sáng tối đa cho phép

Việc tiết kiệm sử dụng điện năng chiếu sáng trong công trình được quy định bằng mật độ công suất chiếu sáng tính trung bình (LPD). Mức LPD tối đa cho phép cho toàn bộ công trình không được vượt quá giá trị nêu trong bảng 6.4.

Hệ thống chiếu sáng chung là thành phần chủ yếu của thiết kế chiếu sáng nội thất và là thành phần tiêu thụ nhiều điện năng nhất cho chiếu sáng. Các nguồn sáng điện tiết kiệm điện cho chiếu sáng bao gồm đèn huỳnh quang và đèn huỳnh quang compact được chọn theo các bảng 6.5, 6.6.

Những đèn này khi sử dụng cần lưu cần chọn chấn lưu (ballast) điện tử được quy định theo bảng 6.7.

Bảng 6.4. Yêu cầu về mật độ công suất chiếu sáng LPD

Loại công trình	LPD W/m ²)
Văn phòng	11
Khách sạn	11
Bệnh viện	13
Trường học	13
Thương mại, dịch vụ	16
Chung cư	8

Bảng 6.5. Hiệu suất phát sáng tối thiểu của bóng đèn huỳnh quang thẳng

Dải công suất, W	Hiệu suất phát sáng, lm/W
Từ 14 đến 20	72
Trên 20 đến 40	78

Bảng 6.6. Hiệu suất phát sáng tối thiểu của bóng đèn huỳnh quang compact

Dải công suất, W	Hiệu suất phát sáng lm/W
Từ 5 đến 8	55
Từ 9 đến 14	60
Từ 15 đến 24	65
Từ 25 đến 60	70

Bảng 6.7. Hiệu suất của chấn lưu (ballast) điện tử

Công suất danh định, W	Hệ số hiệu suất (BEF), %/W
18	5,518
20	5,049
22	4,619
30	3,281
32	3,043
36	2,681
40	2,473

Việc lắp đặt cảm biến người sẽ làm giảm tiêu thụ điện năng một cách đáng kể khi không có người sử dụng trong những khoảng thời gian ngắn. Các không gian được chiếu sáng cần phải lắp đặt cảm biến người, được quy định trong bảng 6.8.

Bảng 6.8. Loại công trình phải lắp đặt cảm biến người

Loại công trình	Áp dụng	Cần thực hiện tại
Văn phòng	Bắt buộc	Phòng họp và hành lang
Khách sạn	Bắt buộc	Phòng họp và hành lang
Bệnh viện	Không bắt buộc	
Trường học	Bắt buộc	Hành lang và khu đỗ xe trong nhà
Trung tâm thương mại	Không bắt buộc	
Chung cư	Bắt buộc	Hành lang và khu đỗ xe trong nhà

6.4. CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ TẬN DỤNG ÁNH SÁNG TỰ NHIÊN, GIẢM THIỂU CHIẾU SÁNG ĐIỆN

6.4.1. Đặc điểm của hệ thống chiếu sáng điện thường trực [Nguồn: *Permanent Supplementary Artificial Lighting in Interiors - PSALI, 1.K.ALI ent Supplementary Artificial Lighting in Interiors*]

Hệ thống chiếu sáng tự nhiên được thiết kế thông qua các cửa lấy sáng chủ yếu là hệ thống cửa sổ. Vì chiều sâu phòng khá lớn nên phần không gian ở xa cửa sổ sẽ không bao giờ đủ ánh sáng tự nhiên. Việc bổ sung chiếu sáng điện tại những vùng không gian này là cần thiết. Có thể đánh giá sơ bộ vùng không đủ ánh sáng tự nhiên bằng các quy tắc sau:

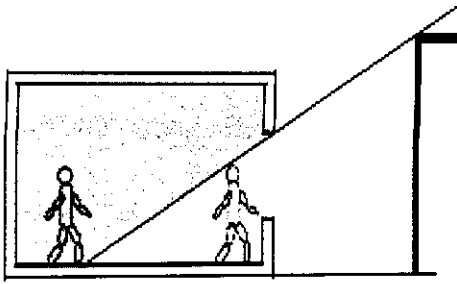
Quy tắc 1. Khu vực trong phòng không trực tiếp nhìn thấy bầu trời là khu vực có mức độ chiếu sáng tự nhiên thấp và có thể coi là thiếu ánh sáng tự nhiên (hình 6.13).

Quy tắc 2. Khi vật che chắn bên ngoài vượt quá 25° so với mặt nằm ngang thì cửa sổ sẽ không đảm bảo ánh sáng tự nhiên để làm việc (hình 6.14).

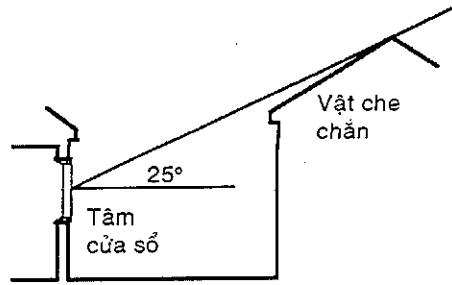
Quy tắc 3. Vùng nằm ở khoảng cách tới mặt tường có cửa sổ nhỏ hơn 2 lần chiều cao cửa sổ ($2h$) là vùng đủ ánh sáng tự nhiên làm việc phần lớn thời gian trong năm (hình 6.15).

Quy tắc 4. Khi thiết kế cụ thể có thể chia thành 3 vùng điều khiển bật tắt đèn như hình 6.15.

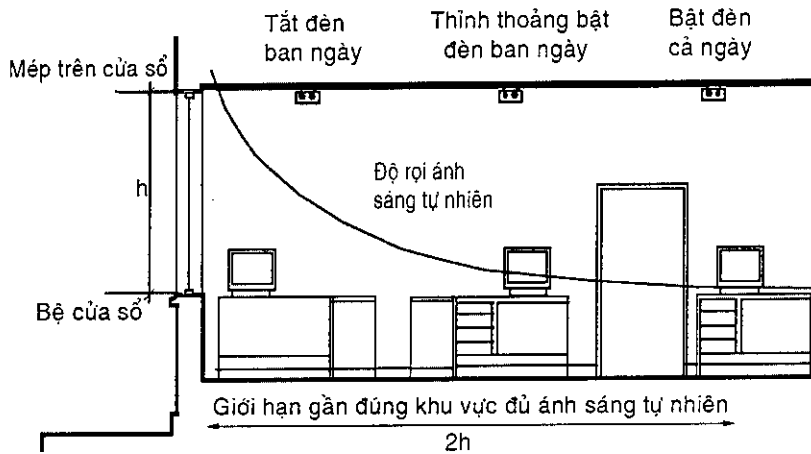
Hệ thống chiếu sáng nhân tạo bổ sung như trên chính là hệ thống PSALI.



Hình 6.13. Vùng thiếu ánh sáng tự nhiên trong phòng



Hình 6.14. Hiệu quả chiếu sáng tự nhiên của cửa sổ



Hình 6.15. Vùng đủ ánh sáng tự nhiên vào ban ngày và cách thiết kế điều khiển chiếu sáng nhân tạo

6.4.2. Đánh giá thời gian sử dụng ánh sáng tự nhiên

Trong các tòa nhà văn phòng cao tầng, do có lợi thế về chiều cao không bị cây cối che chắn nên việc mở cửa lấy ánh sáng tự nhiên là rất thuận lợi. Tuy nhiên, không phải cứ mở cửa càng rộng là càng tốt, bởi vì việc mở cửa kéo theo những chi phí tốn kém không chỉ về mặt cấu tạo, mà còn về tiêu hao năng lượng làm mát nhằm ứng phó với việc tăng nhiệt độ trong nhà do bức xạ Mặt trời chiếu qua cửa sổ vào nhà trong mùa hè....Việc thay cửa sổ bằng những vách kính lớn tại các nhà cao tầng lại càng không phải là một phương án tốt về mặt tiết kiệm năng lượng. Mở cửa đúng tiêu chuẩn hệ số chiếu sáng tự nhiên (daylight factor) là điều nên làm. Song việc mở cửa thấp

hơn tiêu chuẩn cũng không thể coi là điều cấm kỵ. Cần phải tìm cách đánh giá hiệu quả sử dụng ánh sáng tự nhiên của việc mở cửa này.

Rất dễ hiểu rằng việc mở cửa sổ có tác động trực tiếp đến hệ số chiếu sáng tự nhiên. Khi hệ số này càng lớn thì thời gian sử dụng ánh sáng tự nhiên trong nhà càng nhiều.

Giữa hệ số chiếu sáng tự nhiên, độ rọi trong nhà và độ rọi ánh sáng ngoài nhà có mối liên hệ sau:

$$DF = \frac{E_{\text{trong}}}{E_{\text{ngoài}}}, \% \quad (6.4)$$

trong đó:

- E_{trong} , $E_{\text{ngoài}}$ là độ rọi trong nhà và ngoài nhà tính bằng lux;
- DF là hệ số chiếu sáng ban ngày (Daylight Factor) - %.

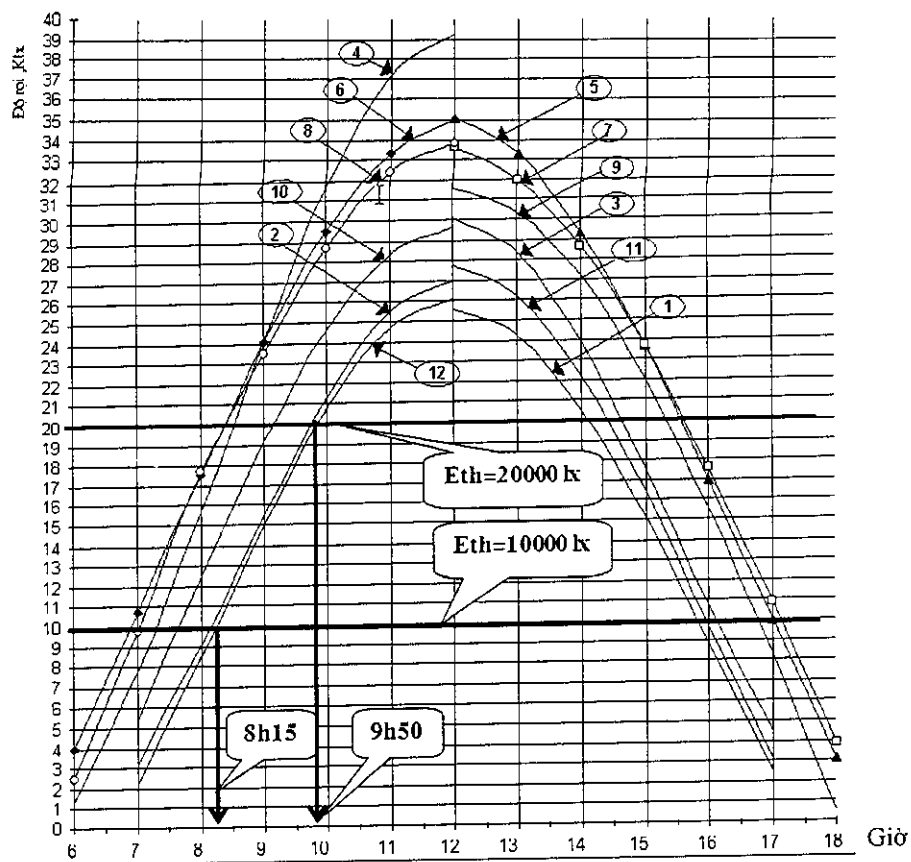
Theo tiêu chuẩn, nếu $DF = 5\%$ và $E_{\text{trong}} = 500$ lux. Như vậy $E_{\text{ngoài}}$ phải bằng 10.000 lux. Giá trị này được gọi là độ rọi tới hạn ngoài nhà (Design Sky Illuminance values), E_{TH} .

Tuy nhiên, do nhiều lý do kinh tế kỹ thuật nêu trên, giá trị DF khó đạt được 5% như tiêu chuẩn ở một số công trình. Giả sử DF chỉ đạt 2,5%, thì là độ rọi tới hạn ngoài nhà sẽ là:

$$E_{\text{TH}} = \frac{500\text{lx}}{2,5\%} = 20.000\text{lx} \quad (6.5)$$

Đặt các giá trị này lên đồ thị biến trình độ rọi ngoài nhà (hình 6.16) sẽ dễ dàng nhận thấy: Với tiêu chuẩn $DF = 5\%$, $E_{\text{tiêu chuẩn}} = 500$ lux, thì thời gian đủ ánh sáng tự nhiên trong ngày của tháng 12 là từ 8h15 đến 15h45 (7,5 tiếng). Còn với $DF = 2,5\%$, gần tương đương với việc giảm bớt 50% diện tích các cửa sổ, $E_{\text{tiêu chuẩn}} = 500$ lux, thì thời gian đủ ánh sáng tự nhiên trong ngày của tháng 12 là từ 9h50 đến 14h10 (dài 4 giờ 20 phút). Chi phí thêm điện năng dùng để thắp sáng thêm 3 tiếng nữa với chi phí xây dựng được giảm bớt do giảm diện tích cửa sẽ là hai con số để kiến trúc sư tìm cách cân nhắc đi đến quyết định hợp lý cuối cùng.

Tuy nhiên, như ở chương IV - Thiết kế thông gió và chiếu sáng tự nhiên đã trình bày, ở rất nhiều nước người ta thường lấy độ rọi tới hạn ngoài nhà = 5000lux, hệ số DF tối thiểu là 2%, có nghĩa là độ rọi sáng tối thiểu trong nhà được quy định là $2\% \times 5000 \text{ lux} = 100 \text{ lux}$.

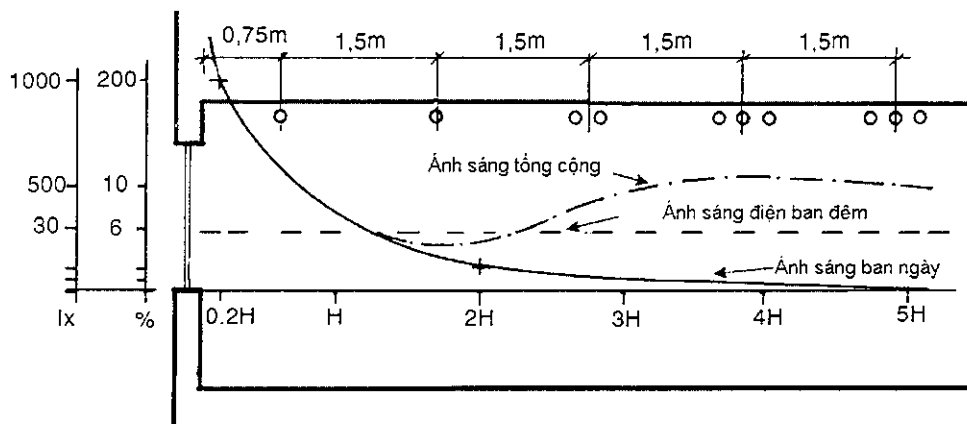


Hình 6.16. Xác định thời gian sử dụng ánh sáng tự nhiên trong nhà

Việc chiếu sáng nội thất công trình về ban ngày được thực hiện bằng cách thiết kế bố trí các cửa lấy sáng như cửa sổ, cửa mái. Đây là hình thức sử dụng ánh sáng tự nhiên được đánh giá định lượng bằng khái niệm “hệ số chiếu sáng tự nhiên” (Daylight Factor) tính bằng phần trăm (%), khác với hệ thống chiếu sáng nhân tạo là được đánh giá bằng giá trị độ rọi (Illumination) tính bằng lux.

Tuy nhiên khi tỉ lệ diện tích cửa sổ/điện tích sàn không đủ lớn, hoặc phòng quá sâu... thì chiếu sáng tự nhiên sẽ không đảm bảo và phải được bổ sung bằng hệ thống chiếu sáng điện kết hợp trong nhà [Permanent Supplementary Artificial Lighting in Interiors -PSALI]

Hình 6.17 cho thấy cách cách bố trí bóng đèn và chế độ bật tắt đèn trong hệ thống chiếu sáng PSALI.



Hình 6.17. Bật tắt đèn theo dãy dùng cho hệ thống chiếu sáng điện thường trực (PSALI)

6.5. LỰA CHỌN CÁC HỆ THỐNG THIẾT BỊ KHÁC

Các thiết bị phục vụ như thang máy, thiết bị văn phòng, hệ thống cấp gas, thiết bị đun nấu... đóng vai trò tiêu hao năng lượng đáng kể trong nhà. Sự đa dạng của các loại thiết bị này làm cho người sử dụng rất khó khăn trong việc lựa chọn, bởi lẽ công suất tiêu thụ của loại các thiết bị này không khác nhau nhiều lắm. Tuy nhiên việc quản lý và bảo dưỡng cũng như thiết kế lắp đặt đúng cách bao giờ cũng là những công việc rất cần thiết nhằm đảm bảo sử dụng chúng một cách an toàn và tiết kiệm. Dưới đây sẽ nêu ra những hiểu biết tối thiểu nhằm giúp cho việc quản lý sử dụng và bảo dưỡng mà không nhằm tới việc lựa chọn chủng loại thiết bị.

6.5.1. Thang cuốn và thang máy

Thang cuốn

Thang cuốn phải có thiết bị điều khiển để giảm tốc hay dừng khi không có người qua lại. Thang cuốn phải có một trong những tính năng tiết kiệm năng lượng dưới đây:

1. Điều khiển giảm tốc: thang cuốn phải chuyển sang chế độ chạy chậm sau khi không có người qua lại tối đa 3 phút. Phải có thiết bị cảm biến quang điện kích hoạt đặt ở đầu và cuối khu vực thang.

2. Sử dụng khi có nhu cầu: thang cuốn phải tự tắt sau khi không có người qua lại tối đa 15 phút. Thang cuốn sử dụng khi có nhu cầu phải được thiết kế với công nghệ khởi động mềm tiết kiệm năng lượng. Thang cuốn phải tự động chạy khi cần. Việc kích hoạt được thực hiện bằng tế bào quang điện lắp ở đầu và cuối thang.

Thang máy

Thang máy phải có thiết bị điều khiển để giảm mức sử dụng năng lượng. Để đáp ứng yêu cầu này, những tính năng sau đây phải được tích hợp vào thang máy đối với loại sử dụng lực kéo:

1. Sử dụng động cơ điện xoay chiều đa thế, đa tần trên thang máy không có thiết bị thủy lực.

2. Buồng thang máy sử dụng thiết bị chiếu sáng tiết kiệm năng lượng và chiếu sáng hiển thị, cần bảo đảm hiệu suất phát sáng trung bình đối với tất cả các thiết bị bên trong. Độ rọi trung bình >55 lumen/W, đèn cần được tự động tắt sau khi thang máy ngừng hoạt động tối đa 5 phút.

3. Thang máy hoạt động ở chế độ không tải trong giờ thấp điểm. Ví dụ, nguồn cấp điện cho hệ thống điều khiển thang máy và các thiết bị vận hành khác như đèn trong buồng thang máy, màn hiển thị, quạt thông gió tự tắt sau khi thang ngừng hoạt động tối đa 5 phút.

6.5.2. Thiết bị thông tin văn phòng

Thiết bị thông tin, trung tâm dữ liệu (Data center) phải được điều hòa không khí 24/24 ở điều kiện nhiệt độ 26 - 28 °C, độ ẩm 50 - 60 %, cung cấp điện có nguồn dự phòng và UPS ON - LINE. Trong công tác vận hành, hàng ngày phải kiểm tra hệ thống điện để đảm bảo cung cấp điện liên tục, hệ thống điều hòa không khí làm việc ổn định đảm bảo công suất lạnh theo chế độ N+1. Hàng tháng phải vệ sinh và kiểm tra các thông số kỹ thuật của dàn nóng, dàn lạnh để kịp thời thực hiện những sửa chữa và thay thế cần thiết. Kiểm tra cách nhiệt đường ống lạnh, thông tắc đường ống nước ngưng 3 tháng một lần. Đối với máy tính cá nhân và thiết bị văn phòng cần chú ý thông thoáng tốt và cung cấp điện ổn định.

6.5.3. Quản lý hệ thống cấp gas trung tâm

Hệ thống cấp gas công trình dân dụng là hệ thống được thiết kế, quản lý và vận hành chặt chẽ theo các quy chuẩn an toàn, phòng chống cháy nổ. Trong các tòa nhà cao tầng, do không được phép sử dụng các bình gas độc lập nên hệ thống cấp gas trung tâm sẽ đảm bảo điều kiện sử dụng an toàn và tiết kiệm hơn. Việc quản lý tốt hệ thống cấp gas trung tâm sẽ đảm bảo vận hành hệ thống được sử dụng an toàn và tiết kiệm hơn.

a) Công tác quản lý

Người quản lý, vận hành hệ thống LPG hàng ngày thực hiện công tác nhập, xuất, vận hành, quản lý giám sát hệ thống phải thực hiện các công việc sau:

- Quan sát toàn bộ hệ thống bao gồm: máy hóa hơi, áp kế, điều áp, dàn bình 48kg trong kho, các ống mềm cao su nhằm phát hiện những bất thường, thông báo kịp thời cho người chịu trách nhiệm;

- Kiểm tra thường xuyên đồng hồ đo áp suất, nếu phát hiện hỏng hóc phải báo ngay cho người chịu trách nhiệm;

- Kiểm tra lớp sơn bảo vệ đường ống, lớp kẽm và nhựa bọc ống, mức độ ăn mòn, mức độ rạn nứt của ống mềm cao su và kiểm tra rò rỉ;

+ Nếu chỗ nối bích bị rò rỉ thì xiết lại đai ốc. Trường hợp vẫn không khắc phục được thì cô lập hệ thống và thay gioăng;

+ Nếu chỗ nối ren bị rò rỉ thì cuốn lại băng keo, sử dụng keo chuyên dùng để làm kín;

+ Nếu mối hàn bị rò rỉ thì tiến hành đuổi hết hơi gas trong đường ống bằng khí trơ, sau đó hàn lại. Sau khi khắc phục xong, kiểm tra lại bằng khí nén và cho hệ thống hoạt động trở lại;

- Kiểm tra mức nước trong máy hóa hơi phải ở trên vạch thấp nhất của đồng hồ đo mức nước. Nếu thiếu phải bổ sung (chú ý: Chỉ sử dụng nước sinh hoạt, không sử dụng nước công nghiệp);

- Kiểm tra nhiệt độ của nước tại khoang chứa nước;

- Kiểm tra áp suất đầu vào của gas lỏng;

- Kiểm tra áp suất gas cung cấp;

- Dùng nước xà phòng để kiểm tra rò rỉ gas;

- Kiểm tra các van đóng mở phải phù hợp với hướng dẫn sử dụng;

- Phải đảm bảo rằng van lắp trước van an toàn ở vị trí mở.

b) Bảo dưỡng hệ thống cấp gas

- Điện trở tiếp địa của máy hóa hơi và đường ống, cần đảm bảo R nhỏ hơn hoặc bằng 4 ôm.

c) Kiểm tra, bảo dưỡng định kỳ hệ thống van, thiết bị trên đường ống

d) Kiểm tra, bảo dưỡng định kỳ đối với hệ thống đường ống: Kiểm tra rò rỉ tất cả các mối liên kết: mối hàn, nối bích, nối ren. Đặc biệt kiểm tra các mối nối ren trong hộp lưu lượng kế và trong căn hộ.

6.5.4. Thiết bị đun nấu và các thiết bị sinh hoạt

- Thường xuyên lau chùi, làm sạch dầu mỡ, cặn cháy trong các thiết bị đun nấu bằng dụng cụ và các chất tẩy rửa.

- Kiểm tra nguồn điện, tiếp đất của các bếp đun điện, lò nướng... Đối với bếp gas cần kiểm tra van an toàn, dây dẫn gas không được đi gần nguồn nhiệt, hàng tuần cần thông tắc và làm sạch bộ phận phân phối và đốt gas.

- Kiểm tra cách điện, công tắc chống giật của bình đun điện, thay thế ống nước nóng bị rò rỉ bằng loại ống mềm chịu nhiệt.

- Kiểm tra sự hoạt động của máy giặt, nếu thùng giặt quay không đúng tốc độ cần căng lại đai truyền động, kiểm tra nối đất, đường ống cấp nước, xả nước giặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

- Kiểm tra chống rung của tủ lạnh, gioăng làm kín cửa, kiểm tra thay thế role nhiệt độ, bóng đèn bị hư hỏng. Không đặt tủ lạnh gần bếp nấu, không đưa thức ăn còn nóng vào tủ lạnh. Cài đặt nhiệt độ các buồng bên trong tủ lạnh theo qui định: Ngăn thực phẩm tươi ($3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), ngăn kết đông 1 sao ($-6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), ngăn 2 sao ($-12 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) và ngăn 3 sao, 4 sao ($-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$).

Chương VII

THIẾT KẾ CẤP THOÁT NƯỚC TRONG CÔNG TRÌNH XANH

7.1. THIẾT KẾ CẤP NƯỚC TRONG CÔNG TRÌNH HIỆU QUẢ VÀ TIẾT KIỆM

7.1.1. Các tiêu chí sử dụng nước hiệu quả và tiết kiệm đối với công trình xanh

Nước đóng một vai trò quan trọng đối với đời sống con người cũng như đối với quá trình hình thành, tồn tại và phát triển của sự sống trên Trái đất. Nước được sử dụng trong đời sống con người ở đô thị, nông thôn cho các mục đích khác nhau: ăn uống, sinh hoạt, sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, du lịch, dịch vụ, vui chơi, giải trí, ... Với sự phát triển của kinh tế - xã hội, những đòi hỏi về nâng cao chất lượng cuộc sống, thì những nhu cầu đối với nước ngày càng cao, không những về số lượng mà còn cả về chất lượng nước và cách thức sử dụng nước ngày càng tăng.

Tính đến tháng 9 năm 2013, cả nước đã có 770 đô thị, với tổng số dân gần 33 triệu người, chiếm hơn 32% dân số cả nước, trong đó có 77% dân số đô thị được hưởng dịch vụ cấp nước từ các hệ thống cấp nước tập trung, với tiêu chuẩn dùng nước trung bình 100 lít/người/ngày. Lượng nước tiêu thụ này dao động lớn theo đô thị và theo khu vực, từ 33 đến 213 lít/người/ngày. Tỷ lệ nước thất thoát trung bình ở các hệ thống cấp nước tập trung là 27,8%, dao động từ 7,2 đến 44,9% [Nguồn: Báo cáo cơ sở dữ liệu cấp nước đô thị, Bộ Xây dựng - Ngân hàng Thế giới, 6/2013]. Đô thị hóa và dân số tăng gây áp lực lên hệ thống hạ tầng của các thành phố, trong đó có hệ thống cấp nước cũng như nguồn cung cấp nước. Theo Hội Cấp thoát nước Việt Nam, lượng nước khai thác sử dụng cho các đô thị hiện nay khoảng 6,6 triệu mét khối/năm, trong đó khoảng 30% nguồn nước cung cấp cho các đô thị được khai thác từ nguồn nước ngầm. Sự khai thác nước ngầm với cường độ lớn tại các đô thị đã dẫn đến tình trạng suy thoái, cạn kiệt, chất lượng nguồn nước ngầm cũng ngày càng suy giảm. Nguồn nước mặt cung cấp cho các đô thị cũng ngày càng khan hiếm, và đặc biệt là ngày càng bị ô nhiễm bởi các loại chất thải khác nhau, gây nhiều hiểm họa cho sức khỏe người sử dụng. Quá trình đô thị hóa nhanh chóng cũng làm gia tăng áp lực lên hệ thống thoát nước tại các đô thị, đặc biệt là vào mùa mưa, do lượng nước mưa đổ về các tuyến cống quá lớn, dễ dẫn tới sự quá tải, gây úng ngập.

Quyết định số 1929/QĐ-TTg ngày 20/11/2009 của Thủ tướng Chính phủ về Chiến lược cấp nước đô thị và công nghiệp tới năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050 đã xác định các chỉ tiêu đến năm 2025: đáp ứng 100% nhu cầu dùng nước cấp cho sinh hoạt đô thị, với tiêu chuẩn dùng nước 120 lít/người/ngày, giảm tỷ lệ thất thoát nước xuống còn 15%, đảm bảo dịch vụ cấp nước hoạt động ổn định 24 giờ/ngày ở tất cả các đô thị Việt Nam. Đây là những chỉ tiêu đòi hỏi những nỗ lực rất lớn để có thể đạt được, trong bối cảnh còn tồn tại nhiều khó khăn, bất cập trong lĩnh vực này.

Nhu cầu dùng nước cho các ngành kinh tế đặc biệt cho đô thị và nông thôn không ngừng nâng cao, cân bằng nước giữa cung và cầu nhiều nơi không bảo đảm và đã trở thành áp lực lớn, đặc biệt là chúng ta đang thực hiện quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Áp lực đó không ngừng tăng lên do tác động của biến đổi khí hậu, do quá trình đô thị hóa nhanh, do bùng nổ dân số đô thị,... vì vậy nhiệm vụ đặt ra là cần phải bảo vệ nguồn nước, sử dụng nước mặt, nước dưới đất đúng mục đích, hợp lý, giảm thiểu thất thoát, đồng thời có biện pháp hiệu quả để chống lãng phí nước. Xu thế áp dụng các giải pháp cấp nước hiệu quả và tiết kiệm trong các công trình, như một cấu phần quan trọng của chiến lược quản lý bền vững nước đô thị, thực sự là hướng đi đúng, hiệu quả để góp phần đạt được các mục tiêu nêu trên, góp phần phát triển kinh tế - xã hội, nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân. Các nội dung cơ bản của chiến lược sử dụng nước đô thị một cách bền vững là: (1) Sử dụng nước hiệu quả; (2) Sử dụng nước tiết kiệm; (3) Thu nước mưa và thoát nước bề mặt bền vững; (4) Kiểm soát ô nhiễm nước, xử lý nước thải và tái sử dụng.

Bộ tiêu chí đánh giá công trình xanh thường được chia thành các bộ môn: Năng lượng; Nước; Vật liệu xây dựng; Sinh thái; Chất thải và ô nhiễm; Sức khỏe và tiện nghi; Thích ứng và giảm thiểu; Cộng đồng; Quản lý. Ngoài ra, người ta còn thường thêm điểm cho các giải pháp sáng tạo trong thiết kế cũng như vận hành, khai thác công trình (gọi là mục Sáng kiến hay Sáng tạo). Các tiêu chí về Nước thường chiếm 10% tổng số điểm đánh giá.

Bộ tiêu chí công trình xanh khuyến khích các công trình tiết kiệm nước, giảm lượng nước sạch tiêu thụ và lượng nước thải phát sinh. Đồng thời, lượng nước mưa thoát ra ngoài phạm vi công trình cũng phải được hạn chế, nhằm giảm tác động của lũ lụt đến khu vực xung quanh và hạ tầng đô thị nói chung.

Giảm lượng nước tiêu thụ so với tiêu chuẩn dùng nước là điều kiện tiên quyết. Bảng 7.1 giới thiệu tiêu chuẩn dùng nước cho các đối tượng sử dụng nước khác nhau, theo TCVN 4513 : 1988 Cấp nước bên trong - Tiêu chuẩn thiết kế.

Bảng 7.1. Tiêu chuẩn dùng nước cho các đối tượng khác nhau

Nơi dùng nước	Đơn vị dùng nước	Tiêu chuẩn dùng nước trong ngày dùng nhiều nhất, l/ngày
Nhà ở bên trong mỗi căn hộ có một vòi nước sử dụng chung cho các nhu cầu sinh hoạt	Một người	Từ 80 đến 100
Nhà ở bên trong có trang thiết bị vệ sinh : vòi tắm, rửa, xí trong 1 căn hộ khép kín	Một người	Từ 100 đến 150
Nhà ở bên trong mỗi căn hộ có trang thiết bị vệ sinh : Hoa sen tắm, rửa, xí, tắm đặc biệt	Một người	Từ 150 đến 200
Nhà ở bên trong mỗi căn hộ có bồn tắm và cấp nước nóng cục bộ	Một người	Từ 350 đến 400
Nhà ở tập thể kí túc xá có xí, tiểu vòi tắm giặt chung đặt ở các tầng	Một người	Từ 75 đến 100
Nhà ở tập thể có xí, tiểu, vòi tắm giặt, bếp riêng cho từng phòng	Một người	Từ 100 đến 120
Khách sạn - Hạng III	Một người	Từ 100 đến 120
- Hạng II	Một người	Từ 150 đến 200
- Hạng I	Một người	Từ 200 đến 250
- Hạng đặc biệt	Một người	Từ 250 đến 300
Bệnh viện, nhà điều dưỡng, nhà nghỉ (có bồn tắm chung và vòi tắm hoa sen)	1 giường bệnh	Từ 250 đến 300
Nhà điều dưỡng, nhà nghỉ có bồn tắm trong tất cả các phòng	1giường	Từ 300 đến 400
Trạm y tế, phòng khám đa khoa	1 bệnh nhân	15
Nhà tắm công cộng có vòi tắm hoa sen	1 người tắm	Từ 125 đến 150
Nhà giặt bằng tay	1kg đồ giặt	40
Nhà giặt bằng máy	1 kg đồ giặt	Từ 60 đến 90
Công ty ăn uống, cửa hàng ăn uống		
a) Chế biến thức ăn tại chỗ	1 món ăn	12
b) Chế biến thức ăn đem về nhà	1 món ăn	10
Nhà ăn tập thể	1 người/ 1 bữa ăn	Từ 18 đến 25

Bảng 7.1. (tiếp theo)

Nơi dùng nước	Đơn vị dùng nước	Tiêu chuẩn dùng nước trong ngày dùng nhiều nhất, 1/ngày
Bể bơi trong 1 ngày đêm		
a) Bỏ sung nước tràn	% dung tích bể	10
b) Vận động viên (tính cả tắm)	1 vận động viên	50
c) Khán giả	1 chỗ ngồi	3
Nhà trẻ		
a) Gửi ban ngày	1 trẻ	75
b) Gửi cả đêm	1 trẻ	100
Trụ sở cơ quan hành chính	1 cán bộ	Từ 10 đến 15
Rạp chiếu bóng	1 ghế	Từ 3 đến 5
Câu lạc bộ	1 chỗ ngồi hay 1 người xem	10
Nhà hát		
a) Khán giả	1 chỗ	10
b) Diễn viên	1 diễn viên	40
Trường học, trường phổ thông	1 học sinh hay 1 giáo viên	Từ 15 đến 20
Sân vận động, nhà thi đấu thể thao		
a) Vận động viên (kể cả tắm)	1 vận động viên	50
b) Khán giả	1 chỗ	3
Nước tưới		
a) Tưới sân thể thao, sân chơi, khán đài và các công trình thể thao ngoài trời, cây xanh, đường sá bên trong khu vực sân vận động	1m ²	1,5
b) Tưới mặt cỏ sân bóng đá	1m ²	3
Người phục vụ nhà công cộng	1 người trong 1 ca	25

Nguồn: TCVN 4513 : 1988. Cấp nước bên trong - Tiêu chuẩn thiết kế.

Dự án sẽ được thưởng điểm nếu giảm nhu cầu sử dụng nước một cách hiệu quả bằng việc sử dụng các thiết bị tiết kiệm nước như vòi nước cao áp có lưu lượng nhỏ, bồn cầu hai nút nhấn, bệ xí tách nước, âu tiêu khô,...

Quá trình phun nước và bốc hơi trong hệ thống điều hòa không khí sử dụng nước trong công trình cũng tiêu thụ một lượng nước đáng kể. Do đó, các hệ thống này cũng được xem xét đến trong nhóm tiêu chí tiết kiệm nước. Các hệ thống điều hòa phải tuân thủ các tiêu chí liên quan tới giải nhiệt trong

thấp làm lạnh như quy định trong Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 09:2013 - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả, như một điều kiện tiên quyết. Đối với các hệ thống có hiệu quả tiết kiệm nước cao hơn mức quy định trong quy chuẩn, có thể thưởng điểm cho các công trình đó. Bảng 7.2 giới thiệu một ví dụ về các tiêu chí liên quan đến nước trong hệ thống công cụ đánh giá công trình xanh LOTUS (Hội đồng công trình xanh Việt Nam VGBC), dành cho công trình không phải nhà ở.

Bảng 7.2. Các tiêu chí về nước trong công cụ đánh giá công trình xanh Lotus

Nhóm tiêu chí	Các tiêu chí cụ thể	Điểm
Lượng nước sử dụng	Giảm 10% tổng lượng nước tiêu thụ so với tiêu chuẩn	Điều kiện tiên quyết 1
	Giảm 20% tổng lượng nước tiêu thụ so với tiêu chuẩn	2
	Giảm 30% tổng lượng nước tiêu thụ so với tiêu chuẩn	3
Thiết bị vệ sinh	Ít nhất 50% thiết bị vệ sinh thuộc loại sử dụng nước hiệu quả	1
	Ít nhất 90% thiết bị vệ sinh thuộc loại sử dụng nước hiệu quả	2
Tái sử dụng nước xám	Nước xám tái sử dụng đóng góp 10% tổng lượng nước tiêu thụ	2
Thu gom và sử dụng nước mưa	Nước mưa đóng góp 10% tổng lượng nước tiêu thụ	2
Sử dụng nước tưới, rửa xe hiệu quả	Không dùng nước máy để tưới, rửa xe	2
Nước cho hệ thống điều hòa không khí	Nước dùng cho ĐHKK đáp ứng QCVN 09:2004	Điều kiện tiên quyết 2
	Nước dùng cho ĐHKK giảm 20% so với QCVN 09:2004	1
	Nước dùng cho ĐHKK giảm 60% so với QCVN 09:2004	2
Quan trắc, đo đạc	Có đồng hồ đo nước tại các điểm dùng nước chính	1
	Có hệ thống quan trắc sử dụng nước trung tâm	2

Nguồn: Vietnam Green Building Council VGBC. Green building rating tool Lotus for non-residential building NR, 2012.

7.1.2. Lựa chọn sơ đồ cấp nước và thiết bị cấp nước phù hợp

Lựa chọn sơ đồ cấp nước phù hợp là khâu tối quan trọng khi thiết kế để đảm bảo công năng của hệ thống cấp thoát nước, đồng thời cho phép sử dụng nước hiệu quả và tiết kiệm. Việc lựa chọn sơ đồ cấp nước căn cứ vào:

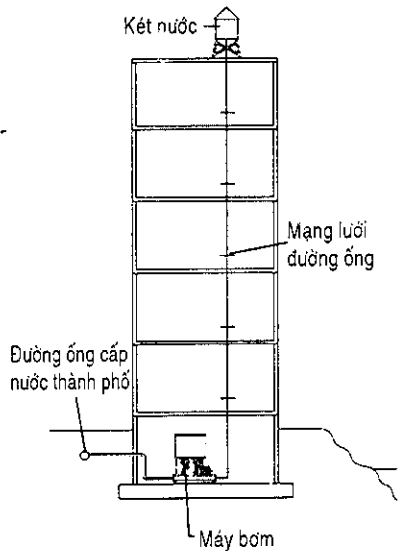
chức năng của công trình; trị số áp lực đảm bảo ở đường ống cấp nước bên ngoài; áp lực cần thiết đưa nước đến thiết bị vệ sinh ở vị trí bất lợi; mức độ tiện nghi của ngôi nhà; và sự phân bố các thiết bị dùng nước ở bên trong công trình.

Trong một công trình có nhiều mục đích sử dụng nước khác nhau thì có thể áp dụng nhiều hệ thống cấp nước riêng biệt. Hệ thống cấp nước sản xuất chỉ bố trí kết hợp với hệ thống cấp nước sinh hoạt khi chất lượng nước sản xuất đòi hỏi cao như nước sinh hoạt, hoặc khi chất lượng nước cấp cho sản xuất thấp hơn nhưng ít hơn. Hệ thống cấp nước riêng cho sản xuất được áp dụng khi lượng nước sử dụng lớn, chất lượng yêu cầu thấp, hoặc có yêu cầu đặc biệt về chất lượng. Hệ thống cấp nước làm mát cho hệ thống điều hòa trung tâm thường được lấy từ hệ thống cấp nước sinh hoạt, sau khi đã xử lý bổ sung (làm mềm). Hệ thống cấp nước chữa cháy thường được kết hợp với hệ thống cấp nước sinh hoạt. Hệ thống chữa cháy nhà cao tầng (trên 16 tầng), hệ thống chữa cháy tự động yêu cầu phải có được thiết kế riêng.

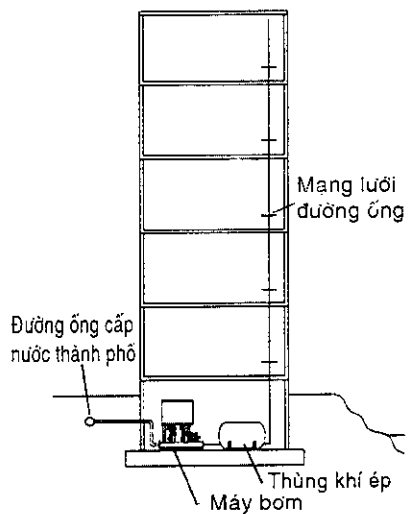
Để đảm bảo hiệu quả sử dụng nước, tiết kiệm năng lượng vận hành, kéo dài tuổi thọ các thiết bị và đường ống, người ta thường chọn loại hệ thống cấp nước theo áp lực đường ống cấp nước bên ngoài và theo yêu cầu về áp lực cũng như lưu lượng nước sử dụng. Có thể có các loại hệ thống cấp nước sau:

- Hệ thống cấp nước đơn giản (sử dụng khi áp lực đường ống cấp nước bên ngoài đủ đưa nước tới các thiết bị vệ sinh);
- Hệ thống cấp nước có két nước trên mái (sử dụng khi áp lực đường ống cấp nước bên ngoài không đảm bảo thường xuyên);
- Hệ thống cấp nước có trạm bơm áp lực (khi áp lực đường ống cấp nước bên ngoài không đảm bảo hoặc không đảm bảo thường xuyên);
- Hệ thống cấp nước có két nước và trạm bơm (khi áp lực đường ống cấp nước bên ngoài hoàn toàn không đảm bảo);
- Hệ thống cấp nước có két nước, trạm bơm, bể chứa (khi áp lực đường ống cấp nước bên ngoài quá thấp);
- Hệ thống cấp nước có trạm khí ép (thay thế cho két nước trên mái);
- Hệ thống cấp nước phân vùng (áp dụng cho các công trình cao tầng).

Cùng với sơ đồ cấp nước và loại hệ thống cấp nước phù hợp, việc lựa chọn thiết bị, đường ống và phụ kiện phù hợp cũng đóng vai trò không kém phần quan trọng.

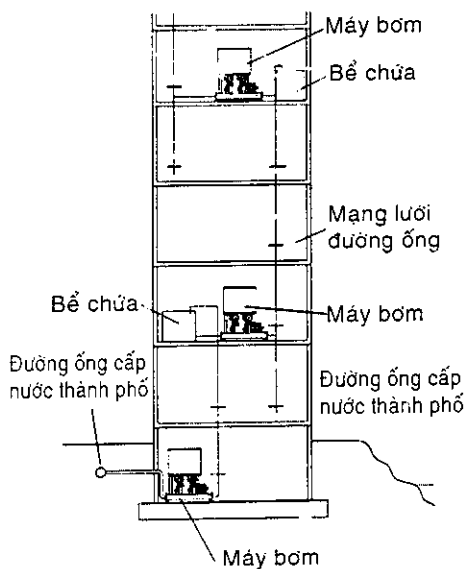


Hệ thống cấp nước có trạm bơm và két nước trên mái

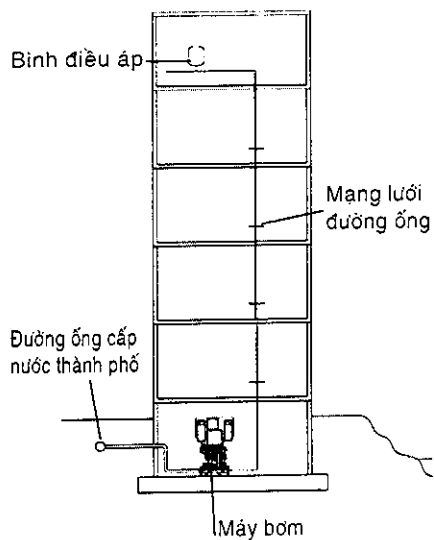


Hệ thống cấp nước có trạm bơm và thùng khí ép

Hình 7.1a. Giới thiệu một số sơ đồ hệ thống cấp nước cho các nhà cao tầng



Hệ thống cấp nước đa vùng sử dụng nhiều bơm và két nước

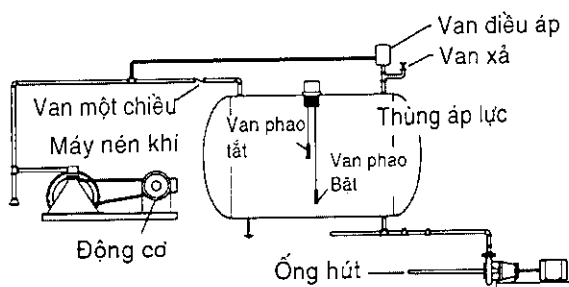


Hệ thống cấp nước với bơm có biến tần và bình điều áp

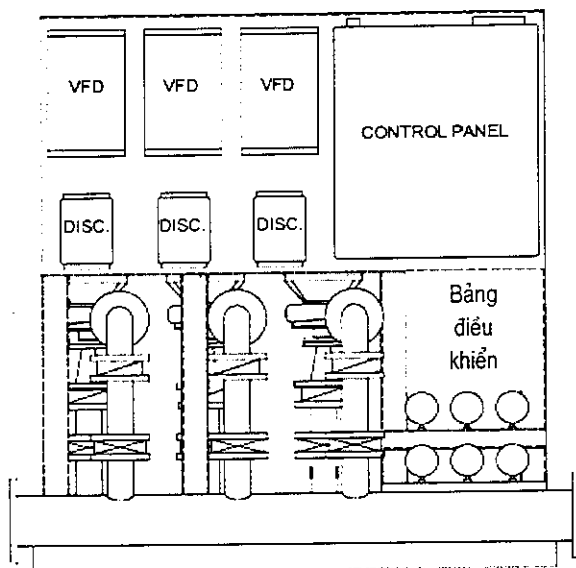
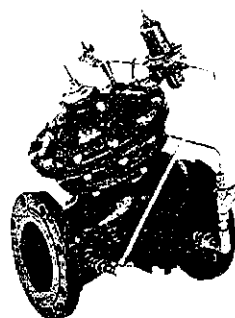
Hình 7.1b. Một số sơ đồ hệ thống cấp nước trong công trình
(Nguồn: Brickey M, Larson P., Sanchez J (2005). How Potable Water Rises to the Top of Skyscrapers. Plumbing Standards Magazine. USA).

Đối với công trình nhà cao tầng, sử dụng bơm có trang bị biến tần (VFD) để thay đổi tốc độ vòng quay phù hợp với cột áp đưa nước lên các tầng khác nhau (sơ đồ phân vùng) cho phép tiết kiệm đáng kể năng lượng vận hành bơm. Một giải pháp hữu hiệu khác là sử dụng van giảm áp (Pressure reducing valve - PRV) để điều tiết áp lực đầu vào các vùng, các tầng, trong trường hợp các vùng dùng chung bơm cấp hoặc dùng chung kết nước. Giải pháp khác là sử dụng nhiều bơm và nhiều kết để bơm chuyển tiếp nước lên các vùng tầng trên.

a)



b)



c)

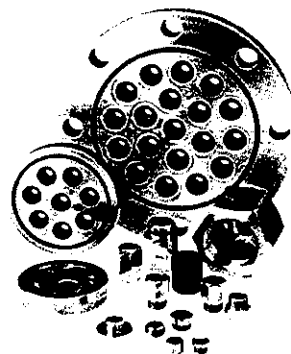
Các loại ống có thể được làm bằng các vật liệu khác nhau, như ống PVC-C, PVC-U, PE, PE-X, HDPE, PPR, PB, ống gang đúc, gang xám, ống đồng, ống nhôm, nhôm bọc nhựa, ống inox, ống thép tráng kẽm, ... Một số loại không được sử dụng để dẫn nước nóng, nước mặn, nước thải, nước chữa

Hình 7.2. Các thiết bị sử dụng trong hệ thống cấp nước nhà cao tầng

- a. Thùng khí ép;
- b. Van giảm áp;
- c. Bơm có lắp biến tần.

cháy. Cần sử dụng đúng loại ống theo quy định và tuân thủ đúng các khuyến cáo của nhà sản xuất.

Trường hợp lưu lượng nước qua đường ống cấp nước bên ngoài vào nhà, hay từ đường ống vào đầu nhánh dùng nước trên các tầng quá lớn, có thể sử dụng các thiết bị điều tiết giảm lưu lượng (Hình 7.3).



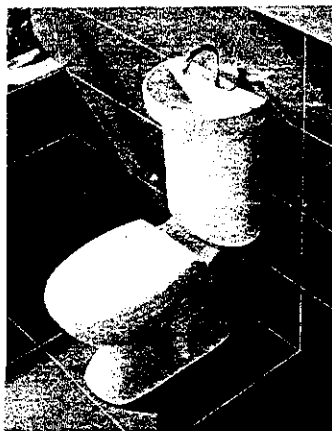
Hình 7.3. Các dụng cụ giảm lưu lượng trên đường ống

7.1.3. Các thiết bị vệ sinh tiết kiệm nước

- *Bệ xí tiết kiệm nước:*

Một giải pháp tiết kiệm nước xả toilet hữu hiệu, là sử dụng loại bệ xí với 2 nút xả cho mỗi lần đi tiểu tiện hoặc đại tiện (thường có trên thị trường loại kết nước với 2 nút xả 6 lít/3 lít). Trung bình mỗi người sử dụng toilet đi tiểu tiện khoảng 5 lần/ngày, và đại tiện 1 lần/ngày. Việc sử dụng nút nhấn xả ít nước cho tiểu tiện cho phép tiết kiệm khoảng 40% lượng nước xả toilet so với dùng một loại nút nhất tốn nhiều nước.

Ngay cả khi đã mua loại bệ xí chỉ có một nút nhấn, bạn cũng có thể chủ động điều chỉnh lượng nước xả, bằng cách đặt một túi nylon hay một chai nhựa chứa đầy nước vào trong kết nước. Lượng nước trong túi nylon sẽ làm cho thể tích nước trong kết giảm đi. Lượng nước cho vào túi nylon này được điều chỉnh, sao cho dung tích còn lại của kết nước đủ để xả sạch bồn cầu khi sử dụng. Cần để chai nhựa sao cho không vướng cần gạt. Để cố định chai, có thể đưa một ít cát hoặc đá cuội vào chai, đổ nước đầy và vặn chặt nút. Cách này giúp tiết kiệm tới 40 lít nước mỗi ngày.



Hình 7.4. Bồn cầu tiết kiệm nước

Sử dụng nước rửa tay sau khi đi vệ sinh bằng vòi rửa bố trí ngay phía trên, xả nước xuống két nước dội bệ xí, cũng là một biện pháp tiết kiệm nước thông minh.

Với một số loại bệ xí, có thể điều chỉnh lượng nước chảy ra từ két khi xả. Trên Thế giới cũng xuất hiện nhiều loại toilet kiểu mới cho phép tiết kiệm nước.

- *Vòi hoa sen tiết kiệm nước:*

Một vòi hoa sen truyền thống có lưu lượng 20 đến 30 lít nước/phút, trong khi một vòi hoa sen tiết kiệm nước có lưu lượng dưới 10 lít nước/phút, vẫn đảm bảo yêu cầu về lượng nước cấp ra khi tắm, với áp lực nước cao hơn. Ngoài ra, các loại vòi mới còn có thể có các tính năng bổ sung như mát xa, tự làm sạch, kiểm soát dòng chảy. Các vòi hoa sen tiết kiệm nước có chi phí tương đương các loại vòi thông thường, và rất dễ lắp đặt tại các hộ gia đình.

Cách sử dụng vòi hoa sen đúng cũng cho phép tiết kiệm được nhiều nước. Nhiều người có thói quen vẫn xả nước khi xát xà phòng hoặc dầu gội đầu. Cách tắm này gây lãng phí nước đáng kể, vì trung bình cứ mỗi phút, một vòi sen tiêu thụ 20 đến 45 lít nước. Nếu tính ra cả xã hội với nhiều người có thói quen như vậy thì sự lãng phí nguồn nước là rất lớn. Chính vì vậy một hành động nhỏ mang lại lợi ích lớn cần phải được tích cực hưởng ứng.

Nên tập thể dục trước khi tắm. Vận động sẽ làm cơ thể bạn nóng lên và do vậy bạn sẽ không cần nhiều nước để khiến cho cơ thể làm quen và không cần nhiều nước nóng để tắm, nhờ thế tiết kiệm được năng lượng để làm nóng nước.

Khi sử dụng bồn tắm, bạn nhớ đậy kín lỗ thoát nước của bồn trước khi mở vòi và chỉ cần xả nước khoảng 1/3 bồn là đủ tắm.

Cố gắng một ngày chỉ nên tắm một lần. Tắm vòi hoa sen thay cho tắm bồn sẽ giúp bạn tiết kiệm nước.

Ở Úc có Chương trình dán nhãn tiết kiệm nước Quốc gia. Chương trình này nhằm cung cấp cho người tiêu dùng thông tin về hiệu quả tiết kiệm nước của mỗi sản phẩm thiết bị vệ sinh như máy giặt, máy rửa bát, vòi hoa sen, bệ xí, bệ tiểu, vòi nước. Các sản phẩm được dán nhãn sau khi đánh giá, xếp loại. Một vòi hoa sen chất lượng cao, có lưu lượng nhỏ hơn 9 lít/phút sẽ được xếp loại 'AAA'. Loại sử dụng 9 đến 12 lít/phút sẽ được xếp loại 'AA'. Vòi hoa sen sử dụng 12 đến 15 lít/phút được xếp loại 'A'. Những loại sử dụng trên 15 lít/phút không phù hợp với chương trình này [Nguồn: Reardon C, Woodcock S (2008). Home Design for lifestyle & the future - A Guide].

- Máy giặt

Thông thường lượng nước tiêu thụ cho mỗi lần máy giặt hoạt động chênh lệch không lớn, dù lượng quần áo đưa vào nhiều hay ít. Mỗi lần giặt tiêu thụ trung bình 40-50 lít nước. Do vậy, nếu giặt ít lần, sẽ tiết kiệm được điện, nước đáng kể.

Máy giặt cửa trước thường tiết kiệm nước hơn. Loại máy giặt này cũng thường êm và đòi hỏi ít chất tẩy rửa hơn.

Cố gắng chỉ giặt khi quần áo đã đầy một lồng giặt, tránh cài đặt chu trình giặt cố định theo thời gian. Sử dụng chế độ giặt “tiết kiệm xả phòng” (nếu có). Có thể sử dụng máy giặt tự động khởi động khi có đủ khối lượng theo công suất của máy để tiết kiệm nước. Với mỗi mẻ giặt, điều chỉnh mức nước phù hợp với khối lượng quần áo cần giặt. Thay thế các máy giặt đã quá cũ. Ngâm trước quần áo quá bẩn cũng sẽ giúp giảm thiểu số lần và lượng nước xả khi giặt.

Nên dùng nước giặt quần áo để sử dụng cho việc khác, chẳng hạn như xả nước nhà vệ sinh, rửa xe, rửa sân, bãi.

- Vòi nước

Vòi nước có lắp van giảm áp hay tạo bọt cho phép giảm lượng nước chảy qua vòi. Loại vòi này thường được lắp ở chậu rửa nhà bếp, chậu rửa trong nhà vệ sinh.

Các công trình mới theo xu hướng “xanh” hiện nay thường sử dụng các vòi trộn nước nóng cục bộ, thay cho cách dẫn nước nóng từ bồn nước nóng thông thường (bị mất nhiều nhiệt do truyền dẫn nước nóng đi xa). Giải pháp đơn giản khác là lắp riêng vòi nóng và lạnh, và sử dụng chậu rửa để trộn nước nóng - lạnh đến nhiệt độ thích hợp.

Cách dùng vòi chậu rửa cũng góp phần tiết kiệm nước đáng kể. Tránh rửa trực tiếp bằng cách xối nước từ vòi khi rửa bát, rửa rau, cọ rửa đồ vật khác, vừa tốn nước vừa khó tái sử dụng nước sau khi rửa. Nên hứng nước vào chậu và dùng chậu để rửa. Nước rửa xong có thể dùng lại để cọ rửa sàn, xe, lau nhà, tưới cây. Chỉ rửa trực tiếp dưới vòi nước chảy khi thật cần thiết. Trong trường hợp đó, cần điều chỉnh vòi vừa đủ dùng. Khi cạo râu, đánh răng, cần khóa vòi nước, không để vòi chảy tự do. Lấy nước ra cốc để rửa sạch dao cạo và bàn chải.

- Máy rửa bát

Các loại máy rửa bát loại mới thường sử dụng ít nước so với rửa bát bằng tay (điều này cũng tùy thuộc vào thói quen sử dụng nước của bạn). Máy rửa bát loại mới có lượng nước tiêu thụ dao động từ 1,6 lít đến 4,8 lít cho mỗi cài đặt.

Trong quá trình sử dụng, có thể áp dụng các giải pháp để sử dụng nước hiệu quả hơn khi rửa bát như: vét thức ăn thừa ra khỏi bát đĩa và bỏ vào thùng rác thay vì dùng vòi nước rửa; sử dụng nút chặn trong chậu rửa thay vì để vòi chảy liên tục; sử dụng lưới lọc rác để loại bỏ thức ăn thừa, ngăn chúng chảy vào ống thoát nước thải. Luôn cố gắng xếp đầy bát đĩa trong giá đựng và sử dụng chế độ “tiết kiệm” (nếu có).

7.1.4. Tính toán lượng nước tiết kiệm được

Mục đích của việc tính toán là so sánh lượng nước sinh hoạt được tiêu thụ qua các thiết bị tiết kiệm nước trong công trình với các thiết bị thông thường để xác định lượng nước hay tỷ lệ phần trăm lượng nước tiết kiệm được so với tiêu chuẩn thiết kế, hay so với mức sử dụng nước thông thường. Lượng nước tiêu thụ hàng năm của các thiết bị thông thường có thể tham khảo hai bảng dưới đây.

Tạm gọi các công trình có thiết bị thông thường, không tính đến các thiết bị tiết kiệm nước là “*mô hình cơ sở*”, và các công trình có sử dụng các thiết bị tiết kiệm nước là “*mô hình thiết kế*”. Số lần sử dụng thiết bị trong 1 ngày và thời gian sử dụng thiết bị (có nước chảy qua thiết bị) được áp dụng theo bảng 7.3. Trong trường hợp không có tiêu chuẩn nào được lắp đặt trong công trình, người sử dụng là nam giới sẽ sử dụng bệ xí 3 lần 1 ngày. Tỷ lệ nam/nữ lấy theo thực tế. Nếu không xác định được thì tỷ lệ 1:1 được áp dụng. Nếu sử dụng bệ xí xả kép: người sử dụng là nữ sẽ sử dụng 3 lần 1 ngày, trong đó 1 lần sử dụng chế độ xả hết và 2 lần sử dụng chế độ xả một nửa. Đối với người sử dụng là nam, nếu trong công trình có lắp đặt tiêu chuẩn, họ sử dụng bệ xí 1 lần xả hết và 2 lần sử dụng tiêu chuẩn mỗi ngày. Trường hợp không có tiêu chuẩn, người sử dụng là nam dùng bệ xí 3 lần, trong đó 1 lần xả hết và 2 lần xả một nửa.

Bảng 7.3. Tần suất sử dụng thiết bị vệ sinh (mô hình cơ sở)

Thiết bị	Số lần sử dụng/ngày	Thời gian sử dụng (có dòng chảy qua thiết bị)
WC (nữ)	3	
WC (nam)	1	
Tiểu nam	2	
Vòi nước	3	15 giây, hoặc 12 giây đối với các thiết bị có sensor mở/ đóng tự động
Vòi sen	0,1	300 giây
Bồn rửa trong bếp	1	15 giây

Nguồn: US Green Building Council - USGBC (2013). LEED 2009 for new construction and major renovation rating tool.

Lượng nước tiêu thụ cho hệ thống điều hòa không khí (loại sử dụng nước làm mát) và hệ thống tưới (nếu có) không được tính là một thiết bị sử dụng nước trong phần này.

Công thức tính toán tổng nước tiêu thụ hàng năm qua các thiết bị sử dụng nước:

$$Q_{\text{năm}} = \left[\sum (F \times Q_{\text{xả}} \times n \times P) + \sum (F \times Q_{\text{cháy}} \times t_{\text{cháy}} \times P) \right] \times D; \text{ (lít/năm)}, \quad (7.1)$$

Trong đó:

+ F: tỷ lệ %, được tính bằng tỷ lệ giữa số thiết bị nước có đương lượng đơn vị được chọn (ví dụ: 1 vòi nước với lưu lượng 0,15 l/s), chia cho tổng số thiết bị cùng loại;

+ n: Số lần sử dụng cho 1 loại thiết bị nước của 1 người trong 1 ngày;

+ P: số lượng người sử dụng thiết bị nước trong công trình;

+ $Q_{\text{xả}}$: mức tiêu thụ nước trên một lần xả của loại thiết bị xả nhất định (l);

+ $Q_{\text{cháy}}$: lưu lượng của loại thiết bị vệ sinh nhất định (l/s);

+ $t_{\text{cháy}}$: thời gian sử dụng thiết bị (có dòng nước chảy qua);

+ D: số ngày vận hành của tòa nhà trong năm (nếu không rõ có thể mặc định con số này là 365 ngày).

Mức tiết kiệm tiêu thụ nước sinh hoạt qua các thiết bị sử dụng nước (%):

$K = [1 - (\text{Tổng lượng nước sinh hoạt tiêu thụ hàng năm qua thiết bị không tiết kiệm nước} / \text{Tổng lượng nước sinh hoạt tiêu thụ hàng năm qua thiết bị tiết kiệm nước})] \times 100\%$

Bảng 7.4. Mức tiêu thụ nước đơn vị của các thiết bị vệ sinh (mô hình cơ sở)

Dụng cụ vệ sinh	Đơn vị	Tiêu chuẩn dùng nước (lít)
<i>1. Nhà ở</i>		
- Bồn tắm ngồi dài 1.200 mm có vòi tắm hoa sen	1 lần	250
- Bồn tắm (có hoa sen tắm) dài từ 1500 đến 1550 mm	1 lần	275
- Như trên dài từ 1650 đến 1700 mm	1 lần	300
- Bồn tắm không có hoa sen	1 lần	200
- Vòi tắm hoa sen có khay tắm sâu	1 lần	230
- Vòi tắm hoa sen có khay tắm nông	1 lần	Từ 100 đến 120
- Chậu rửa mặt	1 lần	từ 3 đến 5
- Bình xả bệ xí	1 lần	Từ 6 đến 8
- Chậu rửa trong nhà bếp	1 lần	Từ 8 đến 10
- Vòi tắm hoa sen tắm trong căn hộ	1 lần	Từ 40 đến 60

Bảng 7.4. (tiếp theo)

Dụng cụ vệ sinh	Đơn vị	Tiêu chuẩn dùng nước (lít)
2. Công trình công cộng		
- Phòng tắm có bồn tắm	1 khách	500
- Phòng tắm có hoa sen tắm	"	400
- Nước rửa sàn phòng tắm, phòng tắm hơi và buồng khử trùng	1m ²	3 đến 5
- Chậu rửa tay trong phòng cắt tóc	1 giờ	10
- Chậu rửa trong phòng thay quần áo hay phòng vệ sinh	"	100
- Chậu rửa trong phòng bác sĩ	"	Từ 300 đến 400
- Chậu rửa trong cửa hàng	"	120
- Chậu rửa trong hiệu thuốc	1 ngày	60
- Chậu rửa trong phòng vệ sinh công cộng	"	600
- Chậu xí trong nhà xí công cộng ở nhà ga	"	1000
- Vòi lấy nước hay chậu rửa ở nhà ăn, quán cà phê, quán giải khát, quầy bánh kẹo, căng tin	1 giờ	250
3. Nhà sản xuất và phụ trợ		
- Vòi tắm hoa sen riêng biệt trong các phòng sinh hoạt	1 lần	Từ 40 đến 60
- Vòi tắm hoa sen tắm trong nhóm phòng tắm	45 phút	500

Nguồn: LEED, 2009

Ví dụ tính toán:

Một công trình có số lượng người sử dụng là 500 (tỉ lệ nam : nữ là 1:1), dự kiến sẽ lắp đặt các thiết bị tiết kiệm nước như trong bảng 7.5. Số ngày vận hành công trình là D = 290 ngày/năm.

Bảng 7.5. Số lượng các loại thiết bị sử dụng nước trong công trình và mức tiêu thụ nước của từng loại

Thiết bị sử dụng nước trong công trình	Số lượng thiết bị	Mức tiêu thụ của từng loại
Âu tiêu	3	3 (lít/lần xả)
Bệ xí xả kép (nam)	15	3-4,5 (lít/lần xả)
Bệ xí xả đơn (nam)	5	5 (lít/lần xả)
Bệ xí xả kép (nữ)	18	3-4,5 (lít/lần xả)
Bệ xí xả đơn (nữ)	6	5 (lít/lần xả)
Vòi nước	20	0,12 (lít/lần xả)
Vòi nước có thiết bị kiểm soát tự động	5	0,12 (lít/lần xả)
Vòi sen	1	0,15 (lít/lần xả)

Bảng 7.6. Tính toán lượng nước tiêu thụ qua các thiết bị sử dụng nước thông thường

Thiết bị sử dụng nước trong công trình	F	$Q_{Xa/Chay}$	Số lần dùng 1 ngày (n)	Số người sử dụng	Lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị
Âu tiêu	1	3,79 (lít/lần xả)	2	250	1.895 (lít)
Bệ xí (nam)	1	6 (lít/lần xả)	1	250	1.500 (lít)
Bệ xí nữ (nam)	1	6 (lít/lần xả)	3	250	4.500 (lít)
Vòi nước	20/25	0,14 (lít/giây)	3	500	2.520 (lít)
Vòi nước có thiết bị kiểm soát tự động	5/25	0,14 (lít/giây)	3	500	504 (lít)
Vòi hoa sen	1	0,16 (lít/giây)	0,1	500	2.571,5 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị nước					13.491,5 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ một năm qua các thiết bị nước (mô hình cơ sở)					3.912.535 (lít)

Bảng 7.7. Bảng tính lượng nước tiêu thụ qua các thiết bị tiết kiệm nước

Thiết bị sử dụng nước trong công trình	F	$Q_{Xa/Chay}$	Số lần dùng 1 ngày (n)	Số người sử dụng	Lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị
Âu tiêu (xả)	1	3	2	250	1.500 (lít)
Bệ xí xả kép (nam)	15/20	4,5	1	250	844 (lít)
Bệ xí xả đơn (nam)	5/20	5	1	250	312,5 (lít)
Bệ xí xả kép (nữ)	18/24	$(2/3*3+1/3*4,5)$	3	250	1.969 (lít)
Bệ xí xả đơn (nữ)	6/24	5	3	250	937,5 (lít)
Vòi nước	20/25	0,12	3	500	2.160 (lít)
Vòi nước có thiết bị kiểm soát tự động	5/25	0,12	3	500	432 (lít)
Vòi hoa sen	1	0,15	0,1	500	2.250 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị nước					10.405 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ một năm qua các thiết bị nước (mô hình thiết kế)					3.017.305 (lít)

Mức giảm tiêu thụ nước sinh hoạt qua các thiết bị sử dụng nước (%):

$$K = [1 - (3.017.305 / 3.912.535)] \times 100\% = 22,8\%$$

Như vậy, với công trình quy mô khoảng 500 người, trong một năm có thể giảm 22,8% lượng nước tiêu thụ khi sử dụng các thiết bị vệ sinh tiết kiệm nước. Đây là một con số không hề nhỏ đối với một tòa nhà văn phòng. Nếu nhân rộng mô hình này cho toàn thành phố hay cả nước thì lượng nước tiết kiệm được sẽ rất lớn. Ngoài ra lượng nước thải xả vào hệ thống thoát nước cũng giảm theo, góp phần mang lại các lợi ích về kinh tế, môi trường tương ứng.

Lượng nước tiết kiệm được của công trình thiết kế so với lượng nước sử dụng của mô hình cơ sở là căn cứ để đánh giá, cho điểm công trình “xanh”, cũng như xác định các lợi ích kinh tế, phân tích lợi ích - chi phí. Công cụ đánh giá công trình xanh LOTUS (Hội đồng công trình xanh Việt Nam VGBC) đưa ra tiêu chí cho điểm về mặt sử dụng nước hiệu quả, tiết kiệm như sau (tổng điểm phần Nước là 15 điểm, trên tổng số 150 điểm):

- Điều kiện tiên quyết: sử dụng thiết bị tiết kiệm nước, giảm được ít nhất 10% mức tiêu thụ nước sinh hoạt của công trình so với mô hình cơ sở.
- Giảm 20% mức tiêu thụ nước sinh hoạt của công trình so với mô hình cơ sở: được cộng 1 điểm.
- Cộng thêm 1 điểm cho mỗi mức giảm 5% (tối đa 40%).

Hệ thống đánh giá công trình xanh LEED (Leadership in Energy and Environment - LEED) của Hội đồng công trình xanh Mỹ (USGBC) đánh giá các tiêu chí nước trong công trình xây dựng mới được tối đa 10 điểm trên tổng số 100 điểm. Giảm lượng nước tiêu thụ 20% là điều kiện tiên quyết. Sử dụng nước hiệu quả cho tưới và các hoạt động ngoài công trình được cộng 2 - 4 điểm. Giải pháp xử lý nước thải và tái sử dụng sáng tạo được cộng 2 điểm. Các mức giảm lượng nước tiêu thụ tiếp theo 30, 35 và 40% được cộng tương ứng 2, 3 và 4 điểm [Nguồn: USGBC, 2009].

7.1.5. Sân, vườn tiết kiệm nước

Các hoạt động sử dụng nước ngoài nhà thường bao gồm: tưới vườn, tắm cỏ, cây cảnh, rửa xe cộ, rửa sân, đường và dụng cụ làm vườn, cấp nước cho bể bơi, nước cho các hoạt động giải trí khác nhau... Trong nhiều trường hợp, lượng nước hộ gia đình sử dụng cho các hoạt động bên ngoài nhà lên tới 60% tổng lượng nước sử dụng, với tỷ lệ lãng phí, thất thoát rất cao. Sân vườn tiết kiệm nước là những khu vực sân vườn chỉ cần một lượng nước tưới tối thiểu để duy trì. Bằng việc giảm thiểu nhu cầu tưới tiêu cho sân vườn, tổng lượng nước tiêu thụ của một công trình có thể được giảm đáng kể.

Quy hoạch cây xanh trong vườn hợp lý theo mức độ sử dụng nước: Nên quy hoạch, bố trí trồng các loại cây có nhu cầu dùng nước tương đương ở cạnh nhau. Khi đó, có thể phân chia khu vườn của bạn thành các khu vực với các loại cây sử dụng nhiều nước, trung bình và thấp. Các loại cây cần dùng nhiều nước là các thảm cỏ, rau, một số cây ăn quả, cây bụi, các loại củ. Các loại cây có nhu cầu dùng nước trung bình là các loại cây rau, củ ôn đới, hàn đới như khoai tây, một số cây ăn quả nhiệt đới, cây dây leo như cây ra hạt, nho, nhiều loại thảo mộc, cây lá có lông măng, hoa hồng, hoa cúc. Các cây sử dụng nước thấp như bạch đàn, xương rồng, lô hội, ô liu, hoa giấy, dứa, ... Nên bố trí các loại cây sử dụng nước nhiều ở nơi không có gió khô và ánh sáng mặt trời mạnh. Có thể dẫn nước mưa trực tiếp chảy đến các khu vực này. Nói chung, nên hạn chế hoặc không trồng các loại cây sử dụng nhiều nước. Ngày nay trên thế giới các nhà khoa học đang nghiên cứu và nhân giống các loài cây có khả năng chịu hạn cao để thích ứng với tình hình biến đổi khí hậu. Trong gia đình, bạn có thể trồng nhiều loại cây bụi và cây cảnh đẹp, có thể phát triển tốt mà lại cần ít nước hơn so với các loại cây khác. Các loại cây địa phương có thể sẽ cần ít nước hơn và có khả năng kháng các loại sâu bệnh cao hơn so với cây nhập.

Cây trồng sẽ tạo ra bóng râm tự nhiên, chắn gió, làm giảm sự bay hơi nước của đất. Các loại đất khác nhau cũng có khả năng giữ nước khác nhau, theo cấu trúc của đất. Có ba loại đất chính: cát, sét pha và sét. Đất cát thoát nước nhanh. Đất sét giữ nước, nhưng lại khó trồng trọt. Loại đất nhiều mùn, được bón các chất hữu cơ, hỗn hợp của các hạt mịn và thô có khả năng giữ nước và trồng trọt tốt nhất. Khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng của đất cát và đất sét có thể được cải thiện bằng việc bổ sung các loại phân bón hữu cơ, đưa vào đất ở độ sâu từ 15 đến 25 cm. Thạch cao và cát thêm vào đất sét cũng sẽ giúp phá vỡ cấu trúc đất sét thành nhiều thành phần nhỏ, cải thiện độ tơi xốp. Lượng thạch cao bổ sung từ 0,5 đến 1,0 kg/m² đất. Bổ sung kết hợp thạch cao, cát và phân hữu cơ đã ủ chín sẽ cho kết quả cải tạo đất sét tốt nhất. Phân hóa học thường có khả năng cải tạo đất nhanh, nhưng có thể tác động xấu đến môi trường về dài hạn.

Nên giảm thiểu diện tích thảm cỏ. Các thảm cỏ tiêu thụ rất nhiều nước, đòi hỏi phải đầu tư thời gian và tiền bạc để duy trì: cắt, làm cỏ, bón phân,... Có thể thay thế thảm cỏ bằng gạch lát tổ ong, sỏi,... Chú ý khi trồng cỏ cần chọn loại cỏ tiêu thụ ít nước. Khi cắt cỏ, cũng không cắt quá sát mặt đất, mà để lại lớp cỏ dày 4 cm hoặc cao hơn so với mặt đất, để khuyến khích rễ phát triển sâu, lá cỏ dài tạo bóng râm cho đất, làm giảm sự bay hơi. Chi

tưới nước khi bãi cỏ đang có dấu hiệu khô hạn. Cho nước thấm ở độ sâu khoảng 15 cm để khuyến khích hệ thống rễ phát triển khỏe, sâu. Một bãi cỏ bón phân sử dụng ít hơn 30 % nước so với một bãi cỏ cùng loại nhưng không được bón phân. Nên dùng các loại phân hữu cơ để bón. Cần kiểm soát cỏ dại để giảm cạnh tranh nước với cây trồng của bạn.

Sau khi đánh giá đặc tính của tất cả các loại cây trồng, cần lập một kế hoạch tưới nước phù hợp cho từng khu vực, sao cho có thể giảm thiểu tối đa lượng nước tưới. Cần tưới nước vào buổi sáng hoặc buổi tối. Cách này cho phép thấm nhiều nước trước khi bay hơi hơn. Tưới nước vào buổi sáng, ánh nắng mặt trời chiếu tới sẽ tạo hơi nước, kích thích hoạt động của các vi sinh vật, để tạo ra thức ăn mà cây sẽ hấp thụ vào trong ngày. Ngoài ra tưới nước vào sáng sớm giúp ngăn ngừa sự phát triển của nấm, các loại ốc sên và sâu hại. Tránh tưới nước khi trời gió vì gió có thể thổi tạt các tia nước và làm tăng quá trình bốc hơi.

Nếu sử dụng hệ thống tưới tự động, cần tránh việc tự động bật theo thời gian, bất kể điều kiện thời tiết và độ ẩm trong đất. Nên cài đặt bộ cảm biến độ ẩm của đất.

Tưới nhỏ giọt là công nghệ tưới hiệu quả nhất, cung cấp nước cho từng rễ cây, giảm thiểu tối đa sự bay hơi và cuốn theo gió. Phương pháp này cho phép giảm từ 30% đến 50% lượng nước so với các hệ thống tưới phun thông thường.

Nếu có thể thì nên bón phân hữu cơ dạng lỏng cho cây trồng. Phân bón khô sẽ lấy nước từ đất và có thể làm tăng nồng độ muối trong đất.

Rải lớp phủ trên bề mặt sân vườn là một giải pháp tốt để giữ nước hiệu quả, nhờ giảm sự bốc hơi và chảy tràn bề mặt. Lớp phủ cũng hạn chế cỏ dại phát triển, cải thiện điều kiện đất. Có thể tạo lớp mùn từ các loại nguyên liệu như lá cây, cỏ khô, phân chuồng, phân hữu cơ vi sinh, rơm, rạ và phụ phẩm nông nghiệp khác, vỏ cây, dăm gỗ, ... Trước khi phủ, cần làm sạch cỏ dại, bóc lớp vỏ đất trên nếu cần. Rải đều lớp phủ ở độ sâu 7-10 cm.

Các chất giữ ẩm hút ẩm từ không khí và khoảng trống trong đất. Người ta đã sản xuất ra các loại gel hay tinh thể tích trữ nước, có thể chứa lượng nước gấp hàng trăm lần trọng lượng của chúng. Các sản phẩm này tạo thành các bể chứa hơi ẩm cho rễ cây trong mùa khô hạn. Loại vật liệu giữ nước này phát huy hiệu quả nhất khi đưa vào đất cát. Người ta còn làm ra các loại keo phun lên bề mặt của thực vật để giảm cháy nắng và mất nước.

Khuyến khích rửa xe ở những nơi có hệ thống tái sử dụng nước. Nếu rửa xe ở nhà, nên rửa trên bãi cỏ hoặc cho nước thải chảy ra vườn. Hồ bơi cần

được che phủ để giảm tổn thất nước do bay hơi (một hồ bơi gia đình có bạt che có thể tiết kiệm được từ 11.000 đến 30.000 lít nước một năm).

Lượng nước sử dụng cho tưới tiêu có thể được lấy từ nước xám và nước mưa. Đối với nước xám, cần xử lý phù hợp trước khi tái sử dụng.

Hệ thống LOTUS của Hội đồng công trình xanh Việt Nam khuyến khích các cây trồng bản địa và thiết kế cảnh quan giúp hạn chế nhu cầu nước cho tưới tiêu và loại bỏ nhu cầu sử dụng nước ăn uống, sinh hoạt cho tưới tiêu. Nếu 75% lượng nước sử dụng trong tưới cây không phải là nước sinh hoạt, được cộng 1 điểm. Nếu hoàn toàn không sử dụng nước sinh hoạt cho tưới cây, được cộng 2 điểm [Nguồn: VGBC, 2012].

7.2. THU GOM VÀ SỬ DỤNG NƯỚC MƯA

7.2.1. Các mô hình thu gom và sử dụng nước mưa trong công trình

Nước mưa là một nguồn tài nguyên thiên nhiên giá trị, có thể thu được để sử dụng trong gia đình. Sử dụng nước mưa có thể giảm hóa đơn tiền nước, cung cấp một nguồn nước uống sạch không clo, và giảm chi phí cơ sở hạ tầng, đồng thời góp phần giảm ùng ngập khu dân cư. Cơ hội cho việc thu gom và sử dụng nước mưa thay đổi tùy thuộc từng địa điểm: các hộ gia đình đô thị đã đấu nối vào hệ thống cấp nước tập trung, trong khi các hộ gia đình nông thôn thường có nguồn nước riêng. Do đó, các quy định và hướng dẫn liên quan đến thu gom và sử dụng nước mưa thay đổi tùy theo địa phương.

Các thành phần của một hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa

Hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa thường bao gồm một số hay tất cả các thành phần sau:

- Bề mặt thu nước mưa, xê nô và máng dẫn, đường ống dẫn, lưới chắn rác.
- Thiết bị tách nước mưa đợt đầu.
- Thiết bị lọc nước mưa.
- Bể trữ nước mưa bên dưới.
- Thiết bị xả tràn (bao gồm cả thiết bị chống chảy ngược).
- Bơm, bình khí ép và các thiết bị kèm theo.
- Thiết bị khử trùng (bằng tia cực tím - UV hay thiết bị khác).
- Hệ thống điều khiển điện.
- Két nước mưa trên mái (đối với sơ đồ dùng bơm gián tiếp và cấp nước tự chảy).
- Hệ thống đường ống phân phối và phụ kiện.

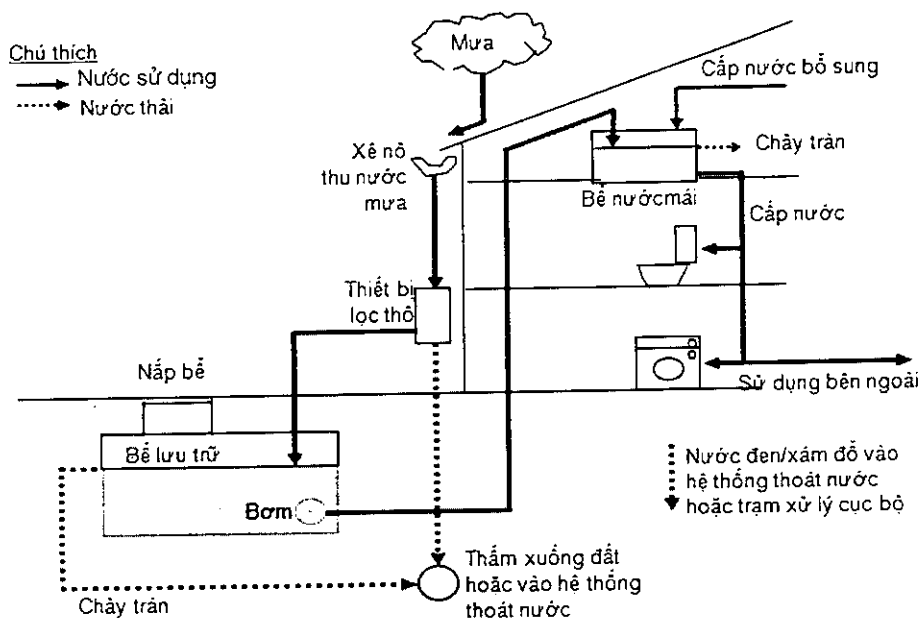
- Nguồn cấp nước chính bổ sung (khi hết nước mưa).
- Các thiết bị đo lường, báo hiệu mức nước.

Các sơ đồ hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa

Ba loại sơ đồ hệ thống thu gom và tái sử dụng nước mưa cơ bản cho các mục đích ngoài ăn uống trong và ngoài công trình bao gồm: (a) bơm trực tiếp; (b) bơm gián tiếp; và (c) cấp nước tự chảy. Một số hệ thống chỉ sử dụng cho những mục đích cấp nước ngoài nhà, như tưới cây và rửa xe, thường là những hệ thống lấy nước trực tiếp từ các bể chứa nước mưa.

- Sơ đồ cấp nước dùng bơm gián tiếp:

Sơ đồ của một hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa dùng bơm gián tiếp trong hình 7.5. Nước mưa được lưu trữ trong một bể chứa và sau đó bơm vào một két nước trên cao, đặt trên mái hoặc trong khoảng trống dưới mái nhà. Nước được phân phối xuống các thiết bị nhờ trọng lực. Két nước mưa trên mái cần phải đặt cao hơn các thiết bị dùng nước ít nhất một mét. Nếu bể chứa nước mưa bên dưới hết nước, két nước mưa trên mái được cung cấp nước từ nguồn cấp nước sạch tập trung. Nếu bể chứa nước mưa bên dưới đầy thì nước mưa thừa sẽ theo ống xả tràn chảy vào hồ thấm hoặc vào công thoát nước.

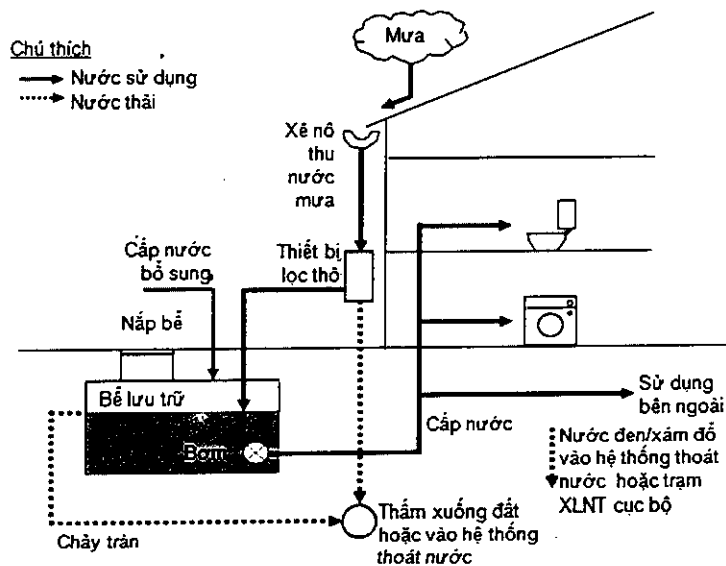


Hình 7.5. Sơ đồ thu gom và sử dụng nước mưa dùng bơm gián tiếp
 (Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001)

Ưu điểm chính của sơ đồ dùng bơm gián tiếp là nếu bơm không hoạt động (bơm hỏng, mất điện), vẫn có nước cấp từ nguồn cấp nước sạch chính; chi phí máy bơm thấp; vận hành đơn giản. Những nhược điểm chính của sơ đồ này là áp lực cấp nước thấp do nước tự chảy từ kết trên mái với độ cao hạn chế. Điều này có thể dẫn đến việc nước chảy vào kết nước bể xí sẽ lâu đầy, hay hệ thống có thể không cung cấp đủ áp lực cho một số thiết bị dùng nước. Giải pháp giải quyết vấn đề áp lực thấp là sử dụng hệ thống kết hợp, có bơm điều áp hay bình khí ép để cấp nước cho máy giặt, tưới cây. Tuy nhiên điều này lại làm tăng thêm chi phí đầu tư, vận hành hệ thống. Một nhược điểm khác là yêu cầu kết cấu và kiến trúc phù hợp cho kết nước trên mái, hay không phải lúc nào cũng có không gian trong khoảng trống dưới mái nhà để đặt bể.

- Sơ đồ cấp nước dùng bơm trực tiếp:

Trong sơ đồ dùng bơm trực tiếp (Hình 7.6), nước mưa sau khi thu gom được lưu trữ trong bể chứa và sau đó được bơm trực tiếp đến các thiết bị dùng nước khi cần. Hệ thống này dùng nước trực tiếp, không có kết nước mưa trên mái, và cũng được cung cấp nước bổ sung từ nguồn cấp nước chính vào bể nước mưa. Nước bổ sung từ nguồn cấp nước chính không chảy vào đầy bể chứa nước mưa mà chỉ bổ sung để duy trì một lượng nước cần thiết nhỏ đủ để cấp cho các nhu cầu dùng nước. Nếu bể chứa nước mưa đầy, nước mưa thừa sẽ theo ống xả tràn đổ vào hồ thấm hoặc vào cống thoát nước.

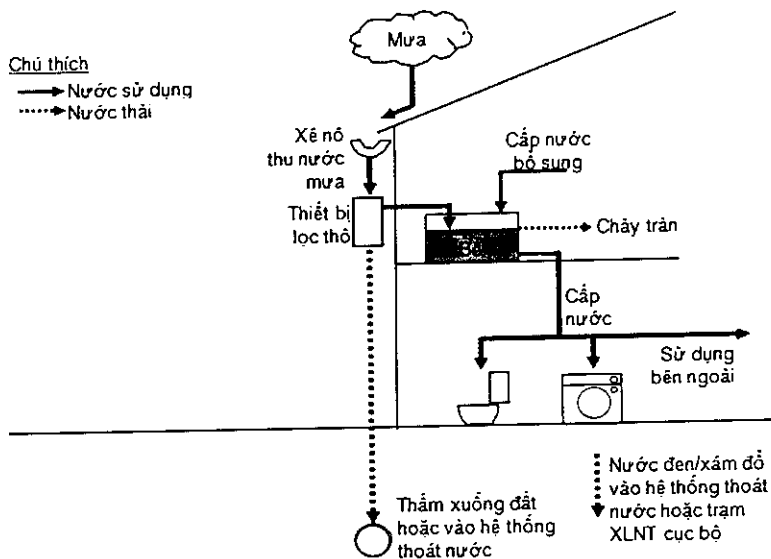


Hình 7.6. Sơ đồ thu gom và tái sử dụng nước mưa dùng bơm trực tiếp
 (Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001)

Ưu điểm chính của sơ đồ dùng bơm trực tiếp là nước được cấp đến trực tiếp bằng máy bơm nên áp lực là lý tưởng cho các thiết bị dùng nước như vòi tưới cây, máy giặt, và không cần phải có két nước mưa trên mái. Nhược điểm chính là nếu bơm không hoạt động (hỏng hóc hoặc mất điện) thì không cấp được nước đến các thiết bị dùng nước. Khi đó bệ xí phải dội nước thủ công, máy giặt không hoạt động được.

- Sơ đồ cấp nước tự chảy:

Sơ đồ cấp nước tự chảy (Hình 7.7) khác với các loại sơ đồ dùng bơm trực tiếp và gián tiếp chủ yếu là công trình lưu trữ nước mưa chính là két nước mưa trên mái, nằm trong khoảng trống dưới mái của công trình. Nước mưa được thu gom từ các mái nhà, được lọc và sau đó dẫn trực tiếp đến két này. Nước được cấp đến các thiết bị nhờ trọng lực và két nước lưu trữ phải cao hơn các thiết bị dùng nước ít nhất là một mét. Két nước mưa trên mái được bổ sung nước từ nguồn cấp nước sạch chính khi hết nước mưa. Nếu két nước mưa đầy thì nước mưa thừa sẽ theo ống xả tràn đổ vào hồ thấm hoặc vào cống thoát nước.



Hình 7.7. Sơ đồ thu gom và sử dụng nước mưa tự chảy
 (Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001)

Những ưu điểm chính của sơ đồ tự chảy là không cần bơm và hệ thống điện như đối với các sơ đồ dùng bơm trực tiếp và gián tiếp. Ngoài ra, không có máy bơm nên không có rủi ro hỏng bơm hoặc mất điện, và cũng không cần chi phí cho điện năng để vận hành bơm. Những nhược điểm chính là áp

lực nước có thể sẽ thấp hơn so với nguồn cung cấp chính, dẫn đến hiệu suất kém của một số thiết bị, như chậm đầy két nước bệ xí, một số máy giặt hiện đại có thể không hoạt động được. Trong trường hợp này, có thể bố trí bổ sung một máy bơm nhỏ hay bình khí ép để tăng áp lực nước. Tải trọng két nước đặt trên cao cũng có thể ảnh hưởng đến kết cấu của ngôi nhà. Nguy cơ rò rỉ két, hay sự phức tạp trong liên hệ về mặt áp lực giữa các bộ phận khác nhau của hệ thống (mái nhà, thiết bị lọc, két nước, ...) là các trở ngại khác.

7.2.2. Bể nước mưa

Yếu tố cản trở lớn nhất để phổ cập mô hình thu gom và sử dụng nước mưa, là chi phí xây dựng, lắp đặt bể nước mưa. Giá thành xây dựng, lắp đặt bể tùy thuộc vào thể tích, vật liệu chế tạo, cách bố trí bể nước mưa. Bể và két chứa nước mưa có thể được làm bằng nhiều vật liệu khác nhau. Vật liệu phổ biến nhất, thường được dùng là bể nhựa (PE, HDPE), bê tông hay bê tông cốt thép, thép mạ kẽm, bể sành, bể xi măng lưới thép, bể xây gạch, bể composite cốt sợi thủy tinh... Dung tích bể có thể từ 300 lít đến hàng chục, hàng trăm mét khối hoặc hơn. Bể nước mưa để cấp nước tưới vườn hộ gia đình cần dung tích tối thiểu từ 2 - 4 m³. Với hộ gia đình, có thể chọn loại thùng nhỏ, gọn, nối tiếp nhiều bể với nhau. Có thể kê cao chân bể, để áp lực nước có thể cấp tới vòi nước chậu rửa hay vòi tưới.

Để đáp ứng các nhu cầu ăn, uống tối thiểu, mỗi người cần 7,5 lít nước mỗi ngày. Để đáp ứng các nhu cầu sinh hoạt, vệ sinh cá nhân, tối thiểu mỗi người cần 15 - 20 lít nước mỗi ngày (WHO, 2013). Nếu nước mưa là nguồn nước cấp duy nhất, mỗi gia đình 4 người cần có một bể nước mưa dung tích hữu ích 30 m³ để có nước dùng quanh năm. Kinh tế nhất thường là bể làm bằng bê tông cốt thép, hay xây bằng gạch.

Tính toán xác định dung tích bể chứa nước mưa

Có nhiều phương pháp tính toán dung tích bể thu gom, lưu trữ nước mưa. Hai yếu tố quan trọng cần xác định là: (1) lượng nước mưa có thể thu gom được từ diện tích bề mặt sẵn có; (2) Nhu cầu sử dụng nước mưa cho các mục đích xác định.

Lượng nước mưa thu gom được mỗi năm:

$$Q = \sum R_i \times A \times C_r ; (\text{lít}), \quad (7.2)$$

Trong đó:

R_i : lượng mưa trung bình hàng tháng (mm);

A : diện tích hứng nước mưa (m²) ;

C_r : hệ số dòng chảy của bề mặt hứng nước mưa.

Bảng 7.8 thể hiện hệ số chảy tràn cho các loại vật liệu bề mặt phủ khác nhau.

Bảng 7.8. Hệ số dòng chảy cho các loại bề mặt phủ khác nhau

Loại bề mặt thu gom	Hệ số dòng chảy
Mái dốc	0.75 - 0.90
Mái bằng, bề mặt nhẵn	0.50
Mái bằng, với lớp sỏi hoặc đất trồng cỏ phủ trên bề mặt (<150mm)	0.40 - 0.50
Nhựa đường	0,70 - 0,85
Gạch	0,70 - 0,85
Bê tông	0,80 - 0,95
Các loại cây (từ thưa cho đến dày)	0,05 - 0,25

Nguồn: Leggett và nnk, 2001

Một trong những phương pháp xác định dung tích bể chứa nước mưa được sử dụng là xác định biểu đồ tích lũy nước theo thời gian, với các biến thiên là dòng tích lũy đầu vào (lượng mưa) và tích lũy đầu ra (nhu cầu sử dụng nước). Mối quan hệ được thể hiện trong biểu thức sau [Nguồn: Gould, J. & Nissen-Peterson, E. (1999). Rainwater catchment systems for domestic supply: design, construction and implementation. Intermediate Technology Publications, London]:

$$S \geq \text{Max} \left(\int_{t_1}^{t_2} [D_t - Q_t] dt \right) \quad (7.3)$$

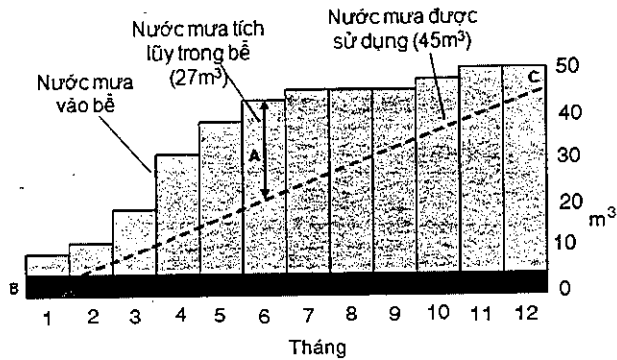
Trong đó: $t_1 < t_2$;

S: thể tích lưu trữ nước mưa (m^3);

D_t : nhu cầu dùng nước trong khoảng thời gian t (m^3);

Q_t : lưu lượng nước vào bể trong khoảng thời gian t (m^3).

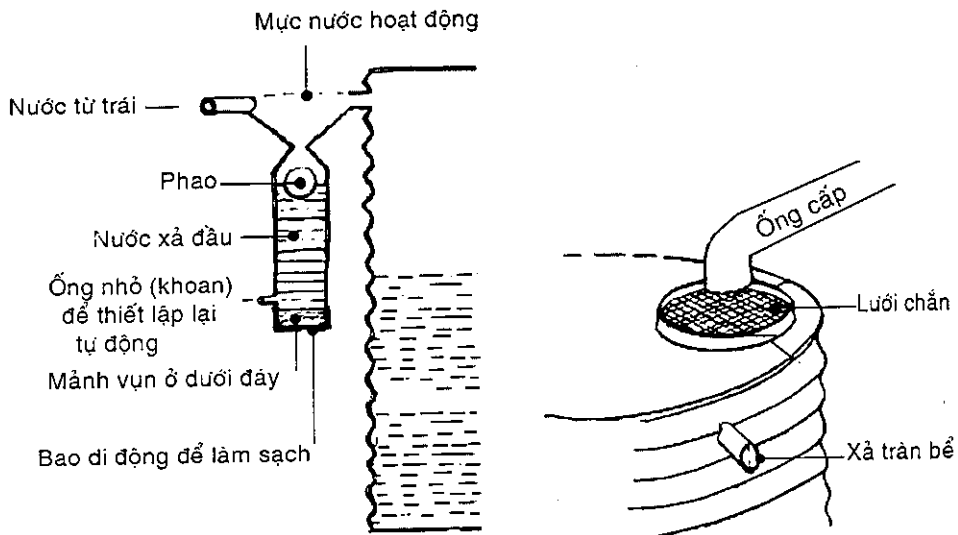
Hình 7.8 minh họa bằng đồ thị một ví dụ tính toán (Gould & Nissen-Peterson, 1999, Ngô Hoàng Giang, 2012). A là thể tích tối thiểu để đạt hiệu quả tối đa, tức là lưu trữ và sử dụng 100% lượng mưa nước vào bể. Trong ví dụ này, A được xác định bằng $27m^3$. B là lượng nước lưu trữ có sẵn trong bể khi bắt đầu thời điểm tính toán (trường hợp này giả thiết là $5m^3$). C là lượng nước còn lại trong bể lưu trữ vào thời điểm cuối của giai đoạn tính toán (trường hợp này giả thiết là $5m^3$). Trong ví dụ này, các số liệu tổng hợp hàng tháng được sử dụng. Muốn chính xác hơn, có thể sử dụng các số liệu hàng ngày, hàng tuần.



Hình 7.8. Tính toán kích thước bể nước mưa bằng phương pháp biểu đồ tích lũy
(Nguồn: Gould & Nissen-Peterson, 1999)

7.2.3. Kiểm soát chất lượng nước mưa

Giải pháp tự động loại bỏ nước mưa đợt đầu



Hình 7.9. Thiết bị xả nước mưa đợt đầu và biện pháp bảo vệ bể chứa nước mưa
[Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001]

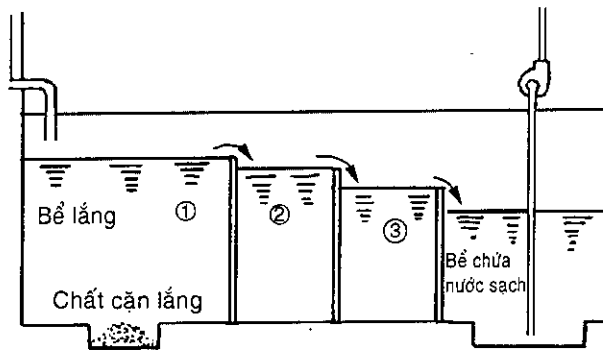
Hệ thống sử dụng nước mưa với quy mô lớn thường có gắn thêm thiết bị đo nước mưa và được nối trực tiếp với một van tự động trong ống thu nước mưa để tách bỏ đi một cách có chọn lọc phần nước mưa đầu con.

Có thể tách bỏ đi phần nước mưa đợt đầu bằng cách thủ công, chỉ dẫn ống nước mưa vào bể chứa sau khoảng thời gian ngắn từ khi bắt đầu trời

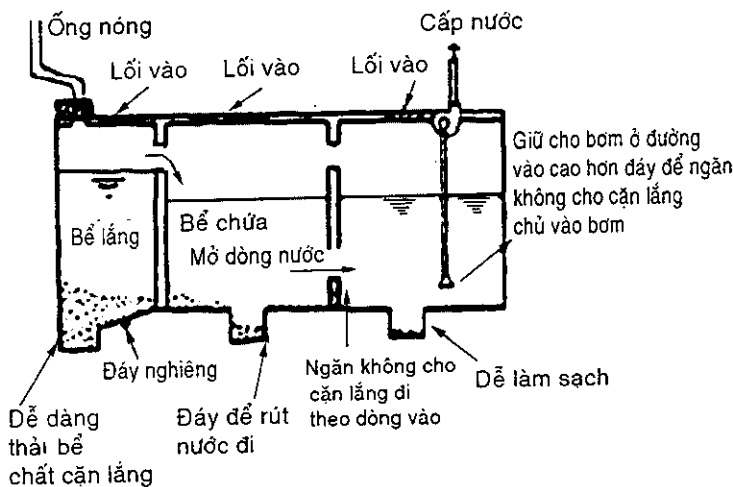
mưa. Cũng có thể tách bỏ phần nước mưa đợt đầu bằng cách đặt thêm một ống nhỏ trên đoạn ống nối từ ống đứng dẫn nước mưa vào bể chứa. Trước tiên nước mưa sẽ chảy vào đoạn ống này trước. Khi đoạn ống này đã đầy, quả bóng cao su hay van phao sẽ tự động đóng. Đường chảy của nước mưa khi đó là vào bể chứa nước mưa.

Nên để lượng nước mưa đợt đầu và lượng nước mưa thừa (tràn bể) thấm xuống đất hoặc chảy vào cống. Tốt nhất là cho phần nước mưa này ngấm một cách từ từ xuống đất, thông qua các mương thấm rải sỏi. Nước thấm sẽ góp phần tái tạo, bổ cập nguồn nước ngầm.

Ống lọc, ngăn lắng/lọc nước mưa

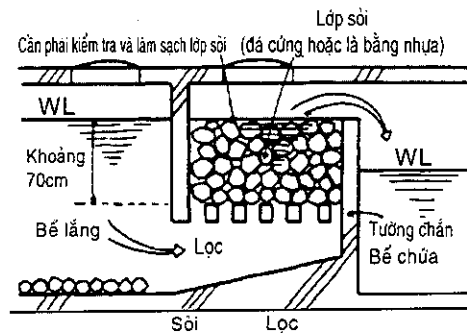


Hình 7.10. Bể lắng kết hợp với bể chứa nước mưa



Hình 7.11. Mô hình bể lắng kết hợp bể chứa dùng cho hộ gia đình

Ổng lọc hay ngăn lọc tách cặn, cát được bố trí trước bể lắng. Thời gian lưu nước trong ngăn tách cặn 30-60 giây, với lưu lượng lớn nhất. Thời gian lưu nước trong các ngăn lắng thường từ 1 đến 3 giờ. Các ngăn lắng thường bố trí hợp khối, phía trước bể chứa nước mưa. Đáy của bể lắng cần có độ dốc hoặc có chỗ trũng để lắng đọng chất bẩn. Phải có cửa thăm để kiểm tra bên trong và loại bỏ cặn. Mỗi bể đều có tấm chắn nước ở ngay dưới ống nước vào để ngăn khi trời mưa lớn không cho dòng nước chảy mạnh làm khuấy trộn cặn bẩn đã lắng.



Hình 7.12. Mô hình bể lọc qua lớp sỏi kết hợp bể chứa
(Nguồn: Murase và nnk, 1995)

Các hạt đất, cát, chất bẩn lơ lửng có kích thước quá nhỏ không thể loại bỏ bằng quá trình lắng. Phương pháp hiệu quả hơn là lắp đặt một thiết bị lọc ngay cạnh bể lắng. Có thể bố trí thêm ngăn lọc sỏi, hay tấm lọc kim loại trước bể chứa. Chọn loại sỏi đường kính 40 - 60 mm. Độ dày lớp sỏi khoảng 70 cm. Trước khi cho vào bể, cần kiểm tra kỹ lớp sỏi lọc và rửa sạch các chất cặn bẩn tích tụ trên bề mặt lớp vật liệu lọc. Tấm lọc kim loại có hiệu quả cao, nhưng phải thường xuyên kiểm tra và làm sạch.

Các yêu cầu vận hành, bảo dưỡng hệ thống thu gom, lưu trữ và cấp nước mưa:

- Thường xuyên kiểm tra và làm sạch mái nhà, hệ thống thu gom nước mưa. Các nguy cơ ô nhiễm chủ yếu là từ phân động vật hoặc chim để lại trên mái nhà và máng dẫn, hàng tuần cần kiểm tra mái nhà, máng dẫn, dọn sạch rác, bụi, cây cỏ dại và rêu nấm. Bể chứa cần phải được che phủ và lưới chắn để loại trừ triệt để muỗi, chim và động vật. Lưới chắn cần được kiểm tra thường xuyên.

- Cần có đường ống dẫn nước mưa chảy tràn ra vườn, rãnh thấm hoặc mạng lưới tiêu thoát nước mưa.
- Xả kiệt, làm sạch cặn đáy bể định kỳ (mỗi năm một lần). Lắp van xả đáy cho bể nước mưa.
- Che chắn bể nước mưa khỏi ánh sáng mặt trời để ngăn tảo phát triển và ngăn bụi.
- Kiểm tra thường xuyên thiết bị tách rác, thiết bị xả nước mưa đợt đầu để đảm bảo thiết bị làm việc tốt.
- Không cần khử trùng hoặc lọc nước mưa nếu ta không dùng nước mưa cho ăn uống.

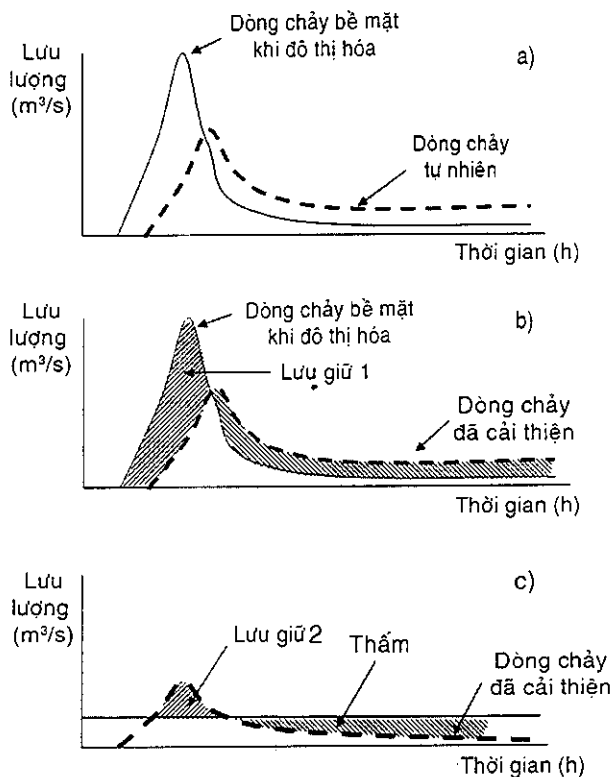
7.3. GIẢI PHÁP THOÁT NƯỚC MƯA BÈN VỮNG (SUDS), CHỐNG ÚNG NGẬP

Quá trình đô thị hoá đã gây những tác động xấu đến quá trình thoát nước tự nhiên: dòng chảy tự nhiên bị thay đổi, quá trình lưu giữ dòng chảy bề mặt một cách tự nhiên bằng các thảm thực vật và đất bị mất đi, và thay vào đó là những bề mặt phủ không thấm nước như mái nhà, bê tông, đường nhựa, làm tăng lưu lượng dòng chảy bề mặt (Hình 7.13a). Những dòng chảy này lại thường bị ô nhiễm do rác, bùn đất và các chất bẩn khác rửa trôi từ mặt đường. Lượng nước chảy tràn bề mặt và cường độ dòng chảy tăng tạo nên sự xói mòn và lắng bùn cặn. Tất cả những yếu tố này gây ra những tác động xấu đến môi trường, gây úng ngập, ô nhiễm nguồn nước, ảnh hưởng đến hệ sinh thái dưới nước.

Các hệ thống thoát nước truyền thống thường được thiết kế để vận chuyển nước mưa ra khỏi nơi phát sinh càng nhanh càng tốt. Trong các hệ thống này, chi phí cho xây dựng và vận hành, bảo dưỡng các đường công thoát nước thường rất lớn, trong khi công suất của chúng lại chỉ có giới hạn và không dễ nâng cấp. Cách làm này dẫn đến nguy cơ ngập lụt, xói mòn đất và ô nhiễm ở vùng hạ lưu tăng. Trên thực tế, thường rất khó xử lý được nước mưa ở cuối đường ống, bởi sự thay đổi nhanh chóng của lưu lượng cũng như nồng độ chất bẩn. Việc dẫn đi xa và thải dòng chảy bề mặt còn làm mất khả năng bổ cập tại chỗ cho các tầng chứa nước ngầm quý giá.

Phát hiện và khắc phục những tồn tại trên, gần đây, người ta đã nghiên cứu và áp dụng các giải pháp kỹ thuật thay thế, theo phương thức tiếp cận mới: hướng tới việc duy trì những đặc thù tự nhiên của dòng chảy về dung lượng, cường độ và chất lượng; kiểm soát tối đa dòng chảy từ nguồn, giảm

thiếu tối đa những khu vực tiêu thoát nước trực tiếp, lưu giữ nước tại chỗ và cho thấm xuống đất, đồng thời kiểm soát ô nhiễm. Đó chính là những nguyên lý của thoát nước bề mặt bền vững (Sustainable urban drainage solutions - SUDS).



Hình 7.13. Nguyên tắc thoát nước bề mặt bền vững
 [Nguồn: Nguyễn Việt Anh. Thoát nước đô thị bền vững.
 Tạp chí xây dựng. 10/2009]

- (a) Dòng chảy tập trung do bề mặt phủ đô thị bị thay đổi;
 (b) Trở về dòng chảy tự nhiên ban đầu nhờ các giải pháp làm chậm dòng chảy bề mặt; (c) Giảm lưu lượng nước cần thoát nhờ các giải pháp làm chậm dòng chảy và thấm.

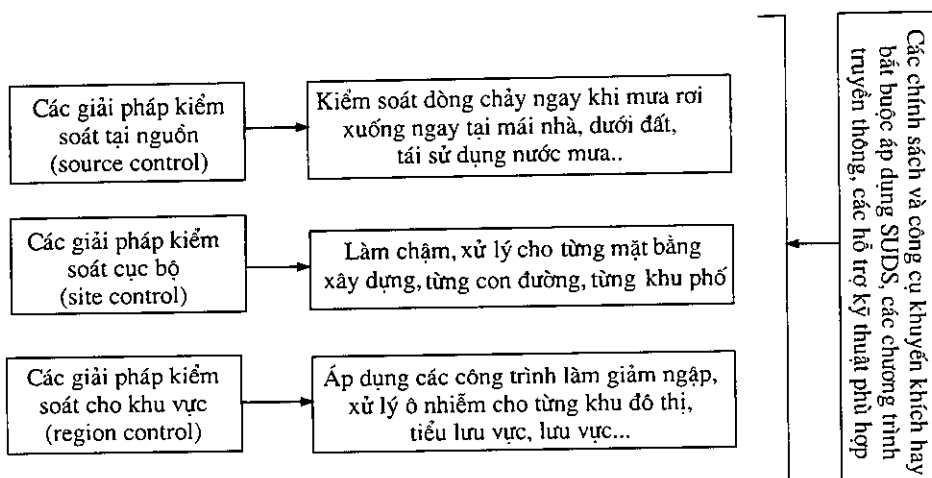
Cách tiếp cận của thoát nước mưa bền vững SUDS là thoát chậm, không phải thoát nhanh, để tránh lượng mưa tập trung lớn trong thời gian ngắn (hình 7.13a). Tiết diện cống sẽ khó có thể đáp ứng nếu lượng mưa lớn, tổn kém mà nước vẫn tràn cống, gây ngập đường, lụt nhà. Vì vậy, phải tổ chức thoát nước mưa, kết hợp các biện pháp khác nhau một cách đồng bộ, sao cho dòng chảy được tập trung chậm. Sử dụng các hồ điều hòa trên diện tích

thu gom và truyền dẫn nước mưa để lưu giữ nước là một cách làm phổ biến (hình 7.13b). Bên cạnh đó, sử dụng bản thân diện tích bề mặt của thành phố, tăng cường việc cho nước mưa thấm tự nhiên xuống đất qua các thảm cỏ xanh, đồng thời cải tạo cảnh quan và điều hòa tiểu khí hậu. Thấm nước mưa xuống cũng giúp bổ cập hữu hiệu cho nguồn nước ngầm đang ngày càng khan hiếm, suy kiệt (hình 7.13c). Trong trường hợp khả năng kiểm soát dòng chảy tại chỗ bị hạn chế, thì có thể phân tán dòng chảy theo các lưu vực nhỏ, dẫn nước đi bằng những giải pháp như sử dụng kênh mương hở và nông, lưu giữ nước mưa trong những hồ chứa và cho thấm xuống đất ở những khu vực thích hợp. Để ngăn ngừa và kiểm soát ô nhiễm, có thể áp dụng những giải pháp xử lý tại chỗ trong bãi đất thấm, hồ lắng, bãi lọc ngầm trồng cây, v.v...

SUDS là tổng hợp các giải pháp công trình và phi công trình, hướng tới giải quyết tổng hợp các vấn đề:

- Đảm bảo sự hài hoà cảnh quan thiên nhiên, xanh hóa đô thị;
- Giải quyết úng ngập;
- Ngăn ngừa ô nhiễm nước và giảm ô nhiễm môi trường nói chung;
- Đảm bảo nơi cư trú cho các sinh vật hoang dã, tăng cường đa dạng sinh học;
- An toàn cho cư dân địa phương
- Bảo vệ nguồn nước, bổ cập nguồn nước ngầm.

Các giải pháp trong SUDS có thể được phân thành 3 cấp độ từ thấp lên cao, theo chiều dòng chảy nước mưa, như sơ đồ dưới đây:



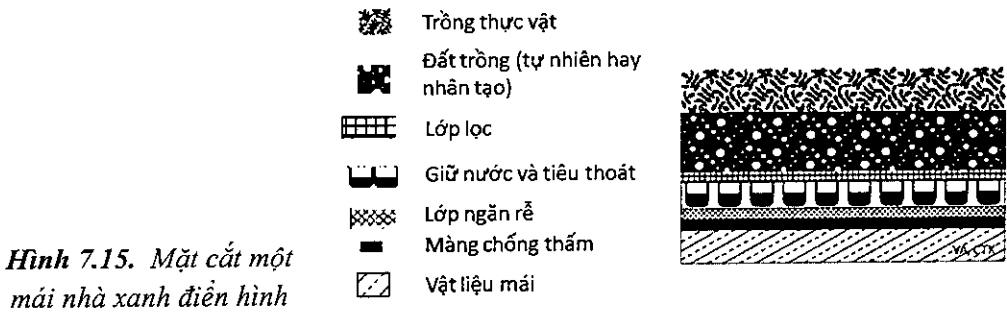
Hình 7.14. Các cấp độ áp dụng SUDS

7.3.1. Giải pháp kiểm soát tại nguồn

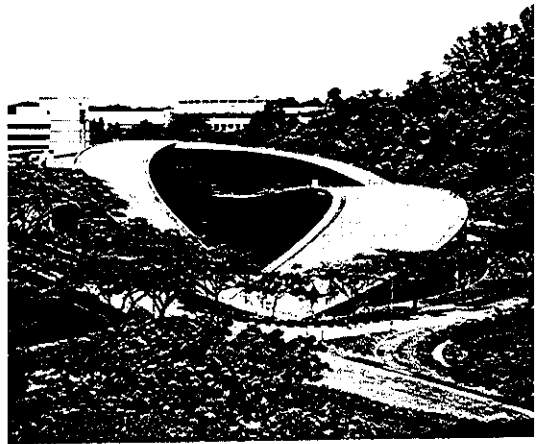
Hiện có nhiều giải pháp thích hợp có thể giảm thiểu sự úng ngập mà mỗi hộ dân có thể đóng góp sức vào đó. Làm các mái nhà xanh, và xây dựng các bể chứa thu nước mưa tại mỗi gia đình, mỗi tòa nhà là các giải pháp hiệu quả, nhiều ích lợi.

Mái nhà xanh

Nước mưa được giữ lại trực tiếp trên mái nhà. Thông qua việc bay hơi và thoát hơi nước qua lá cây (từ thảm thực vật), nước vẫn nằm trong chu trình nước tự nhiên. Hiệu ứng giữ nước trên mái giúp làm chậm dòng chảy nước mưa một cách hiệu quả. Ngoài ra, mái nhà xanh còn là lớp cách nhiệt tốt, cải thiện chất lượng không khí trong công trình.



Nên che phủ toàn bộ mái bởi thảm thực vật để đạt được hiệu ứng cách nhiệt cao nhất. Vật liệu lọc mái cần nhẹ. Mái nhà xanh có thể áp dụng được cả cho mái dốc. Trên thực tế mái dốc còn giúp cân bằng tải trọng tĩnh của mái nhà xanh để hơn và giúp tránh được các nhược điểm khác của mái bằng (ví dụ như khả năng không thoát được nước). Để đảm bảo độ bền của thảm thực vật, cần lựa chọn loại thực vật phù hợp với điều kiện khí hậu địa phương. Cần trồng các cây ưa ánh sáng. Giải pháp này thích hợp với các nước nhiệt đới.



Hình 7.16. Mái nhà xanh (Singapore)

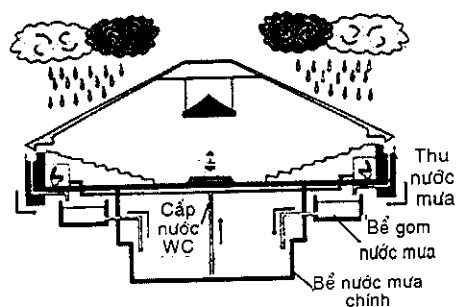
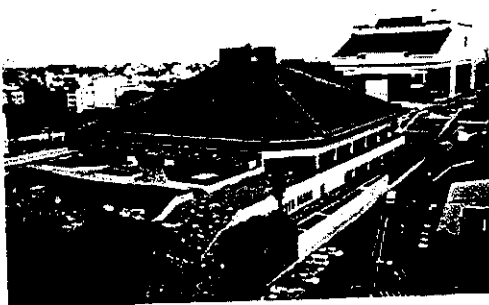
Bể nước mưa

Có thể xây dựng các bể chứa nước ngầm dưới mỗi tòa nhà và cho cả khu nhà hay các khu vực công cộng, làm thành các hồ điều hòa thu nước mưa. Nước trữ có thể dùng để rửa đường, tưới cây, cứu hỏa,... hay cho thối xuống bể cho nước ngầm.

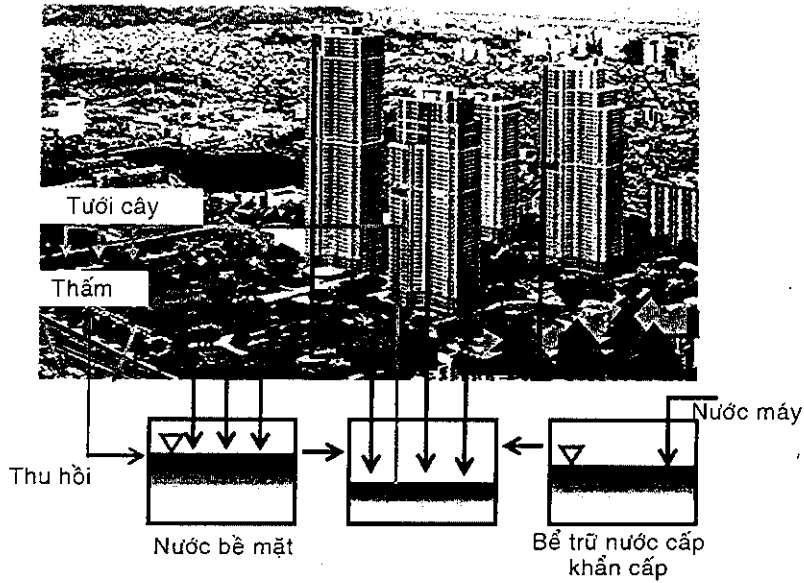
Ở các tòa nhà cao tầng như chung cư, văn phòng, trung tâm thương mại, ký túc xá, nước mưa được thu gom từ mái và các khu vực trong khuôn viên của khu nhà có thể đưa tới các bể chứa nằm dưới tầng hầm. Cặn bẩn trong nước mưa được loại bỏ nhờ hệ thống lọc lắp đặt trên bể, trước khi nước mưa chảy vào bể chứa. Nước mưa sau đó được sử dụng để cấp cho xả rửa bệ xí, bệ tiêu, tưới sân vườn, dự trữ cho chữa cháy...

Hình 7.18 thể hiện sơ đồ thu gom và sử dụng nước mưa cho khu chung cư cao cấp Star city ở Seoul, Hàn Quốc. Tại đây, 3 bể nước mưa, dung tích mỗi bể 1000 m³ được xây dựng để chứa nước mưa cho mục đích cứu hỏa, tưới cây và xả toilet. Để khuyến khích chủ đầu tư đồng ý với phương án xây dựng bể nước mưa, chính quyền đã cho phép họ tăng số tầng nhà của chung cư, để đảm bảo lợi ích cho cả hai bên.

Ở các trường học, nước mưa có thể được thu gom chủ yếu từ mái của các tòa nhà và dẫn tới các bể chứa xây dựng ngầm hoặc nổi. Nước mưa được sử dụng cho mục đích rửa ráy của học sinh và cấp nước tưới cây, vườn trong trường. Hệ thống thu gom nước mưa cũng là mô hình giúp học sinh nâng cao ý thức trong việc sử dụng tiết kiệm nước, có ý thức hơn trong bảo vệ môi trường và có trách nhiệm hơn vì sự phát triển bền vững đô thị. Đối với các vùng ven biển hay các đảo, nước mưa thu gom được sử dụng làm nước ăn uống trong thời gian học sinh học tại trường.



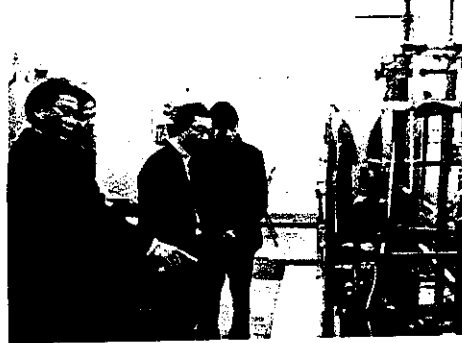
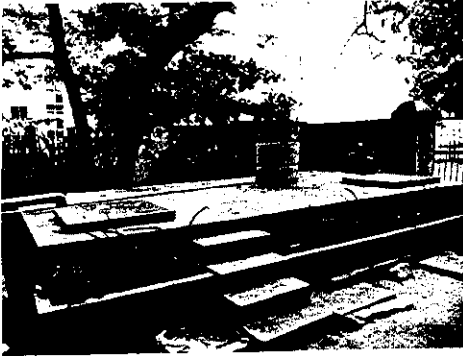
Hình 7.17. Bể thu nước mưa từ Nhà thi đấu sumo ở Nhật Bản



Hình 7.18. Hệ thống thu gom và sử dụng nước mưa khu đô thị mới Star City, Seoul, Hàn Quốc

[Nguồn: Han Mooyoung, Đào Anh Dũng, Nguyễn Việt Anh. Thu gom và sử dụng nước mưa trong đô thị - một vài kinh nghiệm từ Hàn Quốc. Kỳ yếu Hội thảo Biến đổi khí hậu - các vấn đề của Hà Nội, UBND TP. Hà Nội - Trường Đại học Xây dựng, 11/2010].

Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng, cũng đang vận hành hệ thống thử nghiệm thu gom, xử lý và tái sử dụng nước mưa trong cấp nước đô thị trong khuôn khổ dự án hợp tác giữa Đại học Xây dựng và Đại học Quốc gia Seoul (SNU), Hàn Quốc. Bằng công nghệ sử dụng màng vi lọc (MF), quá trình xử lý đã cho ra nguồn nước đạt chất lượng cao theo tiêu chuẩn của Bộ Y tế, phục vụ tốt cho nhu cầu ăn uống. Nước mưa được thu gom từ mái nhà Thí nghiệm trong khuôn viên trường Đại học Xây dựng, diện tích thu gom xấp xỉ 500m^2 , sau đó chảy theo các đường ống dẫn vào bể chứa. Hệ thống gồm các đường ống thu và dẫn nước mưa, thiết bị tách nước mưa đợt đầu, bể chứa nước mưa, hệ thống xử lý nước mưa bằng công nghệ màng vi lọc (MF), mạng lưới đường ống phân phối nước tới các vòi uống nước trực tiếp. Màng vi lọc (Công ty H2L, Hàn Quốc) có kích thước khe rỗng 0,1 micromet, cho phép loại bỏ cặn lơ lửng, chất hữu cơ, kim loại nặng, các vi sinh vật gây bệnh trước khi cung cấp tới các vòi uống. Quá trình thử nghiệm cho thấy các chỉ tiêu chất lượng nước như độ pH, độ đục, hàm lượng chất hữu cơ, kim loại nặng, vi sinh vật gây bệnh, v.v... đều đạt tiêu chuẩn nước cấp cho ăn uống do Bộ Y tế ban hành (QCVN 01:2009/BYT).



Hình 7.19. Bể chứa nước mưa và hệ thống xử lý nước mưa (vi lọc, khử trùng)

7.3.2. Giải pháp kiểm soát cục bộ

Lớp chắn thực vật

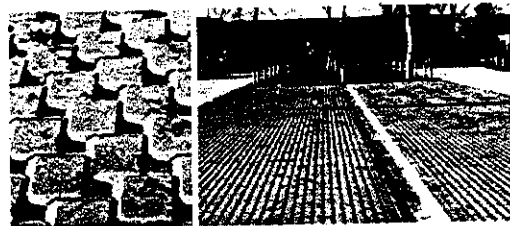
Sử dụng lớp chắn thực vật trên bề mặt phủ làm giảm tốc độ của dòng chảy, cho phép lắng, lọc trầm tích và các chất ô nhiễm khác. Lớp chắn lọc thực vật không chỉ giúp kiểm soát các nguồn ô nhiễm phân tán tốt, mà còn cung cấp một khoảng không gian xanh cho cộng đồng dân cư.



Hình 7.20. Bề mặt giữ nước bằng thảm thực vật

Via hè thấm nước

Bề mặt không thấm nước (gạch lát, bê tông, nhựa đường...) làm tăng lưu lượng tức thời của dòng chảy nước mưa. Khó có thể giảm diện tích bề mặt đường phố, địa điểm công cộng, bãi đỗ xe, vỉa hè, nhưng hoàn toàn có thể chuyển sang thiết kế các bề mặt này thấm được nước, sử dụng các vật liệu như bê tông thấm nước, nhựa đường thấm nước, đá lát rãnh thấm nước, đá lát lưới...



Hình 7.21. Vỉa hè thấm nước

[Nguồn: Werner P, Röstel G, Fuchs L, Stefan C (2011). Quản lý tích hợp tài nguyên nước tại Việt Nam - Sách hướng dẫn đi tới phát triển bền vững. Dresden, Germany].

Vỉa hè thấm nước có thể dễ dàng kết hợp với dải cây xanh hoặc kênh hở thoát nước mưa. Giải pháp này áp dụng cho các khu vực sử dụng loại hệ thống thoát nước riêng, tách nước mưa khỏi nước thải.

Kênh hở thường có chi phí xây dựng thấp hơn và việc bảo trì cũng đơn giản hơn. Trong trường hợp hệ thống thoát nước bị quá tải, cần thiết kế đường thoát khẩn cấp. Có thể xem xét sử dụng mặt đường cho mục đích thoát nước khẩn cấp ra hệ thống sông, hồ trong những trận mưa rất lớn. Mặt đường cũng có thể làm nhiệm vụ giữ nước tạm thời.

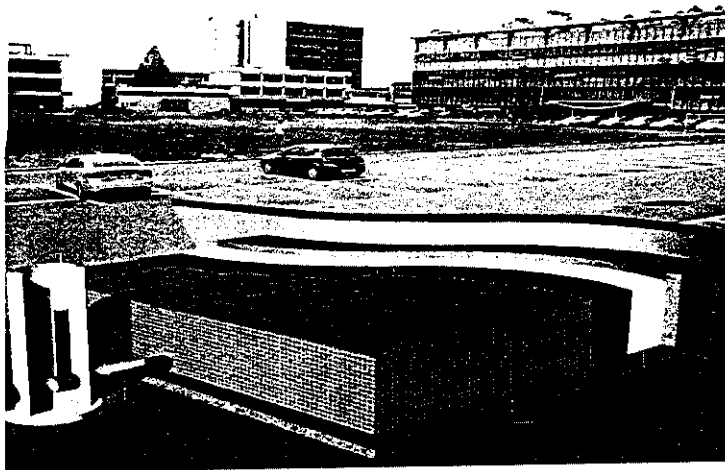
Lớp bề mặt thấm

Thường được sử dụng cho các vỉa hè, bãi đỗ xe,... Lớp bề mặt thường được cấu tạo từ sỏi, bê tông rỗng, nhựa đường rỗng,... Phía dưới bề mặt thấm có thể là đường ống có xẻ rãnh thu nước mưa, hay hệ thống khoang rỗng chứa nước tạm thời, dẫn ra đường cống dẫn nước mưa. Lắp đặt lớp vải địa kỹ thuật bên dưới bề mặt thấm cho phép bổ cập nước ngầm. Các khoang rỗng hay bể chứa ngầm có thể loại bỏ chất rắn lơ lửng. Giải pháp này cho phép tái sử dụng nước mưa.

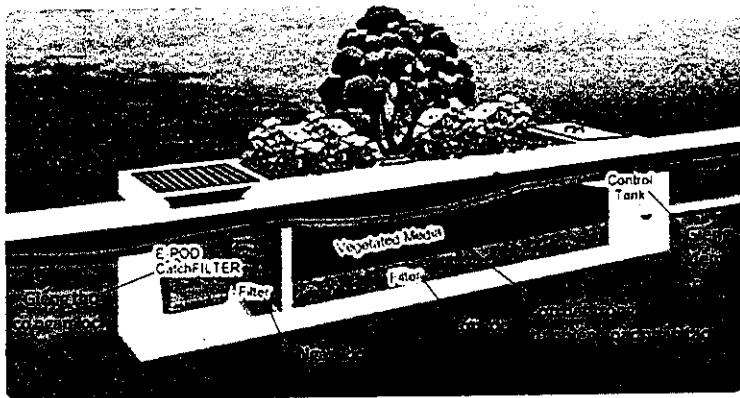
Dưới các bãi đỗ xe, nước mưa thường được tập trung về các bể ngầm, bên trong có các khối nhựa cứng, rỗng được lắp ghép, xếp chồng lên nhau, tạo thành một hệ thống thấm lọc và lưu giữ nước mưa chắc chắn (Hình 7.22). Bên ngoài khối lắp ghép này phủ lớp vải chống thấm và lớp sỏi. Tùy thuộc vào diện tích bãi đỗ xe, người ta tiến hành xây dựng một hoặc nhiều modul. Nước mưa được thấm, lọc sạch và làm chậm dòng chảy qua hệ thống này, trước khi chảy tới các bể chứa hay cống thoát nước. Cũng có một số bãi xe sử dụng ngay các cấu kiện bê tông đúc sẵn làm bể chứa ngầm. Nước mưa ở đây được sử dụng cho các mục đích công cộng như rửa đường, cấp cho đài phun nước, cứu hỏa, v.v...

Dọc các tuyến phố, bên cạnh hệ thống thoát nước mưa vốn có của thành phố, các công trình thấm lọc nước mưa cũng được xây dựng. Các công trình đó có thể là các bể mặt có khả năng thấm nước dọc theo hai bên đường hoặc trên vỉa hè, hay hệ thống hào lọc ngầm, các hố ga thấm lọc. Ở một số nơi, người ta thu gom và chứa nước mưa trực tiếp dọc theo bề mặt đường giao thông. Các hào lọc hay hố ga thấm lọc giúp bổ cập nguồn nước ngầm. Lượng nước mưa chảy tràn sẽ chảy vào mạng lưới thoát nước mưa của thành phố.

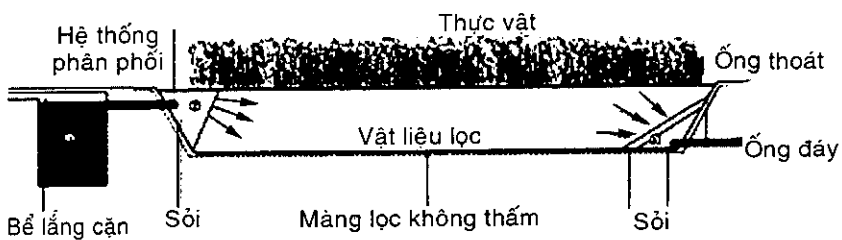
Trường hợp nước bề mặt bị ô nhiễm, có thể bổ sung thêm các công trình xử lý trước khi tái sử dụng. Kết nối bể chứa, bể xử lý ngầm với các công trình SUDS của khu vực và của toàn lưu vực cũng là những giải pháp thông minh, hiệu quả cao.



*Hình 7.22. Hệ thống thu gom nước mưa tại các bãi đỗ xe công cộng
[Nguồn: Han M. và nnk, 2012]*



*Hình 7.23. Hệ thống thu gom và xử lý nước mưa dọc theo các tuyến phố
[Nguồn: Han M. và nnk, 2012]*



*Hình 7.24. Kết hợp công trình xử lý nước mưa với bãi lọc ngầm dòng chảy ngang
[Nguồn: Werner và nnk, 2011]*

Khu đất trữ giữ nước tạm thời

Dòng chảy nước mưa được lưu trữ tạm thời trong khu đất trữ giữ khi trời mưa, sau đó được thấm thấu rút cạn đi (thông thường sau 24 giờ). Khi trời không mưa, khu đất trữ giữ có thể được sử dụng như bãi cỏ thông thường hoặc trở thành một phần của thảm thực vật trong khu vực. Một phần nước bề mặt sẽ được thấm xuống tầng nước ngầm, một phần bốc hơi, còn lại chảy vào hệ thống thoát nước hay chảy trực tiếp ra nguồn tiếp nhận. Ngăn lọc sỏi ở đáy khu đất trữ giữ, bố trí trước cống thoát nước, giúp điều tiết lưu lượng nước chảy vào cống. Vùng đất trữ giữ cho phép giảm tải trọng thủy lực lên các công trình của hệ thống thoát nước như đường cống, các rãnh hay kênh hở, bảo vệ các công trình này khỏi quá tải, xói lở, cũng như làm giảm ngập úng cho hạ lưu.

Trong trường hợp mưa to, cần có dòng chảy tràn để tiêu thoát nước khẩn cấp, khi công suất của vùng đất trữ giữ nước bị quá tải. Có thể trồng thêm các bụi cây hoặc cây đơn lẻ, góp phần tạo cảnh quan thiên nhiên.



Hình 7.25. Khu đất trữ giữ nước

[Nguồn: Werner và nnk, 2011]

Kênh dẫn trồng thực vật

Kênh dẫn với dòng chảy chậm, được phủ lớp thực vật 2 bên bờ cũng như dưới đáy, cho phép loại bỏ các chất ô nhiễm như chất rắn lơ lửng, các chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, kim loại nặng, giúp tăng khả năng thấm, giảm tốc độ dòng chảy tràn. Kênh thực vật có thể là tự nhiên hoặc nhân tạo, có thể tham gia vận chuyển nước mưa (chỉ thiết kế với dòng chảy chậm để đạt hiệu quả kiểm soát cao). Giải pháp này thích hợp cho các bề mặt ở khu dân cư nhỏ, khu công nghiệp, trung tâm thương mại, xung quanh bãi đỗ xe, ...

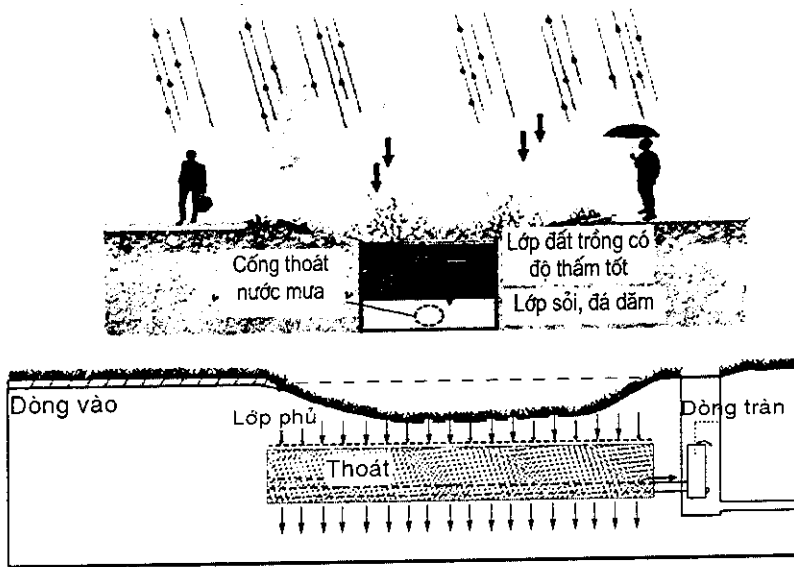


Hình 7.26. Kênh dẫn trồng thực vật

Mương thấm lọc

Mương đào, được đổ đầy đá, sỏi, tạo thành bãi thấm có độ dẫn thủy lực cao. Dòng chảy tràn được lọc qua lớp vật liệu trong kênh và có thể thấm vào đất qua đáy và bờ kênh. Mương thấm lọc thường được xây dựng kết hợp với công trình tiền xử lý như kênh thực vật để hạn chế lượng trầm tích quá lớn chảy vào mương thấm lọc.

Kết hợp hào thấm và kênh dẫn



Hình 7.27. Hệ thống kênh dẫn và hào thấm [Nguồn: Werner và nnk, 2011]

Hệ thống này kết hợp các hào thấm ngầm phía dưới các kênh dẫn hay khu đất trồng chứa nước. Nước mưa tập trung vào khu đất trồng, thấm lọc dần vào hào thấm ngầm, rồi sau đó được lọc qua các lớp đất và bổ cập cho nguồn nước ngầm. Trường hợp lượng nước mưa vượt quá ngưỡng trữ nước của khu đất trồng, phần nước tràn qua đập tràn chảy vào cống thoát sau khu đất. Hào thấm ngầm có thể kết nối lại để dẫn nước mưa vào mạng lưới thoát nước hay xả ra nguồn tiếp nhận. Ưu điểm của hệ thống này là không phụ thuộc vào cấu trúc đất khu vực, do vậy có thể áp dụng cho các khu vực với cấu trúc đất có độ thấm nước thấp.

7.3.3. Giải pháp kiểm soát trên toàn khu vực

Vùng đất ngập nước và hồ điều hòa

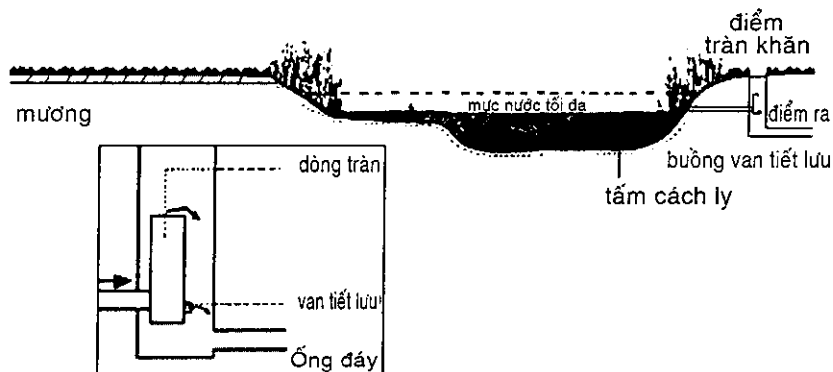
Các hồ đô thị hay các vùng đầm lầy nông có nhiều thực vật nước đều có chức năng xử lý ô nhiễm nước chảy tràn từ bề mặt đô thị cũng như kiểm

soát lưu lượng nước chảy tràn rất hiệu quả. Các chất ô nhiễm được loại bỏ khi dòng nước chảy qua hồ vùng đất ngập nước với tốc độ chậm, nhờ cơ chế lắng trọng lực và hấp thụ bởi thực vật nước. Các hồ đô thị, các vùng đất ngập nước là nơi cư trú cho động vật hoang dã, và mang lại giá trị cảnh quan lớn cho cư dân.

Không giống như khu đất trồng giữ nước tạm thời, các thủy vực này chứa nước quanh năm, và được bổ cập từ chính nguồn nước mưa. Mục nước trong hồ được kiểm soát để vừa phát huy các giá trị cảnh quan, sinh thái, vừa đảm bảo dung tích điều hòa hiệu quả. Trước mùa mưa, mực nước trong hồ được hạ thấp. Mực nước thay đổi cũng giúp cho các hệ động thực vật khác nhau có thể phát triển. Các hồ đô thị giúp điều hòa tiểu khí hậu, và thường là nơi vui chơi giải trí cho người dân, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống.

Tùy trường hợp cụ thể, có thể xem xét bổ cập nước ngầm từ nước hồ. Khi đó lớp cách ly ở đáy hồ không được thiết kế.

Với các dòng chảy ô nhiễm nặng, cần kiểm soát để không chảy vào hồ, hay cần được xử lý phù hợp trước khi chảy vào hồ.

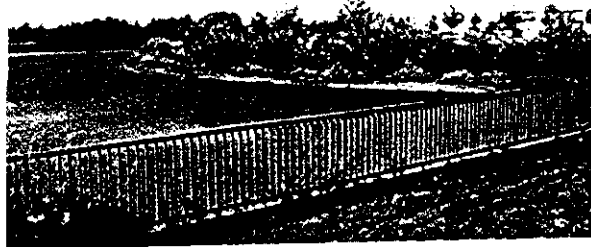


Hình 7.28. Hồ điều hòa nước mưa [Nguồn: Werner và nnk, 2011]

Ao, hồ thấm lọc trồng thực vật

Tạo ra hay tận dụng các ao, hồ có sẵn bằng cách xây đập, cải tạo bờ, để chứa nước quanh năm, vừa có tác dụng cảnh quan, sinh thái, vừa cho phép kiểm soát nước mưa chảy tràn, cải thiện chất lượng nước, giảm trầm tích và xói lở. Cần lưu ý thiết kế các giải đất ven bờ, rào chắn (bằng thực vật hay vật liệu khác), hệ thống biển báo, ... để đảm bảo an toàn cho cộng đồng địa phương.

Các hệ thống tiêu chí đánh giá công trình xanh đều khuyến khích việc tận dụng nước mưa để giảm lượng nước sinh hoạt sử dụng. Nếu lượng nước mưa thu được đóng góp 5% vào tổng lượng tiêu thụ nước của công trình, LOTUS cộng 1 điểm; nếu đóng góp 10%: cộng thêm 2 điểm; nếu đóng góp 15% trở lên được cộng thêm 3 điểm.



Hình 7.29. Hồ đô thị, kết hợp điều hòa nước mưa với các chức năng khác

Tóm lại, có rất nhiều biện pháp kỹ thuật để kiểm soát, giảm thiểu tác động và phát huy tối đa lợi ích từ dòng chảy nước mưa đô thị. Cách làm hiệu quả nhất là kết nối tốt các thành phần, các giải pháp này lại với nhau, và lồng ghép vào quá trình quy hoạch khu vực và đô thị, cũng như toàn bộ lưu vực.

7.4. THOÁT NƯỚC, XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI

7.4.1. Lựa chọn sơ đồ thoát nước phù hợp

Các sơ đồ thoát nước đô thị và khu dân cư

Nước thải có thể được thu gom và xử lý trong các loại hệ thống thoát nước chung, riêng, nửa riêng hay hỗn hợp, theo các sơ đồ tổ chức thoát nước tập trung hay phân tán. Sơ đồ thoát nước tập trung thường được xây dựng cho các khu trung tâm đô thị có mật độ dân số cao, có điều kiện xây dựng đồng bộ. Tuy nhiên, phương thức thoát nước truyền thống này có nhiều hạn chế, vì thế, ngày nay trên Thế giới người ta khuyến khích áp dụng sơ đồ thoát nước phân tán, đặc biệt là cho các khu đô thị mới, các vùng ven đô, nông thôn. Sơ đồ thoát nước phân tán thường bao gồm các công trình thu gom, xử lý, xả hay tái sử dụng nước thải. Sơ đồ này có thể áp dụng cho các công trình riêng lẻ (giải pháp tại chỗ) hoặc nhóm công trình, khu dân cư (giải pháp phân tán theo cụm) một cách linh hoạt. Mô hình này có những ưu điểm chính sau:

- Giảm chi phí đầu tư xây dựng, vận hành và bảo dưỡng, nhờ tránh được các tuyến cống thoát nước dài, đường kính và độ sâu lớn, các trạm bơm nước thải; tránh được những nhược điểm của các hệ thống thoát nước tập trung như kỹ thuật và thiết bị phức tạp, đường cống rò rỉ, rui ro lớn...

- Cho phép sử dụng các giải pháp công nghệ đơn giản, chi phí thấp, tận dụng triệt để các điều kiện tự nhiên để xử lý nước thải, do phân tán được quỹ đất yêu cầu. Các công nghệ cũng như các mô hình quản lý, cơ chế tài chính áp dụng cũng rất linh hoạt cho các khu vực khác nhau tùy theo điều kiện cụ thể.

- Dễ quy hoạch và thực hiện quy hoạch. Cho phép phân đợt xây dựng, đầu tư các hợp phần kỹ thuật từng bước theo khả năng tài chính. Quy mô đầu tư cũng sát với yêu cầu hơn, tránh lãng phí.

- Cho phép huy động tối đa sự tham gia của cộng đồng trong quản lý hệ thống thoát nước ở tất cả các khâu của dự án: lựa chọn giải pháp, đấu nối, đóng góp tài chính, tham gia quản lý, giám sát, ...

- Cho phép tái sử dụng tại chỗ nước thải sau xử lý (rửa, tưới, bổ cập nước ngầm) và chất dinh dưỡng tách được (bón cây trồng), ... Trong một số trường hợp, có thể xử lý nước thải tại các trạm phân tán đạt mức độ xả ra môi trường, rồi xả nước thải sau xử lý vào mạng lưới thoát nước mưa, nhờ vậy tiết kiệm đáng kể chi phí xây dựng đường công thoát nước.

Đối với một đô thị lớn, sơ đồ thoát nước tập trung cho các khu vực trung tâm, kết hợp với sơ đồ phân tán cho các khu vực có mật độ dân cư thấp, biệt lập, và sơ đồ thoát nước, xử lý nước thải, tái sử dụng hay xả ra nguồn ngay tại chỗ cho các công trình đơn lẻ, là phương án tổ chức thoát nước thường hay được áp dụng.

Các sơ đồ xử lý nước công trình

Có hai loại nước thải phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt trong công trình: nước đen và nước xám. Nước đen là nước dội nhà vệ sinh. Loại nước này chứa nhiều chất bẩn, chủ yếu từ chất thải của người, nhiều mầm bệnh, và đòi hỏi phải xử lý qua nhiều công đoạn (cơ học, sinh học, khử trùng) trước khi có thể sử dụng lại. Nước đen chỉ có thể được tái sử dụng ngoài nhà. Nước xám là nước phát sinh từ các hoạt động tắm, rửa, nấu ăn, rửa bát, giặt quần áo, rửa xe, ... Nhìn chung nước xám có nồng độ các chất ô nhiễm, các tác nhân gây bệnh ít hơn nước đen (*Ở một số nước, nước đen còn bao gồm dòng nước thải nhà bếp, khi rác nhà bếp, thức ăn thừa giàu hữu cơ được nghiền nhỏ và xả qua chậu rửa nhà bếp. Dòng nước này có thể được xử lý cùng với nước đen dội nhà vệ sinh bằng phương pháp sinh học kỵ khí để thu hồi biogas*). Nước xám đã qua xử lý có thể được tái sử dụng để xả bồn cầu, thậm chí giặt quần áo, ... Cả hai hoạt động trên đều tiêu thụ một lượng nước đáng kể. Nước xám cũng có thể được sử dụng để tưới vườn và một số mục đích khác.

Tái sử dụng nước thải làm giảm khối lượng nước sạch cần cấp từ hệ thống cấp nước, đồng thời giảm áp lực lên hệ thống xử lý nước thải tập trung, kéo dài thời gian hoạt động của hệ thống mà không phải nâng công suất. Trở ngại lớn nhất trong thực hiện tái sử dụng nước thải, là chi phí lắp đặt và vận hành, bảo trì hệ thống thu gom, xử lý, tái sử dụng nước thải. Đương nhiên, chi phí này sẽ thay đổi, tùy theo mức độ xử lý nước thải cần thiết, giá nước sạch trong khu vực, sự sẵn có hay khan hiếm nguồn nước, cơ hội thiết kế lắp đặt từ đầu hay cải tạo công trình sẵn có, khoảng thời gian phục vụ của công trình, các công nghệ và thiết bị lựa chọn,... Chế độ làm việc của hệ thống cũng phụ thuộc nhiều vào đặc tính sử dụng nước của công trình. Hệ thống xử lý và tái sử dụng nước thải cho nhà nghỉ sẽ khó hoạt động ổn định nếu áp dụng công nghệ sinh học, trong khi công trình không sử dụng liên tục.

Nếu nước xám cần được xử lý để tái sử dụng cho các mục đích cấp nước sinh hoạt, các biện pháp xử lý sau có thể được áp dụng:

- Xử lý cơ học: lọc qua cát, lọc qua than hoạt tính, khử trùng bằng tia cực tím hay bằng ozone;

- Xử lý sinh học: trong hồ sinh học, bãi lọc trồng cây, các hệ thống xử lý trong điều kiện nhân tạo với các bể xử lý hợp khối, chiếm ít diện tích (các hệ thống bùn hoạt tính hoạt động liên tục và theo mẻ, đĩa lọc sinh học, bể lọc sinh học kỵ khí và hiếu khí, bể lọc sinh học có lớp giá thể vi sinh ngập nước, bể phản ứng sinh học kết hợp với lọc màng, v.v...).

Bất kỳ hệ thống xử lý và vận chuyển nước xám nào cũng phải được thiết kế, thi công và quản lý, kiểm soát chặt chẽ. Không được đầu nối với đường ống cấp nước sạch và nước đen. Các bồn chứa, đường ống dẫn, các máy bơm, van khóa và thiết bị phải được sơn màu riêng biệt, có các chỉ dẫn cụ thể, rõ ràng.

Một hệ thống xử lý nước đen thường bao gồm các công đoạn:

- Tách các vật thể rắn có kích thước lớn như rác, cát, sỏi,... ra khỏi nước thải.
- Phân tách chất nổi, dầu mỡ, chất rắn dễ lắng.
- Xử lý sinh học nhằm loại bỏ các chất hữu cơ hòa tan và dạng keo trong nước thải.
- Khử trùng, loại bỏ các vi sinh vật có hại (mầm bệnh).
- Xử lý bùn cặn.

Bể phân hủy kỵ khí, có thu hồi khí sinh học (biogas) thường được áp dụng để xử lý nước đen, hay hỗn hợp nước đen với nước thải nhà bếp, rác

hữu cơ nghiền nhỏ. Dòng chất thải giàu hữu cơ được phân hủy, chuyển hóa thành khí sinh học nhờ các vi khuẩn kỵ khí. Khí sinh học chứa thành phần chủ yếu là khí mê tan (65 - 75%), có thể sử dụng để đun nấu, phát điện thấp sáng, sưởi ấm, ... Đầu ra của bể kỵ khí có thể được tiếp tục xử lý cùng với nước xám hay xử lý riêng và tái sử dụng ở ngoài công trình. Bùn tích lũy từ bể phản ứng được xử lý, phân hủy tiếp tục và làm phân bón hữu cơ.

7.4.2. Các giải pháp xử lý nước thải và tái sử dụng

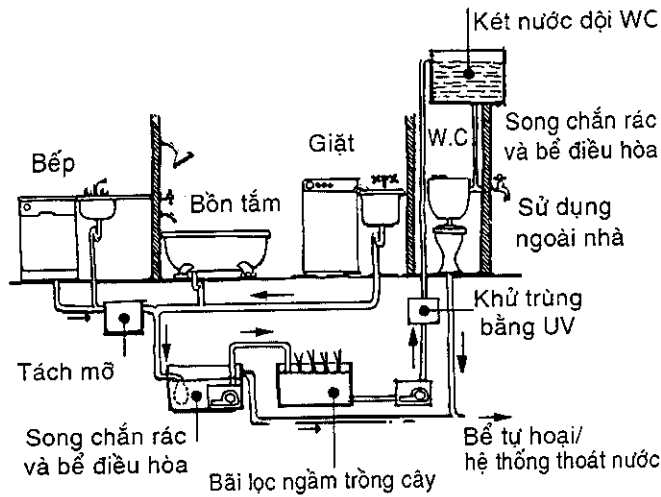
Tái sử dụng nước thải trong công trình

Nước xám được tái sử dụng trong nhà để xả nhà vệ sinh là mô hình phổ biến nhất. Tái sử dụng nước xám để xả nhà vệ sinh cho phép tiết kiệm khoảng 65 lít nước sạch của một hộ gia đình trung bình mỗi ngày. Để áp dụng được mô hình này, cần chia tách dòng nước xám và nước đen. Nước xám phải được xử lý và khử trùng tới mức độ phù hợp, đáp ứng các quy định, trước khi tái sử dụng.

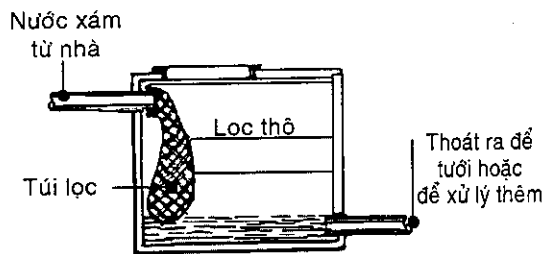
Hình 7.31 thể hiện giải pháp đơn giản để tách các tạp chất thô từ nước xám bằng túi lọc, trước khi chảy tới các bậc xử lý tiếp theo. Túi lọc phải được kiểm tra thường xuyên và có thể tháo ra làm sạch hoặc thay thế khi đầy.

Sau khi lọc thô, nước xám có thể được xử lý bằng bãi lọc trồng cây. Bãi lọc trồng cây gần đây đã được biết đến trên Thế giới như một giải pháp công nghệ xử lý nước thải trong điều kiện tự nhiên, thân thiện với môi trường, cho phép đạt hiệu suất cao, chi phí thấp và ổn định, đồng thời góp phần làm tăng giá trị đa dạng sinh học, cải tạo cảnh quan môi trường sinh thái của khu vực.

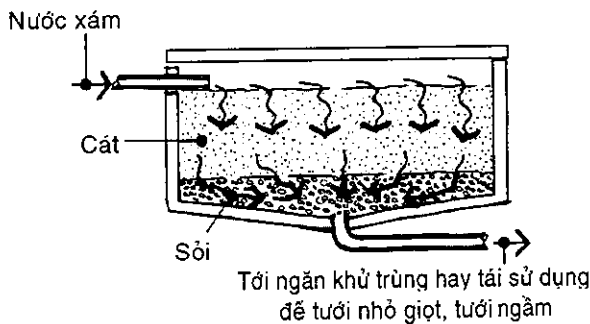
Vật liệu lọc thường là cát hạt thô, lớp dưới cùng, có bố trí ống thu nước đục lỗ, là sỏi hay gạch vỡ. Nước xám được phân bố đều phía trên bề mặt bãi lọc, với tải trọng thủy lực 50 - 150 l/m²/ngày. Thực vật trồng trên bãi lọc là các cây thân xốp, rễ chùm, sống được trong môi trường nước thải. Các vi sinh vật có trong lớp vật liệu lọc, trong nước và đặc biệt là ở bộ rễ của cây sẽ sử dụng oxy (được cung cấp nhờ bộ rễ của thực vật và qua quá trình khuếch tán oxy trong không khí vào nước) để ôxi hóa các chất hữu cơ, cũng như oxy hóa amôni thành nitrit rồi nitrat. Quá trình hiếu khí này chỉ diễn ra ở khoảng 15-20 cm lớp vật liệu bên trên của bãi lọc. Càng xuống sâu lượng ôxi hòa tan càng giảm, khi đó sẽ diễn ra các quá trình ổn định cặn tích lũy và khử nitrat của nước thải trong điều kiện yếm khí. Photpho được tách khỏi nước thải nhờ quá trình hấp thụ, chuyển hóa của cây trồng, vi sinh vật, cũng như quá trình hấp phụ các muối bởi vật liệu lọc trong bãi lọc.



Hình 7.30. Sơ đồ một phương án xử lý và tái sử dụng nước xám
 [Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001]



Hình 7.31. Túi lọc đơn giản để tách các tạp chất thô từ nước xám
 [Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001]



Hình 7.32. Bãi lọc ngầm với vật liệu lọc cát, xử lý nước xám
 [Nguồn: Leggett D. và nnk, 2001]

Thực vật trồng trong bãi lọc thường là các loại thực vật thủy sinh lưu niên, thân thảo, thân xốp, rễ chùm. Các cây sau thường được sử dụng để trồng trong bãi lọc: Cỏ nến (*Typha Orientalis*); Sậy (*Phragmites communis*); Thủy trúc (tên khoa học cũ: *Cyberus flabeliformis* (theo Rott B.), tên khoa học mới: *Cyberus Involucratus* (theo Poiret); Phát lộc (*Dracaena Fragrans*); Cói, bấc (*Scirpus spp*). Ngoài ra, có thể tìm kiếm các loại cây bản địa, có khả năng thích nghi và sống được trong môi trường nước thải, có giá trị kinh tế hay cảnh quan để trồng. Nhiều loại cây khác được sử dụng rộng rãi hiện nay như Thiên điều, Ngổ nước, Hương bài (cỏ Vertiver), ... Cây trồng được thu hoạch để tạo cây mới, thúc đẩy quá trình sinh trưởng của cây. Cây trồng có thể được thu hoạch bằng cách đốt, chặt. Tùy theo loại cây trồng và thị trường, có thể sử dụng sinh khối thực vật từ bãi lọc cho rất nhiều mục đích khác nhau:

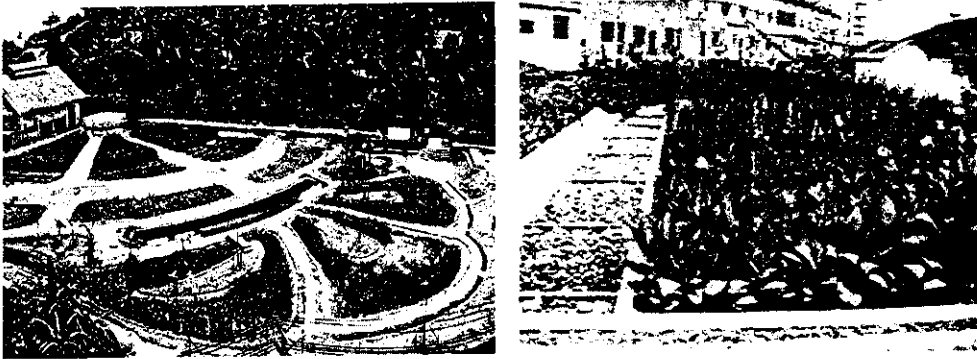
- Phơi khô, làm củi đun.
- Làm vật liệu xây dựng: lợp nhà, làm hàng rào, ...
- Làm đồ thủ công mỹ nghệ (hàng đan lát, ...).
- Làm giấy (nguồn sợi xenlulo).
- Bổ sung sinh khối cho hầm biogas để tối ưu hóa tỷ lệ C/N, tăng hàm lượng biogas trong khí sinh học sinh ra.
- Làm nguyên liệu chế biến xăng sinh học (khi áp dụng ở quy mô lớn).
- Bán ra thị trường (cây cảnh, hoa, ...).
- Làm thức ăn chăn nuôi.
- V.v...

Giải pháp xử lý nước xám bằng bãi lọc trồng cây có những ưu điểm như:

- Nước thải đầu ra không còn mùi hôi. Có thể được tái sử dụng trong đội nhà vệ sinh, tưới tiêu, ...
- Thực vật trồng trên bãi lọc mang lại màu xanh, cải thiện cảnh quan, mang lại giá trị tinh thần cho người sử dụng và khu dân cư.
- Với diện tích lớn, xử lý nước thải quy mô khu dân cư, bãi lọc trồng cây có thể trở thành nơi trú ngụ của các loại sinh vật khác nhau, mang lại giá trị cảnh quan và đa dạng sinh học cho khu dân cư.
- Sinh khối thu hoạch từ bãi lọc có thể mang lại giá trị kinh tế.
- Có thể tận dụng các mảnh đất ven bờ rào, dọc tường, góc vườn, các giải phân cách dọc đường giao thông, ... để xây dựng thành bãi lọc trồng cây rất linh hoạt, vừa xử lý được nước thải, vừa tiết kiệm diện tích đất, và cải tạo cảnh quan.

Những hạn chế của giải pháp bãi lọc trồng cây:

- Cần có diện tích (trung bình mỗi người cần 2-4 m², tùy theo mức độ xử lý yêu cầu và chất lượng nước đầu vào).
- Cần có sự chăm sóc cây trồng phù hợp.



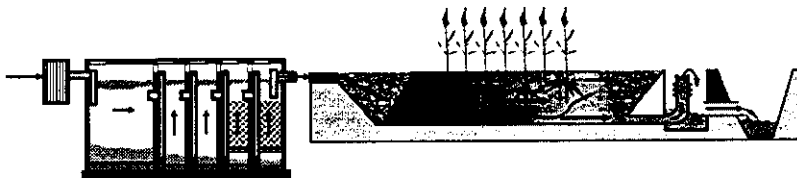
Hình 7.33. Hai hệ thống bãi lọc trồng cây xử lý nước thải sinh hoạt

Nước thải sau xử lý cần được khử trùng để đảm bảo an toàn về mặt vệ sinh. Các biện pháp khử trùng thường được áp dụng là: dùng đèn chiếu tia cực tím (UV); các hợp chất của Clo dạng viên, dạng lỏng hay dạng bột; dùng Ozon. Trường hợp chưa khử trùng, nước xám sau xử lý làm sạch có thể sử dụng để tưới cho cây trồng không ăn trực tiếp, nhưng chỉ áp dụng các công nghệ tưới ngầm dưới mặt đất hay tưới nhỏ giọt, để tránh phát tán mầm bệnh ra môi trường.

Xử lý nước thải và tái sử dụng cho các hoạt động ngoài công trình

Nước xám và nước đen, sau khi xử lý phù hợp, có thể tái sử dụng cho các mục đích ngoài công trình như tưới thảm cỏ, cây xanh, bổ cập nước, phục vụ các mục đích cảnh quan, giải trí, thể thao, ... Một số giải pháp xử lý nước thải (nước đen và nước xám), phục vụ cho mục đích tái sử dụng ngoài công trình được giới thiệu dưới đây.

Bể phân hủy kỵ khí kết hợp với bãi lọc trồng cây



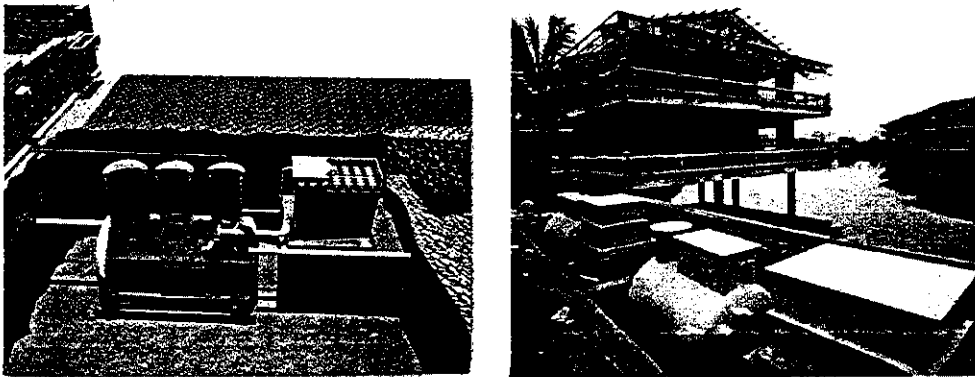
Hình 7.34. Xử lý nước thải phân tán, chi phí thấp với bể tự hoại cải tiến BASTAF và bãi lọc ngầm trồng cây

Nhóm nghiên cứu của Viện KH&KTMT, ĐHXD, đã nghiên cứu phát triển thành công công nghệ xử lý nước thải tại chỗ chi phí thấp với cụm bể tự hoại cải tiến (BASTAF) và bãi lọc ngầm trồng cây (Hình 7.34).

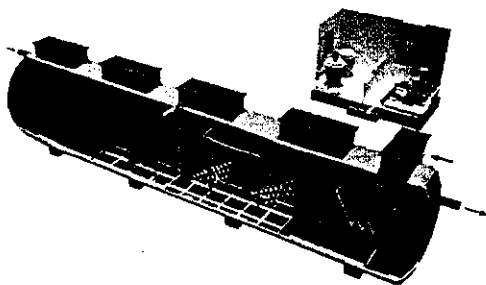
Các bể xử lý nước thải hợp khối:

Viện KH&KTMT, ĐHXD, đã triển khai áp dụng ở nhiều nơi loại bể xử lý chế tạo sẵn bằng composite BASTAFAT, kết hợp xử lý kỵ khí và xử lý hiếu khí. Hiệu suất xử lý của hệ đạt mức A theo QCVN 24/2009-BTNMT và QCVN 14/2008-BTNMT, cho phép xả nước thải sau xử lý ra môi trường hay tái sử dụng (Hình 7.35). Hệ thống gồm các ngăn bể nối tiếp, kết hợp các quá trình xử lý cơ học và sinh học kỵ khí - hiếu khí. Bể được chế tạo sẵn bằng nhựa composite cốt sợi thủy tinh (FRP). Hệ thống được trang bị bơm nước thải chuyên dụng không tắc, ngăn khử trùng bằng viên Clo hay tia cực tím (UV). Chế độ làm việc của hệ thống được kiểm soát tự động theo thời gian hay theo mực nước, ... bằng bộ điều khiển PLC. Có thể xả được trực tiếp nước thải sau xử lý tại chỗ ra môi trường hay ra mạng lưới thoát nước mưa.

Một loại bể xử lý nước thải hợp khối khác là bể AFSB (hình 7.36), chế tạo sẵn bằng composite cốt sợi thủy tinh, hoặc xây dựng tại chỗ bằng bê tông cốt thép. Hệ thống gồm các ngăn bể nối tiếp, kết hợp các quá trình xử lý cơ học và sinh học kỵ khí - hiếu khí. Hệ thống được trang bị bơm nước thải, máy thổi khí chuyên dụng, hệ thống khử trùng bằng dung dịch Javen hay tia cực tím. Chế độ làm việc của hệ thống được kiểm soát tự động bằng bộ điều khiển PLC. Các bể xử lý có thể được bố trí ngầm dưới mặt đất hay trong tầng hầm, phía trên có thể tận dụng cho các mục đích khác.



Hình 7.35. Cụm bể xử lý nước thải chế tạo sẵn BASTAFAT



Hình 7.36. Bể xử lý nước thải hợp khối AFSB

Tái sử dụng nước thải sau xử lý và công nghệ lọc màng:

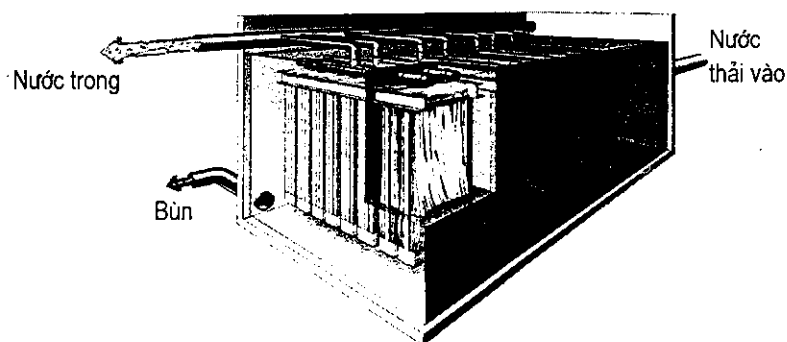
Nghiên cứu ứng dụng lọc màng trong xử lý nước cấp và nước thải có thể coi như một cuộc cách mạng về quan điểm và khả năng ứng dụng trong công nghệ xử lý nước và nước thải, bắt đầu từ những năm 1980 của thế kỷ trước.

Lọc màng là quá trình phân tách các phần tử qua một lớp vách ngăn (màng) giữa 2 pha lỏng nhờ lực tác dụng. Căn cứ theo cơ chế chuyển dịch phần tử qua màng, lực tác dụng, loại vật liệu màng, kích thước lỗ rỗng, có thể phân loại các quá trình lọc màng thành: Vi lọc (Microfiltration - MF), Siêu lọc (Ultrafiltration - UF), Lọc Nano (Nanofiltration - NF), Thẩm thấu ngược (Reverse Osmosis - RO hay Hyper Filtration), Điện thẩm tách (Electro Dialys - ED) và Điện thẩm tách đảo chiều (Reverse Electro Dialys - EDR).

Bể sinh học màng lọc (MBR) là sự kết hợp giữa hai quá trình cơ bản trong một đơn nguyên: (1) Phân hủy sinh học chất hữu cơ và (2) kỹ thuật tách sinh khối vi khuẩn bằng màng vi lọc (micro-filtration). Trong bể duy trì hệ bùn sinh trưởng lơ lửng, các phản ứng diễn ra trong bể giống như các quá trình sinh học thông thường khác, nước sau xử lý được tách bùn bằng hệ màng vi lọc (MF) với kích thước màng dao động khoảng 0,1-0,4 μ m. Dòng thấm qua màng bởi vận tốc chảy ngang qua màng cao. Màng được rửa sạch bằng khí hoặc làm sạch bằng nước rửa ngược và hóa chất.

Công nghệ màng có nhiều ưu điểm như: Chất lượng nước sau xử lý cao; Không yêu cầu điều chỉnh liều lượng và nồng độ hóa chất; Không sinh ra những sản phẩm phụ; Là một công đoạn xử lý riêng biệt, chủ động; Cho phép giảm liều lượng Clo khử trùng; Thiết bị gọn nhẹ; Dễ dàng thực hiện tự động hóa; v.v... Quá trình MBR có thể vận hành ở nồng độ MLSS cao, từ đó gia tăng khả năng xử lý cơ chất, hạn chế bùn thải và kích thước các công trình xử lý. Hơn nữa, không giống như trong các hệ thống xử lý truyền thống, sự chọn lọc vi sinh hiện diện trong thiết bị phản ứng không còn phụ

thuộc vào khả năng hình thành bông bùn sinh học và tính lắng cũng như khả năng tách ra ở dòng ra mà chỉ phụ thuộc vào màng. Với các trạm xử lý quy mô nhỏ, MBR có thể được áp dụng khi có sự chuẩn bị kỹ càng và đồng bộ. Nước sau xử lý thích hợp để xả ra môi trường tự nhiên hoặc các mục đích tái sử dụng như tưới cây, rửa sàn, dội nhà vệ sinh,...



Hình 7.37. Mô đun xử lý nước thải với công nghệ MBR

7.4.3. Tái sử dụng nước thải, bùn cặn để thu hồi tài nguyên trong đô thị

Nước thải đô thị được tái sử dụng sau khi xử lý cho các mục đích khác nhau.

- Tưới cây nông nghiệp.
- Tưới thảm cỏ, công viên trong thành phố.
- Tái sử dụng trong sản xuất.
- Cấp nước cho thể thao, giải trí, cải tạo cảnh quan.
- Cấp vào hệ thống nước tái sử dụng trong công trình (không dùng để ăn uống).
- Bổ cập nguồn nước ngầm.
- Sản xuất nước đóng chai, nước cấp sinh hoạt và ăn uống.

Với mỗi mục đích tái sử dụng, lại cần chú ý đến các chất ô nhiễm đặc trưng, và áp dụng các biện pháp xử lý tới mức độ cần thiết. Nước bổ cập cho các hồ đô thị cần phải được xử lý, loại bỏ các chất dinh dưỡng (để tránh hiện tượng phú dưỡng). Nước tái sử dụng để tưới cây cần lưu ý đặc biệt đến các mầm bệnh, không có chúng phát tán vào môi trường hay xâm nhập vào chuỗi thức ăn, nhất là đối với loại cây trồng ăn trực tiếp. Nước cấp cho ăn uống cần được xử lý loại bỏ tất cả các chất ô nhiễm và đạt tới yêu cầu để bảo vệ sức khỏe, với độ an toàn cao.

Nói chung, nguồn nước cấp thay thế trong đô thị từ nước thải sau khi xử lý được xem xét khi có vấn đề khan hiếm, không có giải pháp thay thế một

cách kinh tế và bền vững. Ở Việt Nam, việc tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp ở ngoại thành cho các mục đích tưới ruộng, trồng rau màu, nuôi cá đã phổ biến từ nhiều năm nay.

Xử lý nước thải và bùn cặn giàu hữu cơ bằng phương pháp sinh học kỵ khí ngày càng được quan tâm, đặc biệt trong bối cảnh khủng hoảng năng lượng toàn cầu như hiện nay. Khí biogas sinh ra, với thành phần chủ yếu là khí mêtan (CH_4) là một dạng năng lượng sạch. Việc sử dụng năng lượng tái sinh của doanh nghiệp từ nguồn xử lý nước thải có thể được tham gia thị trường mua bán giảm phát khí thải (Cơ chế phát triển sạch - CDM).

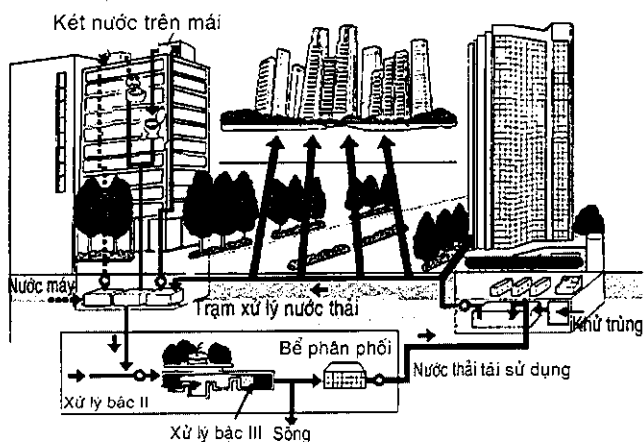
Công nghệ xử lý kỵ khí có thể được thực hiện ở chế độ lên men ấm ($30 - 35^\circ C$) hay lên men nóng ($50 - 55^\circ C$). Công nghệ lên men nóng đang thu hút nhiều mối quan tâm bởi những ưu việt của nó so với các quá trình xử lý truyền thống như chi phí vận hành thấp, tạo ít sinh khối phụ (bùn), khả năng xử lý các chất thải có hàm lượng hữu cơ cao, cũng như hiệu quả diệt trừ các mầm bệnh. Từ quá trình phân hủy kỵ khí, khí sinh học (biogas) được sinh ra là một nguồn năng lượng sạch, có khả năng đảm bảo cung cấp cho hệ thống hoạt động ổn định, đồng thời chuyển hóa thành nhiệt năng và điện năng, đem lại lợi ích kinh tế đáng kể. Bùn sau phân hủy là nguồn phân hữu cơ an toàn, do các mầm bệnh đã bị tiêu diệt hết ở nhiệt độ cao. Việc ứng dụng và phát triển công nghệ xử lý kỵ khí trong xử lý chất thải đã và đang trở nên phổ biến ở rất nhiều nước trên thế giới như: Mỹ, Đức, Pháp, Nhật, Trung Quốc và Ấn Độ, bởi việc kết hợp các lợi ích môi trường và kinh tế trong cùng một hệ thống, hướng tới mục tiêu phát triển bền vững.

7.4.4. Tính toán lượng nước tiết kiệm trong công trình nhờ tái sử dụng nước thải

Hệ thống đánh giá công trình xanh LOTUS (VGBC) cộng 1 điểm cho công trình có lượng nước tái chế/tái sử dụng đáp ứng 10%, cộng 2 điểm cho công trình có lượng nước tái chế đáp ứng 20%, và 3 điểm cho công trình có lượng nước tái chế/tái sử dụng đáp ứng 30% tổng lượng nước tiêu thụ.

Tính toán lượng nước tiết kiệm được nhờ tái sử dụng nước thải sau xử lý cũng tương tự như tính lượng nước sinh hoạt tiêu thụ hàng năm (xem mục 7.1.4). Tất cả các thiết bị được tính đến đều phải được nối với một hệ thống thu gom nước thải (xám hoặc đen). Lượng nước thực sự được tái sử dụng sau khi xử lý theo từng mục đích sẽ được tính bằng lượng nước thải thu được, nhân với một hệ số kể đến lượng nước thất thoát trong quá trình

vận chuyển, xử lý, lưu trữ, tái sử dụng và những thời điểm không có nhu cầu tái sử dụng (ví dụ như các ngày mưa, không có nhu cầu tưới cây).



Hình 7.38. Sơ đồ hệ thống cấp nước đô thị với hai nguồn nước: nước mây và nước thải tái sử dụng

Lượng nước thu gom thực hàng năm cho một mục đích sử dụng :

$$J = E_t \times \text{Lượng nước thu gom hàng năm cho mục đích sử dụng (lít/năm);}$$

Trong đó:

+ E_t : hệ số lưu lượng của hệ thống xử lý (Lượng nước đầu ra/ Lượng nước đầu vào).

Tổng lượng nước tiêu thụ:

$$T = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_N \quad (\text{lít/năm});$$

Trong đó:

+ N_1 : lượng nước tiêu thụ cho tưới tiêu.

+ N_2 : lượng nước tiêu thụ cho hệ thống điều hòa.

+ N_3 : lượng nước tiêu thụ cho rửa.

Tỷ lệ nước tái chế/ tổng lượng nước sử dụng:

$$H = (J/T) \times 100 \quad (\%).$$

Ví dụ tính toán:

Một công trình với số lượng người sử dụng là 500 người, dự kiến sẽ lắp đặt hệ thống thu gom nước xám từ chậu rửa, bồn tắm để xử lý và phục vụ cho tưới tiêu. Số ngày vận hành là $D = 290$ ngày/năm.

Bảng 7.9. Lưu lượng nước chảy qua các thiết bị tính toán

Thiết bị	Mức độ tiêu thụ
Vòi nước	0,14 (lít/giây)
Vòi sen	0,16 (lít/giây)

Bảng 7.10. Số lượng các loại thiết bị sử dụng nước trong công trình và lượng nước tiêu thụ mỗi lần sử dụng

Thiết bị sử dụng nước trong công trình	Số lượng thiết bị	Mức tiêu thụ của từng loại
Vòi nước thông thường	20	0,12 (lít/lần xả)
Vòi nước có thiết bị kiểm soát tự động	5	0,12 (lít/lần xả)
Vòi sen	1	0,15 (lít/lần xả)

Giả sử toàn bộ nước xám từ các thiết bị trên được thu gom và xử lý, với hiệu suất của hệ thống thu gom, xử lý nước thải và cấp cho hệ thống tưới tiêu là 60%. Khi đó lượng nước thu được để đem tưới tiêu sẽ là:

$$Q = 1.622.695 \times 0,6 = 973.617 \quad (\text{lít/năm})$$

Bảng 7.11. Lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị tính toán

Thiết bị sử dụng nước trong công trình	F	$Q_{\text{Xả/Chảy}}$	Số lần dùng trong 1 ngày (n)	Số người sử dụng	Lượng nước tiêu thụ hàng ngày
Vòi nước	20/25	0,14 (lít/giây)	3	500	2.520 (lít)
Vòi nước có thiết bị kiểm soát tự động	5/25	0,14 (lít/giây)	3	500	504 (lít)
Vòi sen	1	0,16 (lít/giây)	0,1	500	2.571,5 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ hàng ngày qua các thiết bị nước					5.595,5 (lít)
Tổng lượng nước tiêu thụ một năm qua các thiết bị nước (mô hình cơ sở)					1.622.695 (lít)

Như vậy với một bài toán giả định như trên, với quy mô công trình khoảng 500 người sử dụng, chỉ cần tận dụng nước từ vòi rửa, vòi tắm thì trong một năm ta cũng có thể tiết kiệm được 974 m³ nước. Nếu như nhân rộng toàn thành phố hay cả nước thì sẽ thu được con số vô cùng ý nghĩa.

7.4.5. Vệ sinh sinh thái

Vệ sinh sinh thái được định nghĩa là một chu trình hay một hệ thống khép kín bền vững, trong đó chất bài tiết của con người được xử lý tại chỗ

hoặc tập trung, cho đến khi chúng hoàn toàn không còn mầm bệnh, các chất dinh dưỡng có trong chất thải được tái sử dụng trong các hoạt động kinh tế như nông nghiệp. Thuật ngữ “sinh thái” được sử dụng cho những hệ thống vệ sinh thoả mãn được các tiêu chí: Ngăn ngừa ô nhiễm; tiêu diệt các mầm bệnh; và tái sử dụng chất thải của con người như một nguồn tài nguyên có ích (khí sinh học, phân bón, ...). Đặc điểm mấu chốt của công trình vệ sinh sinh thái là ngăn ngừa được ô nhiễm, bệnh tật gây ra do các chất bài tiết của con người, đồng thời xử lý các chất đó như là nguồn tài nguyên chứ không phải là chất thải bỏ đi, thu hồi và sử dụng lại (tuần hoàn) các chất dinh dưỡng. Điều quan trọng là phải làm cho chất thải con người trở nên an toàn trước khi thu hồi và tái sử dụng. Phân người là nguồn gốc lan truyền phần lớn các loại bệnh phát sinh từ chất bài tiết của con người. Vì vậy phải có các biện pháp phù hợp xử lý loại chất thải này.

Các phương pháp ủ phân khô tiêu diệt các tác nhân gây bệnh có hiệu quả hơn các phương pháp ướt. Sự phối hợp các yếu tố: độ ẩm thấp, ít chất dinh dưỡng và chất hữu cơ, pH cao làm cho sự tiêu diệt mầm bệnh xảy ra nhanh nhất. Các phương pháp vệ sinh “ướt”, như dùng nước dội bệ xí và vận chuyển chất thải, lại gây khó khăn, tốn kém cho việc tiêu diệt các tác nhân gây bệnh. Nước thải là một môi trường lý tưởng cho các tác nhân gây bệnh sinh tồn bởi vì xét ở nhiều khía cạnh nó giống như điều kiện trong đường ruột: rất giàu chất hữu cơ, cũng ẩm ướt và kỵ khí. Việc sử dụng nước để vận chuyển chất thải, hóa ra, lại chỉ làm tăng sự sống sót của các tác nhân gây bệnh, và làm tăng tỷ lệ mắc bệnh ở cộng đồng, khi nước thải bị phát tán ra môi trường, được dùng để tưới hoa màu, nuôi cá trước khi được xử lý triệt để.

Phương thức vệ sinh sinh thái cố gắng hướng tới giải quyết, tiêu diệt các tác nhân gây bệnh bằng các phương thức sau:

- Giữ cho thể tích khối phân nhỏ, tách riêng nước tiểu, không đổ thêm nước vào đó (không dội nước);
- Tránh phát tán phân có chứa tác nhân gây bệnh, lưu giữ nó trong bể chứa phù hợp đến khi có thể tái sử dụng an toàn (vì thời gian là một tác nhân quan trọng để tiêu diệt mầm bệnh);
- Giảm thể tích và khối lượng của khối phân bằng cách làm bốc hơi nước hoặc phân huỷ để cho tồn trữ, vận chuyển và xử lý trở nên dễ dàng hơn;
- Làm cho các tác nhân gây bệnh trở nên vô hại bằng các quá trình tách nước; phân huỷ; lưu giữ; khử nước; ủ nhiệt độ cao; thêm vôi để tăng pH; v.v... và nếu cần, xử lý tiếp tục trong điều kiện tự nhiên (đất, bãi lọc trồng thực vật, hồ sinh học,...).

Theo cách tiếp cận trên, thì các dòng vật chất trong chất thải lỏng đô thị (từ các hộ gia đình, cửa hàng ăn uống, giải khát, dịch vụ, các khách sạn, ...), có thể chia ra các loại sau:

- Phân (nước nâu).
- Nước tiểu (nước vàng).

Hiện nay, hỗn hợp nước nâu và nước vàng làm thành nước đen, thải từ các hố xí dội nước thông thường (không tách nước tiểu).

- Nước thải từ chậu rửa nhà bếp, máy giặt, nhà tắm, nước rửa sàn, rửa xe (nước xám).

Các loại nước thải trên khác nhau về thành phần, tính chất, nồng độ các chất bản và cả nguy cơ gây ô nhiễm. Nước đen đặc biệt có khả năng gây hại cho sức khoẻ, chứa các vi sinh vật gây bệnh, dư lượng hóa chất từ dược phẩm, ... Mặt khác, nồng độ các hợp chất hữu cơ trong nước đen cao, dễ chuyển hoá thành khí sinh học. Nước tiểu chứa một lượng lớn nitơ (tới 85% tổng N có trong nước thải) và photpho (tới 50%) và có thể sử dụng để sản xuất phân bón. Nước thải từ nhà bếp có tải trọng hữu cơ cao và có thể chuyển hoá thành khí sinh học và phân bón cùng với nước đen. Nồng độ các chất hữu cơ trong nước xám thường thấp hơn. Phần lớn, nhưng không phải tất cả các hợp chất hữu cơ trong nước xám đều dễ bị phân huỷ sinh học. Trong khi đó, nồng độ các chất vô cơ, đặc biệt là các chất dinh dưỡng, rất thấp. Loại nước này có thể được xử lý - làm trong, sau đó sử dụng lại cho nhiều mục đích khác nhau: dội nhà vệ sinh thay cho nước sạch, rửa đường hay tưới cây. Nước mưa thu từ mái nhà và rãnh được dẫn vào hệ thống thu và tái sử dụng hoặc cho thấm xuống đất để bổ cập cho nguồn nước ngầm.

Việc sử dụng phân và nước tiểu của con người để làm phân bón cũng đã được áp dụng rộng rãi tại nhiều nơi trên thế giới. Người Trung Quốc đã biết ủ phân người và phân gia súc từ vài ngàn năm trước, còn người Nhật từ thế kỷ 12 đã tái sử dụng phân và nước tiểu trong nông nghiệp. Tại Thụy Điển, nơi mà kỹ thuật tách nước tiểu đã được áp dụng, người nông dân được trả tiền để thu gom nước tiểu trong các bồn chứa nước ngầm và sau đó cùng với các thiết bị cơ giới, họ dùng để tưới cho hoa màu. Ở Việt Nam, phương thức tiếp cận vệ sinh sinh thái đã được áp dụng từ nhiều năm nay, ở các vùng nông thôn, nơi cha ông ta từ lâu đã biết tận dụng các chất có ích từ chất thải của người, vật nuôi làm nguồn phân bón trong nông nghiệp. Một số giải pháp xử lý chất thải nhà tiêu và chất thải vật nuôi, chất thải rắn sinh hoạt và phế thải nông nghiệp để tái sử dụng an toàn và tăng khả năng hấp thụ của cây trồng cũng đã được phát triển. Điển hình là mô hình hầm biogas tạo khí

sinh học từ chất thải chăn nuôi, nhà tiêu hai ngăn ủ phân, tách nước tiểu, chế biến phân vi sinh (compost) từ phế thải nông nghiệp, bùn từ hầm biogas, rác hữu cơ,... Tuy nhiên việc áp dụng phương thức tiếp cận sinh thái trong các công trình đô thị còn là mới mẻ.

Nước tiểu: Phần lớn dưỡng chất cho cây trồng từ chất bài tiết của con người là nằm trong nước tiểu. Một người lớn mỗi năm bài tiết 400 lít nước tiểu, trong đó có 4 kg nitơ, 0,4 kg phốt pho và 0,9 kg kali. Đáng nói là chúng nằm dưới dạng dễ được cây hấp thụ: nitơ dưới dạng ure, phospho dưới dạng super phosphat và kali dạng ion. Tổng lượng dưỡng chất trong nước tiểu xem ra là phù hợp cho canh tác hơn khi so sánh với các loại phân bón hoá học. Ưu điểm quan trọng là trong nước tiểu hàm lượng kim loại nặng ít hơn phân bón hoá học rất nhiều.

Khi thu hồi nước tiểu làm phân bón cần phải chứa trong vật dụng sao cho không bị thoát nitơ vào trong không khí. Nghiên cứu ở Thụy Điển cho thấy phần lớn Nitơ trong nước tiểu lúc ban đầu ở dạng urê sau đó nhanh chóng trở thành Amoniac trong quá trình lưu giữ trong vật chứa. Có thể hạn chế sự bay hơi của amoniac đến mức tối thiểu trong một vật chứa có nắp đậy, ngăn sự bay hơi.

Ở một số nước Bắc Âu, hiện đã có nhiều kiểu nhà tiêu tách nước tiểu được sản xuất và bán trên thị trường, dùng cho cả hộ gia đình, nhà chung cư hay cơ quan.

Phân: Mỗi người mỗi năm thải ra từ 25-50kg phân, trong đó có chứa nhiều chất hữu cơ, khoảng 0,55kg nitơ, 0,18kg phốtpho và 0,37kg kali. Mặc dù phân người có chứa chất dinh dưỡng ít hơn nước tiểu, nhưng đây lại là một chất cải tạo đất có giá trị. Sau khi các tác nhân gây bệnh bị tiêu diệt qua các quá trình xử lý như khử nước, ủ hỗn hợp, v.v... thì phân hoại trở nên vô hại, và có thể bón trực tiếp vào đất để làm tăng hàm lượng chất hữu cơ, cải thiện khả năng ngậm nước của đất và gia tăng dưỡng chất trong đất. Chất mùn sau quá trình ủ hỗn hợp cũng giúp cho sự duy trì quần thể sinh vật có lợi của đất, giúp chúng bảo vệ cây trồng tránh khỏi những bệnh có nguồn gốc từ đất.

Gần đây, trên Thế giới đã có nhiều nhóm nghiên cứu đưa ra những phương thức tiếp cận mới nhằm xây dựng hệ thống cấp - thoát nước và xử lý nước thải đảm bảo yêu cầu về mặt môi trường sinh thái và kinh tế. Nhìn chung, chúng đều có những đặc điểm sau:

- Lòng ghép quản lý nước, nước thải, phân và rác thải sinh hoạt trong một hệ thống thống nhất.

- Thu gom và xử lý riêng biệt các loại chất thải có thành phần, tính chất khác nhau.

- Thu hồi các chất hữu ích để có thể sử dụng lại (ví dụ như nước, khí sinh học, phân bón hữu cơ).

Nhiều hệ thống vệ sinh ở một số nước đã hướng tới áp dụng những công nghệ tiên tiến như công nghệ lọc màng, công nghệ sinh học hiếu khí dạng màng sinh trưởng gắn kết, ... để tách pha lỏng - rắn và xử lý - tái sử dụng nước xám, đồng thời áp dụng phương pháp sinh học kỵ khí để xử lý nước đen từ nhà vệ sinh, với nước thải từ nhà bếp, chuyển hoá các chất hữu cơ dễ phân huỷ thành khí sinh học biogas và phân ủ hữu cơ compost. Năm 1996, Larsen và Gujer (Thụy Sĩ) đã đề xuất ý tưởng thu gom nước tiểu riêng. Một số loại bệ xí đặc biệt đã được thiết kế theo ý tưởng này. Wilderer và Schref (2000) đề xuất sử dụng nước xám đã qua xử lý để giội nước cho hố xí truyền thống. Nước đen cùng với nước tiểu và thức ăn thừa từ nhà bếp nghiền nhỏ sẽ được đưa đến công trình xử lý sinh học cao tải để sản xuất khí sinh học, còn nước xám được xử lý sinh học hiếu khí, ví dụ như trong bể phản ứng Biofilm với màng sinh trưởng gắn kết, hay trong bãi lọc ngầm trồng cây... Các nước đi đầu trong nghiên cứu và áp dụng thử nghiệm, với các dự án trình diễn quy mô ngày càng lớn theo xu hướng này là Đức, Thụy Điển, Thụy Sĩ, Mỹ, ... Ở Đức, hiện đã có một số khu dân cư mới ở Lubeck, Berlin, ... đầu tư xây dựng các hệ thống vệ sinh khép kín. Những mô hình trên đã mở ra những triển vọng mới cho việc áp dụng vệ sinh sinh thái ở khu vực đô thị.

7.5. QUẢN LÝ VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG HỆ THỐNG CẤP THOÁT NƯỚC TRONG CÔNG TRÌNH XANH

Đối với hệ thống cấp nước trong công trình, các vấn đề thường gặp phải nhất là các sự cố về chất lượng nước kém do đường ống bị gỉ hay chặn từ các bể chứa nước, rò rỉ nước, bục hay vỡ đường ống. Cần kiểm soát chặt chẽ các hoạt động tiêu thụ nước, phát hiện các sự cố rò rỉ, hỏng hóc, những cách thức sử dụng nước không hiệu quả, từ đó có sự điều chỉnh nhanh chóng, thích hợp để giảm thất thoát nước, tránh hư hại đến các kết cấu hay mất vệ sinh trong công trình.

Hệ thống đánh giá công trình xanh LOTUS cộng 1 điểm cho hệ thống cấp nước có lắp đồng hồ đo nước cho các đối tượng sử dụng nước chính (theo từng tầng hay theo mục đích sử dụng), và cộng 2 điểm cho hệ thống giám sát, điều khiển trung tâm đối với toàn bộ lượng nước sử dụng trong

công trình (ví dụ, tất cả đồng hồ nước phụ được kết nối với hệ thống giám sát tự động trung tâm). Hệ thống giám sát nước cho phép tính toán tổng lượng nước tiêu thụ và việc sử dụng nước qua các thiết bị. Các hệ thống này cũng có thể kết nối với hệ thống điều khiển, cho phép vận hành các thiết bị trong hệ thống cấp thoát nước theo chế độ tự động hoặc bằng tay (ví dụ như vận hành bơm nước lên kết, đóng mở van cấp nước sạch bổ sung vào bể nước mưa, vận hành hệ thống tưới vườn theo yêu cầu tưới của cây trồng và theo thời tiết...).

Cần lưu ý sửa chữa ngay bồn cầu bị rò rỉ nước. Nghiên cứu đã cho thấy một bồn cầu bị rò rỉ với dòng nước gần như không thể thấy có thể gây lãng phí hơn 4.000 lít mỗi năm. Rò rỉ liên tục có thể lãng phí hơn 95.000 lít mỗi năm [Reardon C, Woodcock S, 2008]. Có thể kiểm tra rò rỉ bằng cách cho một vài giọt màu thực phẩm hoặc thuốc nhuộm vào kết. Nếu không xả nước mà vẫn thấy màu xuất hiện trong bồn sau 15 phút, điều đó có nghĩa bồn cầu của bạn đã bị rò rỉ và cần được sửa chữa ngay.

Cách phát hiện rò rỉ đơn giản nhất là đọc chỉ số đồng hồ nước trước và sau một khoảng thời gian, ví dụ như sau hai giờ hoàn toàn không sử dụng nước. Nếu công tơ không cho cùng một chỉ số nước, điều này có nghĩa hệ thống cấp nước của công trình đã bị rò rỉ.

Các thiết bị sử dụng nước dễ bị rò rỉ nhất là xí bệt, vòi chậu rửa, âu tiều. Bể nước xây dựng chìm bằng gạch hay bê tông cũng có thể bị thấm, rò rỉ. Có thể xảy ra cả hai dạng thấm: thấm thuận (nước từ ngoài thấm vào) và thấm ngược (nước từ trong thấm ra). Thấm thuận thường nguy hiểm hơn, do các chất ô nhiễm từ công thoát nước, bể tự hoại hay các nguồn ô nhiễm khác lân cận có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe người sử dụng nước. Việc xây dựng bể nước và bể tự hoại có cùng cao độ, bằng gạch, ở cạnh nhau, nhiều bể không được xây dựng đúng quy cách ở các đô thị hiện nay chứa đựng nhiều rủi ro ô nhiễm và ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng.

Có thể phát hiện bể nước bị thấm bằng cách cho nước vào bể và đánh dấu mực nước. Sau một đến ba ngày, nếu kiểm tra thấy mực nước trong bể cao hơn vạch đã đánh dấu nghĩa là đã xảy ra thấm thuận. Ngược lại, mực nước bị tụt thấp hơn vạch đánh dấu chứng tỏ nước đã bị thấm ra ngoài hay thấm ngược. Cần lưu ý đến cao độ mực nước ngầm và các hiện tượng có thể xảy ra xung quanh như cao độ mực nước trong công thoát nước, tình trạng bể phốt, ... vào thời gian kiểm tra bể.

Cần lưu ý đậy kín bể nước, tránh bụi, nước tràn khi rửa xe, rửa sàn, hay gián, chuột và các côn trùng khác xâm nhập vào. Chuột lọt vào bể có thể bị

chết đuối và phân huỷ xác trong bể, làm cho nguồn nước trong bể bị nhiễm độc.

Các vấn đề thường gặp đối với kết nước trên mái là nắp đậy không kín, không tránh được bụi, côn trùng xâm nhập, cặn lắng, rêu phát triển, đường ống vào, ra bị hỏng và rò rỉ. Kết nước cũng cần được kiểm tra, thau rửa, làm sạch thường xuyên. Các thiết bị, phụ tùng hỏng hóc cần được nhanh chóng sửa chữa, thay thế.

Các vấn đề hay gặp phải với hệ thống thoát nước, xử lý nước thải và tái sử dụng là tắc, mùi do nước thải hay bùn cặn, chất lượng nước không đạt mức độ yêu cầu, các hỏng hóc do thiết bị, đường ống, bể chứa bị xuống cấp, rò rỉ,... Chế độ vận hành tuân thủ nghiêm ngặt các quy trình theo yêu cầu là rất cần thiết. Bên cạnh đó, lắp đặt các thiết bị giám sát, đo lường, kết hợp với việc kiểm tra thường xuyên, kết nối các hệ thống giám sát và điều khiển, phát hiện và khắc phục sự cố kịp thời là rất cần thiết.

Chương VIII

SỬ DỤNG VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN XÂY DỰNG THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG

Công trình xanh là công trình mà cả vòng đời của nó, từ khi tìm địa điểm xây dựng, thiết kế, xây dựng, qua giai đoạn sử dụng, đến cải tạo, phá dỡ, phải đáp ứng được các yêu cầu về sử dụng vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường như sau:

- Sử dụng vật liệu từ nguồn tài nguyên thiên nhiên một cách hiệu quả, tối đa hóa việc sử dụng vật liệu địa phương, giảm thiểu chất thải từ giai đoạn thiết kế, thi công xây dựng đến giai đoạn sửa chữa nâng cấp công trình, sử dụng tiết kiệm vật liệu xây dựng, nhất là đối với vật liệu không thể tái sinh;
- Sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường, vật liệu không phát sinh chất ô nhiễm độc hại đối với sức khỏe của con người (vật liệu xanh);
- Phát triển sử dụng vật liệu nhẹ, vừa có khả năng cách nhiệt tốt, vừa giảm tải trọng tự thân của công trình, do đó giảm chi phí cho kết cấu chịu lực và nền móng công trình;
- Tái sử dụng và tái chế chất thải (đặc biệt là chất thải xây dựng) trong công trình;
- Ưu tiên sử dụng vật liệu và các chế phẩm từ vật liệu tự nhiên có thể tái sinh nhanh (các nguồn vật liệu bền vững).

Chương này trình bày các vấn đề về phát triển sử dụng vật liệu xây dựng và cấu kiện xây dựng có tính chất thân thiện với môi trường trong xây dựng công trình xanh, đô thị xanh, đó là các vật liệu và cấu kiện xây dựng, được khai thác từ thiên nhiên (không phải là vật liệu tổng hợp nhân tạo), ít hoặc không phát thải chất độc hại đối với môi trường trong quá trình sử dụng, ít hoặc không tiêu thụ năng lượng, ít hoặc không phát thải khí CO₂, trong quá trình sản xuất ra nó. Vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện với môi trường được trình bày ở đây bao gồm vật liệu và cấu kiện xây tường, sàn nhà, mái nhà, trần nhà, ngói lợp, các loại cửa sổ, vật liệu và cấu kiện vệ sinh, vật liệu và cấu kiện cách âm, cách nhiệt, vật liệu hoàn thiện bề mặt nội ngoại thất, các thảm, đệm, vật liệu nhét đầy, các loại keo dính và các loại sơn và vecni v.v...

Nội dung của chương này được tham khảo theo tiêu chí “Vật liệu và tài nguyên” của bộ tiêu chí công trình xanh của Hoa Kỳ (LEED, 2005), bao gồm:

- Vật liệu và cấu kiện xây dựng hàm chứa năng lượng thấp (vật liệu không nung),
- Vật liệu tự nhiên tái tạo nhanh và vật liệu địa phương;
- Vật liệu và cấu kiện xây dựng ít hoặc không phát thải chất ô nhiễm độc hại;
- Giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế vật liệu và cấu kiện xây dựng;
- Giới thiệu một số vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh đang được sử dụng ở các nước ASEAN;
- Cải thiện cung cấp thông tin về vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện với môi trường.

8.1. SỬ DỤNG VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN HÀM CHỨA NĂNG LƯỢNG THẤP

Trong danh mục các tiêu chuẩn về vật liệu xây dựng của nước ta hiện có 31 tiêu chuẩn về xi măng và phụ gia xi măng, 24 tiêu chuẩn về cát sỏi, 42 tiêu chuẩn về gạch ngói, 57 tiêu chuẩn về bê tông, vữa, 23 tiêu chuẩn về gỗ và gỗ xẻ, 8 tiêu chuẩn về bột màu và vecni, 4 tiêu chuẩn về gốm sứ vệ sinh, 26 tiêu chuẩn về kim loại. Đồng thời còn có 25 TCXD về thủy tinh và kính trong xây dựng, 4 tiêu chuẩn về vật liệu lọc, 17 tiêu chuẩn về vật liệu chịu lửa. Các tiêu chuẩn về vật liệu xây dựng đã bao trùm lên hầu hết các loại chủng loại vật liệu xây dựng cơ bản, đáp ứng yêu cầu quản lý và phát triển ngành công nghiệp vật liệu xây dựng. Tuy nhiên để hoàn chỉnh hệ thống tiêu chuẩn về vật liệu xây dựng theo hướng tiết kiệm năng lượng, tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên và thân thiện với môi trường hiện vẫn còn nhiều tiêu chuẩn, quy chuẩn chưa được nghiên cứu và đặt ra đúng mức đối với vai trò của nó trong phát triển xây dựng xanh. Trong khi đó kinh nghiệm của nhiều nước trên thế giới cho thấy, nếu quản lý tốt khâu thiết kế xây dựng công trình theo hướng sử dụng năng lượng có hiệu quả, trong đó có tăng cường sử dụng vật liệu hàm chứa năng lượng thấp, sẽ tiết kiệm được khoảng 20% - 30% năng lượng tiêu thụ trong lĩnh vực xây dựng này.

8.1.1. Vật liệu không nung

Nhà nước ta đã ý thức sâu sắc về việc tiết kiệm tài nguyên và năng lượng trong xây dựng, giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong sản xuất, chế tạo vật liệu xây dựng, coi đây là vấn đề sống còn trong phát triển đô thị đảm bảo sự phát triển bền vững trong tương lai. Vì vậy Chính phủ đã tập trung chỉ đạo

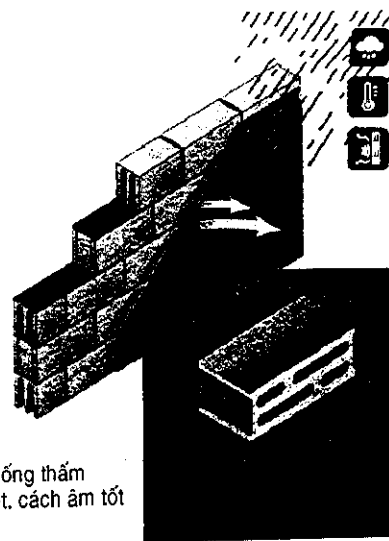
phát triển vật liệu xây dựng không nung để từng bước thay thế gạch đất sét nung, hạn chế sử dụng đất sét và than - nguồn vật liệu và năng lượng không thể tái tạo, góp phần bảo vệ an ninh lương thực, tiết kiệm năng lượng, giảm thiểu khí thải CO₂. Ngoài ra, việc sử dụng phế thải của các ngành công nghiệp như tro, xỉ, mặt đá... để sản xuất vật liệu không nung cũng góp phần giảm một lượng đáng kể các chất thải rắn thải ra môi trường. Ngày 28/4/2010, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành quyết định số 567/QĐ-TTg về Chương trình phát triển vật liệu không nung đến năm 2020. Mục tiêu phát triển sản xuất và sử dụng vật liệu xây dựng không nung thay thế gạch đất sét nung đạt tỷ lệ 20 - 25% vào năm 2015, 30-40% vào năm 2020. Hàng năm sử dụng khoảng 15 - 20 triệu tấn phế thải công nghiệp để sản xuất vật liệu không nung, tiết kiệm khoảng 1000 ha đất nông nghiệp và hàng trăm ha diện tích đất chứa phế thải, tiến tới xóa bỏ hoàn toàn các cơ sở sản xuất và sử dụng vật liệu đất sét nung đến năm 2020.

8.1.2. Gạch bê tông

Cũng theo Quyết định số 567 QĐ/TTg ngày 28/4/2010 của Thủ tướng Chính phủ: gạch không nung có 3 loại, trong đó gạch xi măng cốt liệu được ưu tiên phát triển chủ đạo, chiếm tỷ lệ trên 70% trên tổng số vật liệu xây dựng không nung; gạch nhẹ (gạch bê tông khí chưng áp -AAC và gạch bê tông bọt) chiếm khoảng 25%; còn lại là các sản phẩm khác như gạch đất hóa đá, gạch đá ong. Gạch xi măng cốt liệu được sản xuất từ 2 nguyên liệu chính là xi măng và đá mặt, trải qua quá trình rung ép với áp lực lớn (250kg/cm²) của dây truyền công nghệ hiện đại nên cường độ chịu lực của viên gạch khá lớn, lên tới 100kg/cm² đối với gạch đặc và 75kg/cm² đối với các sản phẩm gạch lỗ rỗng. Gạch xi măng cốt liệu có nhiều ưu điểm và đã được tin dùng trong hàng loạt công trình cao tầng. Khi áp dụng vào nhà ở xã hội, gạch xi măng cốt liệu sẽ giúp cho chủ đầu tư giảm giá thành xây dựng, nâng cao chất lượng công trình và rút ngắn thời gian thi công. Bởi vì chi phí cho sản xuất gạch xi măng cốt liệu rẻ hơn gạch đất sét nung từ 15-20%. Cụ thể, mỗi m² tường xây bằng gạch xi măng cốt liệu (chưa tính vữa) có giá 160.000 đồng. Trong khi đó con số này đối với gạch đất sét nung là 200.000 đồng, chưa kể khi sử dụng loại gạch xi măng cốt liệu còn tiết kiệm lượng vữa xây trát, kích thước viên gạch lớn hơn cũng giúp giảm thao tác, rút ngắn thời gian thi công. Vừa qua công ty Khang Minh (tỉnh Hà Nam) còn gia tăng giá trị của sản phẩm bằng cách nghiên cứu và cho ra đời sản phẩm gạch xi măng cốt liệu chống thấm với độ ngậm nước của gạch hạ xuống dưới 8% (trong khi độ ngậm nước của gạch đất sét nung là 14-18%). Khả năng chống

thấm này giúp cho tường xây bền vững hơn, hạn chế tối đa khả năng phát sinh nấm mốc, bong sơn, nứt rãnh hoặc bục vỡ lớp vữa trát, từ đó giảm chi phí bảo trì trong quá trình sử dụng công trình.

Gạch xi măng cốt liệu và gạch xi măng khí khác nhau như thế nào? Gạch xi măng cốt liệu (còn được gọi là gạch block hoặc gạch bê tông, hay gạch block bê tông) là một loại gạch được tạo ra từ xi măng và một hoặc nhiều trong các cốt liệu sau đây: mặt đá, cát vàng, cát đen, xi nhiệt điện, phế thải công nghiệp..., mà sau khi gia công nguyên liệu định hình thì tự đóng rắn, đạt các chỉ số về cơ học như cường độ nén, uốn, độ hút nước ... mà không cần qua gia nhiệt, không phải sử dụng nhiệt để nung. Gạch Khang Minh (hình 8.1) có khả năng chống thấm tốt hơn gạch nung thông thường, gạch lỗ rỗng Khang Minh có 3 thành vách bền vững, chạy song song theo chiều dài, tạo ra nhiều lớp giúp tường có khả năng cách âm, cách nhiệt vượt trội. Kết cấu tường này giúp cho việc thi công điện nước trong nhà đặt ngầm trong tường được thuận tiện và chắc chắn.



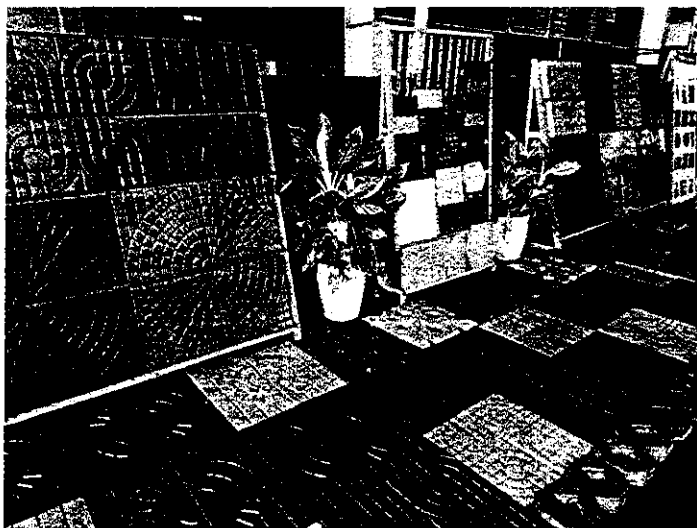
Hình 8.1. Tường gạch bê tông rỗng Khang Minh chống thấm, cách âm, cách nhiệt tốt

Gạch bê tông khí chưng áp (gạch AAC- viết tắt của Autoclaved Aerated Concrete) là một loại vật liệu xây dựng được tạo hình bằng phương pháp đổ rót như đúc bê tông, cắt định hình bằng máy cắt tự động và được dưỡng hộ cường bức trong lò chưng hấp áp suất cao. Sản xuất gạch AAC phức tạp hơn sản xuất gạch xi măng cốt liệu nên giá thành cao hơn, sức chịu lực kém hơn, nhưng khả năng cách nhiệt của nó tốt hơn. Trọng lượng của gạch AAC vào khoảng 500 - 1000 kg/m³, còn gạch xi măng cốt liệu thì là khoảng 1900-2100 kg/m³. Khi xây bằng gạch AAC phải dùng loại vữa riêng khác với vữa xây thông thường.

8.1.3. Gạch chất thải rắn công nghiệp

Một số công ty môi trường đô thị (URENCO) ở nước ta đã đầu tư phát triển dây chuyền công nghệ sản xuất các loại gạch không nung bằng cách nghiền các phế thải công nghiệp, chất thải rắn vô cơ công nghiệp và sinh

hoạt, chất thải rắn xây dựng, tro, xỉ của các lò đốt, trộn chúng với xi măng, bột màu và ép nén trong các khuôn tạo hình để sản xuất ra các loại gạch lát vỉa hè, lát đường, sân bãi, như hình 8.2 biểu thị.



Hình 8.2. Gạch bê tông được sản xuất từ phế thải công nghiệp và chất thải rắn của Xi nghiệp xử lý chất thải rắn, Cty TNHH Một thành viên Cấp Thoát Nước - Môi trường Bình Dương

8.2. SỬ DỤNG NGUYÊN VẬT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG VÀ VẬT LIỆU TÁI SINH NHANH

8.2.1. Sử dụng nguyên vật liệu địa phương

Nguyên vật liệu và sản phẩm xây dựng mà chúng được khai thác, chế tạo và sản xuất trong khu vực với khoảng cách đến dự án công trình xây dựng dưới 500m được gọi là nguồn tài nguyên vật liệu xây dựng địa phương.

Tăng cường sử dụng nguyên vật liệu và sản phẩm xây dựng được khai thác, chế tạo và thu hồi ở địa phương xây dựng công trình sẽ giảm thiểu tác động tới môi trường do giảm bớt nhu cầu hoạt động giao thông vận tải vật liệu phục vụ xây dựng công trình, đồng thời cũng có thể giảm thiểu chi phí xây dựng công trình tới khoảng 10% tổng chi phí của toàn bộ giá trị nguyên vật liệu xây dựng công trình. Các thiết bị nội thất, như là thiết bị cơ khí, điện, nước và những thiết bị chuyên dụng như là thang máy, chiếu sáng, điều hòa không khí sẽ không được xét đến là nguồn tài nguyên địa phương.

Các nguyên liệu được lắp đặt cố định cho hoàn thiện nội ngoại thất của dự án vẫn được xem xét tính là nguồn vật liệu địa phương hay không.

Theo bộ tiêu chí công trình xanh LEED-2005 thì cứ tăng sử dụng thêm 10% nguyên vật liệu và cấu kiện xây dựng được khai thác và sản xuất tại địa phương thì dự án công trình sẽ được cộng thêm 1 điểm đánh giá công trình xanh.

8.2.2. Nguyên vật liệu tái sinh nhanh

Đối với công trình xanh cần phải giảm khai thác, sử dụng nguyên vật liệu để giảm thiểu gây ra sự suy giảm đối với nguyên vật liệu hữu hạn và nguyên vật liệu có chu kỳ tái tạo dài, cần phải thay thế sử dụng chúng bằng sử dụng các nguyên vật liệu có khả năng tái sinh nhanh. Phần lớn các nguyên vật liệu, sản phẩm có tính tái sinh nhanh là các nguyên vật liệu, sản phẩm được khai thác, chế tạo từ thực vật có thể tái sinh thu hoạch trong vòng 10 năm hoặc ngắn hơn. Theo LEED-2005 thì cứ tăng 2,5% tổng giá trị của toàn bộ nguyên vật liệu và sản phẩm xây dựng sử dụng cho dự án tính trên chi phí công trình bằng các nguyên vật liệu có khả năng tái sinh nhanh thì công trình sẽ được cộng thêm 1 điểm đánh giá công trình xanh. Ở rất nhiều địa phương trong nước ta có các nguồn nguyên vật liệu có khả năng tái sinh nhanh, như là tre, bương, luồng, nứa, mây, gỗ, sợi bông, lót vải sơn, ván ép bằng gỗ vụn, ván ép bằng rom rạ, trấu và cây bần, ván ép bằng sợi dừa và vật liệu và sản phẩm bằng gỗ, được khai thác từ các khu rừng được quản lý đảm bảo phát triển bền vững, nhất là rừng trồng được khai thác theo quy hoạch. Trong xây dựng công trình xanh phải đảm bảo rằng nguyên vật liệu tái sinh nhanh được ưu tiên sử dụng hơn là sử dụng nguyên vật liệu thiên nhiên có tính hữu hạn, không thể tái sinh. Kiến trúc sư Võ Trọng Nghĩa đã có nhiều thiết kế sáng tạo các công trình kiến trúc xanh, đã sử dụng tối đa các nguồn nguyên vật liệu tái sinh nhanh, đặc biệt là các vật liệu và sản phẩm được làm từ tre, mây. Rất nhiều công trình kiến trúc của KTS Võ Trọng Nghĩa đã được giải thưởng và được Hội Kiến trúc sư Việt Nam công nhận là công trình kiến trúc xanh.

8.3. VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN ÍT HOẶC KHÔNG PHÁT THẢI CHẤT Ô NHIỄM ĐỘC HẠI ĐỐI VỚI MÔI TRƯỜNG

Vật liệu và cấu kiện xây dựng có thể hàm chứa và phát thải khí ô nhiễm độc hại đối với môi trường, đó thường là các loại vật liệu bao phủ, hoàn thiện bề mặt nội ngoại thất công trình, như là các loại sơn, vôi ve, vecni, các

lớp bao phủ bề mặt, các chất kết dính, gỗ ép, các tấm vật liệu ép từ chất thải nông nghiệp, vật liệu nhét đầy và các chất đệm được dùng trong công trình xây dựng. Ngoài ra còn có các vật liệu xây dựng thông thường, như cát, đá, sỏi, ... được khai thác từ các vùng có nồng độ phóng xạ tự nhiên cao, khi chúng được sử dụng trong công trình sẽ phát thải ra bức xạ Radon trong phòng gây ra ô nhiễm phóng xạ trong công trình. Vấn đề ô nhiễm bức xạ Radon trong phòng đã được trình bày tại mục 3.1.3 ở chương III, nên ở đây không cần nhắc lại. Vì vậy để giảm thiểu chất ô nhiễm không khí trong nhà khô khí độc hại môi trường và các mùi hôi, khó chịu phát sinh từ vật liệu và cấu kiện xây dựng công trình, gây ra các tác động tiêu cực đối với sức khỏe của các công nhân thi công xây dựng công trình, cũng như gây ra tác động tiêu cực đến sự tiện nghi môi trường sống trong nhà đối với người sử dụng công trình, cần phải lựa chọn các loại vật liệu nêu trên có tính năng ít phát thải hoặc không phát thải khí ô nhiễm độc hại môi trường.

8.3.1. Chất kết dính và chất đệm

Tất cả các loại chất kết dính, chất đệm và sơn lót đệm được sử dụng trong công trình xanh theo bộ chỉ thị LEED-2005 cần phải tuân theo yêu cầu của tiêu chuẩn an toàn môi trường cho trong bảng 8.2.

Yêu cầu cần phải liệt kê đầy đủ những nguyên liệu đặc biệt phát thải VOC được dùng trong công trình. Đảm bảo rằng giới hạn VOC được ghi rõ trong từng phần của chi tiết kỹ thuật mà chất kết dính và chất bịt kín được đề cập đều đáp ứng giới hạn cho phép cho trong bảng 8.1 và bảng 8.2. Sản phẩm thông dụng cần được đánh giá bao gồm: Chất kết dính xây dựng chung, chất kết dính sàn, chất đệm chống cháy, chỗ hàn, chất bịt kín khe nối ống nước, chất kết dính ống nước, và chất kết dính bịt kín hoàn toàn các khe lỗ kết cấu.

Bảng 8.1. Chất kết dính aerosol: Tiêu chuẩn nhãn xanh đối với chất kết dính thương mại GS-36, yêu cầu có hiệu lực từ ngày 19/10/2000.

Chất kết dính aerosol	Trọng lượng VOC (g/L trừ nước)
Kết quả chung của phun sương	65% VOC
Kết quả chung của phun màng phủ	55% VOC
Kết quả đặc biệt của chất kết dính aerosol (tất cả các loại)	70% VOC

Nguồn: Bộ tiêu chí công trình xanh LEED-2005

Bảng 8.2. Giới hạn tối đa cho phép đối với phát thải VOC (hợp chất hữu cơ bay hơi) phát sinh từ các loại chất kết dính, chất đệm và sơn lót

Sử dụng trong công trình	Giới hạn VOC (g/L trạng thái ít nước)	Sử dụng đặc biệt	Giới hạn VOC (g/L trạng thái ít nước)
Chất kết dính thấm trong nhà	50	Hàn PVC	510
Chất kết dính thấm đệm	50	Hàn CPVC	490
Chất kết dính sàn gỗ	100	Hàn ABS	325
Chất kết dính sàn cao su	60	Hàn xi măng nhựa	250
Chất kết dính sàn phụ	50	Chất kết dính sơn lót cho nhựa	550
Chất kết dính gạch men	65	Chất kết dính tiếp xúc	80
Chất kết dính VCT và nhựa đường	50	Chất kết dính tiếp xúc kết quả đặc biệt	250
Chất kết dính tường khô và panel	50	Chất kết dính thành phần cấu trúc gỗ	140
Chất kết dính bịt kín hoàn toàn	50	Hoạt động ứng dụng tấm lót cao su	850
Chất kết dính công trình đa chức năng	70	Chất kết dính đầu và viên	250
Chất kết dính kính cấu trúc	100		
Kim loại với kim loại	30	Công trình kiến trúc	250
Nhựa bọt	50	Mái không phủ màng	300
Nguyên vật liệu xốp (kể cả từ gỗ)	50	Đường	250
Gỗ	30	Mái có phủ màng đơn lớp	450
Sợi thủy tinh	80	Khác	420
Sơn lót keo	Giới hạn VOC (g/L ít nước)		
Kiến trúc không xốp	250		
Kiến trúc xốp	775		
Khác	750		

Nguồn: Bộ tiêu chí công trình xanh LEED-2005

8.3.2. Sơn và lớp phủ [Nguồn: LEED-2005]

Giảm thiểu chất ô nhiễm không khí phát sinh từ sơn và lớp phủ bề mặt trong nhà gây mùi hôi, khó chịu và ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe của

người thi công lắp đặt và sự tiện nghi môi trường sống của người sử dụng công trình. Sơn và lớp phủ được sử dụng trong công trình xây dựng cần phải đáp ứng những chỉ tiêu sau:

- Sơn kiến trúc, lớp phủ bề mặt và lớp lót dùng cho tường, trần: Không chấp nhận thành phần VOC vượt giới hạn được lập theo Tiêu chuẩn Nhân xanh GS-11 về sơn, lần xuất bản đầu tiên 20/5/1993: Phẳng: 50g/L; Không phẳng: 1540g/L.

- Sơn chống ăn mòn và chống han gỉ được sử dụng đối với vật liệu kim loại đen: Không chấp nhận thành phần VOC vượt giới hạn 250g/L như quy định trong Tiêu chuẩn Nhân xanh GS-03 về sơn chống ăn mòn, tái xuất bản lần 2, ngày 7/1/1997.

- Gỗ sạch, lớp phủ sàn, phủ vết ố bản và quét Senlac đối với nội thất: Không chấp nhận thành phần VOC vượt quy định 1113- Lớp phủ kiến trúc, khu quản lý chất lượng không khí vùng South Coast, quy định có hiệu lực từ ngày 1/1/2004.

- + Gỗ sạch: sơn dầu 350g/L, đồ gỗ sơn: 550g/L;

- + Lớp đệm lót: Vật liệu lót chống thấm: 250g/l, vật liệu lót chà nhám: 275g/L, tất cả các loại vật liệu lót khác 200 g/L;

- + Sen lác: Sạch 730g/L, có bột màu 550 g/l;

- + Phủ vết bản: 250 g/L.

Cần phải liệt kê đầy đủ các loại sơn và lớp phủ bề mặt chứa VOC được dùng trong công trình. Đảm bảo rằng giới hạn VOC được ghi rõ trong từng phần của chi tiết kỹ thuật mà chất kết dính và chất bịt kín được đề cập. Xem xét cẩn thận thành phần VOC trong tất cả các loại sơn và lớp phủ nội thất trong công trình.

8.3.3. Hệ thống thẩm trong công trình [Nguồn: LEED-2005]

Cần phải giảm thiểu chất ô nhiễm không khí trong nhà phát sinh từ hệ thống thẩm gây ra mùi hôi khó chịu và ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe của người công nhân lắp đặt và sự tiện nghi môi trường sống của người sử dụng công trình. Ở Hoa Kỳ người ta đã quy định tất cả các loại thẩm được sử dụng trong nội thất tòa nhà cần phải qua kiểm tra và đạt yêu cầu sản phẩm an toàn của chương trình công nhận Nhân xanh của Viện nghiên cứu về Thẩm. Tất cả chất kết dính thẩm cần đạt yêu cầu của mục EQ 4.1 với giới hạn VOC 50g/L.

Theo bộ tiêu chí LEED-2005 đã đưa ra yêu cầu về BVMT rất rõ ràng, đặc biệt đối với kiểm tra sản phẩm và chứng nhận xanh cho công trình. Không được lựa

chọn các vật liệu và sản phẩm mà không được chứng nhận theo chương trình Nhân xanh hoặc được kiểm tra chất lượng bằng các phòng thí nghiệm độc lập đủ điều kiện theo quy định với yêu cầu phù hợp. Chương trình Nhân xanh cho thảm và tiêu chuẩn khí thải VOC có liên quan ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$), cùng với thông tin về phương pháp kiểm tra và lấy mẫu được phát triển bởi Viện Thảm kết hợp với Tổ công tác công trình bền vững California, Bộ Dịch vụ Y tế California, được mô tả ở Mục 9- Kiểm tra khí thải đối với thảm, Thực hành tiêu chuẩn DHS CA/DHS/EHLB/R-174, được cấp ngày 15/7/2004. Tài liệu này có thể tìm được ở [www.dhs.ca.gov/deodc/ehlb/iaq/VOCS/section01350_7_15_2004_FINAL_PLUS_ADDENDUM_2004001.pdf].

8.3.4. Gỗ tổng hợp và sản phẩm ép sợi nông nghiệp

Cần phải giảm thiểu chất ô nhiễm không khí trong nhà phát sinh từ gỗ tổng hợp và sản phẩm ép sợi nông nghiệp gây ra mùi hôi khó chịu và ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe của người thi công lắp đặt và sự tiện nghi môi trường sống của người sử dụng công trình.

Gỗ tổng hợp bao gồm gỗ ép tổng hợp, gỗ dán, ván ép gỗ dăm v.v... Các sản phẩm sợi nông nghiệp bao gồm ván dăm, ván sợi nông nghiệp, panel và bản ép tre, nứa, rom rạ, vỏ trấu, vỏ dừa, sợi dừa, sợi cọ, v.v...

Gỗ tổng hợp và sản phẩm sợi ép nông nghiệp được sử dụng trong nội thất công trình không được chứa nhựa ure formaldehit. Chất kết dính cán mỏng sử dụng để chế tạo tại chỗ và ứng dụng trong gỗ tổng hợp và sự lắp ráp công nghiệp cũng không được chứa nhựa ure formaldehit.

8.4. GIẢM THIỂU, TÁI SỬ DỤNG, TÁI CHẾ CHẤT THẢI XÂY DỰNG

8.4.1. Khối lượng phát sinh, thành phần và tính chất của chất thải xây dựng

Chất thải xây dựng (CTXD) là các loại phế thải được phát sinh từ các hoạt động xây dựng, cải tạo, sửa chữa và phá dỡ kết cấu công trình xây dựng, như là nhà ở, khu nhà và những tòa nhà hành chính, thương mại, đường và cầu và còn được gọi là phế thải xây dựng (PTXD). Theo cơ sở dữ liệu đề cập trong Sổ tay chất thải của Châu Âu (EWC), định nghĩa chất thải xây dựng là tất cả chất thải được thải ra từ hoạt động xây dựng, cải tạo và phá dỡ công trình. Tại Châu Âu, danh mục EWC là danh mục đề cập đến tất cả các loại chất thải, trong đó mỗi loại chất thải đều được gán một mã số cụ thể. Trong danh mục chất thải xây dựng EWC có tới

44 loại chất thải xây dựng, trong số 44 loại CTXD lại có 16 loại chất thải nguy hại (CTNH).

Nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để xác định khối lượng chất thải rắn phát sinh từ hoạt động xây dựng, phá dỡ các công trình nhà ở và thương mại tại Portland (USA) cho thấy: Khi xây dựng một nhà hàng trên diện tích 465m^2 sẽ tạo ra khoảng 5600 kg chất thải (khoảng 12 kg CTXD/ m^2 diện tích xây dựng), còn khi xây dựng tòa nhà chung cư 17 tầng sẽ tạo ra một khối lượng CTXD khoảng $9,6\text{ kg}/\text{m}^2$ diện tích, thành phần chủ yếu gồm: bìa carton: 416 kg, vách thạch cao: 3177 kg.

Thành phần CTXD khác nhau tùy thuộc vào hoạt động xây dựng và kết cấu công trình. Nhìn chung, CTXD chủ yếu gồm sản phẩm từ gỗ, asphalt, tường, vữa và khối xây hư hỏng, những thành phần khác thường là kim loại, nhựa, đất, vật liệu cách nhiệt, ván ốp, giấy và bìa. CTXD có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau, và mỗi cách phân loại lại cho ra danh mục CTXD với thành phần và tính chất khác nhau. Ví dụ, chất thải từ thi công xây dựng đường khác với chất thải từ thi công xây dựng cầu và chất thải thi công xây dựng nhà. Đối với thành phần chất thải xây dựng công trình mới và phá dỡ công trình cũ, thi quy mô và loại công trình khác nhau (như khu chung cư hay nhà riêng) cũng ảnh hưởng tới thành phần chất thải. Thậm chí cùng một loại công trình (như nhà riêng) lượng chất thải phát sinh phụ thuộc vào cường độ hoạt động (xây dựng mới, cải tạo hay phá dỡ). Ví dụ, xây dựng mới thường phát thải những vật liệu “sạch”, vật liệu thô (như gỗ chưa sơn, cát sỏi, bê tông mới). Trong khi đó, phá dỡ công trình cũ sinh ra nhiều loại chất thải đã bị biến dạng hay trộn lẫn (như gỗ sơn với sơn có nguồn gốc chứa chì, bê tông bị nhiễm các thành phần nguy hại). Có 3 yếu tố chính ảnh hưởng đến thành phần chất thải xây dựng là:

- Loại kết cấu công trình (như: dành cho nhà ở, thương mại, hay nhà công nghiệp, đường, cầu);
- Quy mô kết cấu công trình (như: nhà thấp tầng hay nhà cao tầng);
- Hoạt động thực hiện (như: xây dựng mới, cải tạo, sửa chữa hay phá dỡ).
- Biện pháp thi công hay phá dỡ (như: thủ công hay với máy móc);
- Tiến độ (như: gấp rút hay chậm rãi).

Bảng 8.3 dưới đây cung cấp những thông tin chi tiết về thành phần của CTXD.

Bảng 8.3. Thành phần của chất thải xây dựng

Asphalt Gạch lát Ván ốp	Sơn Vật chứa sơn và chất thải Sản phẩm từ sơn	Trát tường Vữa thạch cao Vữa trát tường
Đất Bụi Cát làm khuôn Đất	Sản phẩm từ giấy Bìa các tông Tấm xơ ép, bìa cứng Giấy	Gỗ Hộp gỗ Hỗn hợp Tấm pallet, gói Gỗ xây dựng Bảng Gỗ dán Ván gỗ Cây: cành, gốc và ngọn Véc ni
Điện Thiết bị Dây dẫn	Sản phẩm từ dầu Dầu phanh Dầu ván khuôn Thùng dầu Thiết bị lọc dầu Phần chung cất dầu mỏ Dầu thải và dầu nhờn	Gỗ nhiễm bẩn Keo dính và nhựa Gỗ cán Sơn và phủ Có chất bảo quản Nhuộm/đánh véc ni Những tác động bằng hóa chất khác
Cách nhiệt Amiăng Công trình Rigid Tấm thủy tinh (bat) Vật liệu lợp	Nhựa Giỏ xách tay Ống nhựa (PVC) Tấm PE Xốp polystyrene Tấm hoặc túi Nhựa dán	Hỗn hợp Chất kết dính Vỏ lon Bộ phận điều hòa không khí ứng dụng ("đỏ trắng") Pin Sợi dệt Hàn Ván trần Thùng chứa epoxy Sợi thủy tinh Sản phẩm mịn (dạng xit) Ván sàn Đồ đạc Rác thải Thủy tinh Đồ sơn mài Lông vũ Bóng đèn huỳnh quang và HID
Khối xây và khối bê tông vỡ Gạch Khối bê tông xỉ than Bê tông Chất dư, thừa Xi măng porcelain Đá Ngói	Vật liệu lợp Tấm ốp amiăng Tấm lợp Ngói xi măng Tấm ốp Ngói nhựa Giấy nhựa	
Kim loại Nhôm Đồng	Nhựa Vinyl Sàn nhà Cửa ra vào	

Bảng 8.3. (tiếp theo)

Dụng cụ bơm nước Lớp bảo vệ Ống, máng Sắt Chi Đinh Ống (thép, đồng) Tấm kim loại Thép (kết cấu, móng, cột) Bu lông Dây điện	Cửa sổ	Bóng đèn loại khác Vải sơn Chất thải hữu cơ Giấy gói đồ Cao su Ống hàn Thùng chứa silicon Sợi dệt Vật liệu phủ Thùng chứa dung môi và chất thải Cảm biến nhiệt Lốp xe Biển áp Bùn từ trạm xử lý nước thải
---	--------	--

Nguồn: Nguyễn Kim Thái - Tổng kết từ NADC, 1994a và 1994b; Hanrahan, 1994; và Lambert và Domizio, 1993.

**Bảng 8.4. Thành phần CTXD nguy hại
(bao gồm cả đất đào từ các khu vực bị ô nhiễm)**

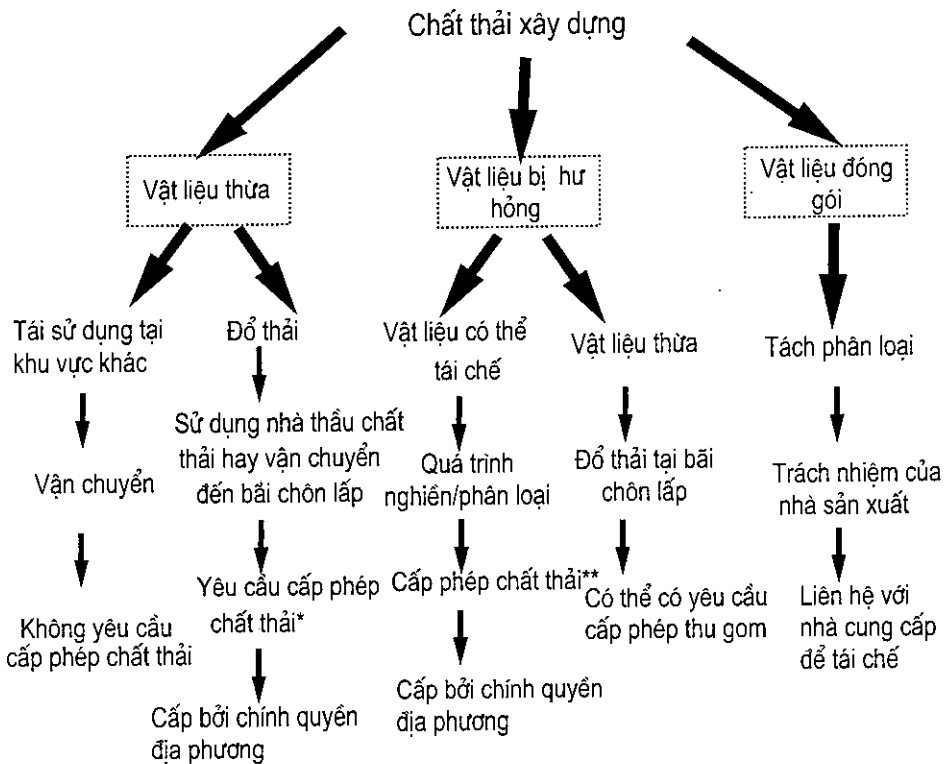
Mã	Miêu tả
17 01 06	Hỗn hợp hoặc những thành phần rời rạc của bê tông, gạch, ngói và sứ chứa thành phần nguy hại
17 02 04	Thủy tinh, nhựa và gỗ có chứa hoặc bị nhiễm bản bởi thành phần nguy hại
17 03 01	Bitum trộn với nhựa đường
17 03 03	Nhựa đường và sản phẩm từ nhựa đường
17 04 09	Chất thải kim loại bị nhiễm bản bởi thành phần nguy hại
17 04 10	Dây cáp chứa dầu, nhựa đường và những thành phần nguy hại
17 05 03	Đất và đá nhiễm bản bởi thành phần nguy hại
17 05 05	Đất đào chứa thành phần nguy hại
17 05 07	Chấn lưu chứa thành phần nguy hại
17 06 01	Vật liệu cách nhiệt có chứa amiăng
17 06 03	Những vật liệu cách nhiệt khác có chứa thành phần nguy hại
17 06 05	Vật liệu xây dựng chứa amiăng
17 08 01	Vật liệu xây dựng làm từ thạch cao bị nhiễm bản bởi thành phần nguy hại
17 09 01	Chất thải XD chứa thủy ngân
17 09 02	Chất thải XD chứa PCB (ví dụ như chất bịt kín có chứa PCB, sàn nhựa có chứa PCB, chất lấp kín kính có chứa PCB, tụ điện có chứa PCB)
17 09 03	Chất thải XD khác có chứa thành phần nguy hại

Nguồn: Resource Venture, 2005

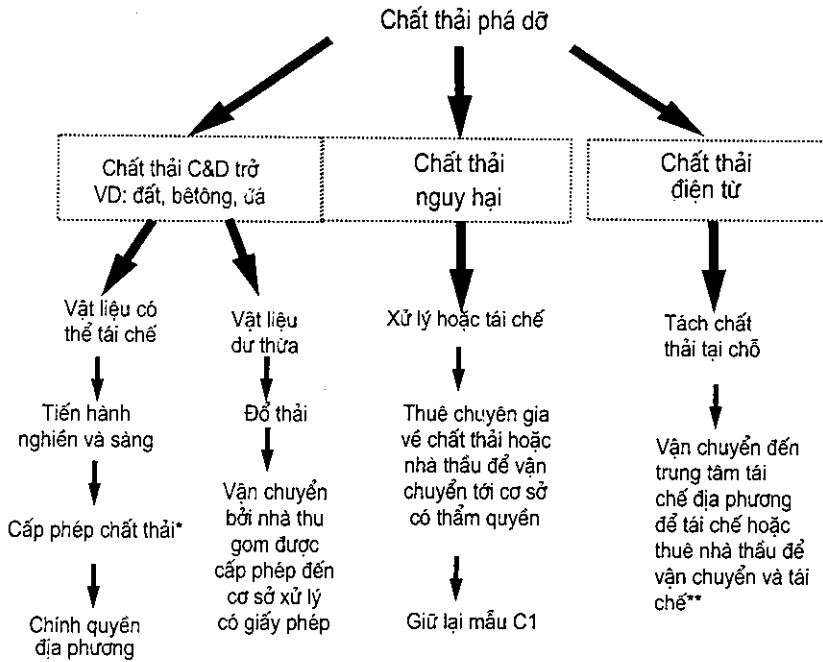
Bảng 8.4 được trích từ danh sách chất thải xây dựng của châu Âu (EWC), các CTXD trích từ danh sách EWC này được xác định là chất thải nguy hại.

Đối với CTXD phát sinh từ các công trình sửa chữa, phá dỡ đều có yêu cầu riêng về quản lý CTXD và những vấn đề có thể tránh được nếu quản lý CTXD của dự án được lên kế hoạch tốt từ đầu như chuẩn bị các mẫu đơn xin cấp phép về thu gom, tái sử dụng và tái chế chất thải. Hình 8.4 mô tả một số dòng chất thải xây dựng phát sinh từ công trình sửa chữa, phá dỡ có liên quan đến chất thải nguy hại.

Việc ngăn ngừa, tận thu, tái sử dụng và tái chế chất thải xây dựng và giám các vật liệu bao gói giúp cho các nhà thầu thi công xây dựng công trình giảm được các chi phí vật liệu xây dựng cho công trình, cũng như giảm lượng chất thải và chi phí đưa đi chôn lấp, đồng thời bảo đảm an toàn môi trường đối với phân loại và thu gom tách riêng CTNH - đây là một tiêu chí quan trọng của công trình xanh.



Hình 8.3. Những dòng chất thải tiềm năng phát sinh từ một công trường xây dựng nhà



Hình 8.4. Các dòng chất thải xây dựng có thể phát sinh từ phá dỡ công trình

8.4.2. Các lợi ích của áp dụng 3R đối với chất thải xây dựng

Tương tự như đối với chất thải rắn sinh hoạt đô thị, đối với công trình xanh phải có chiến lược 3R: giảm thiểu, tái chế, tái sử dụng chất thải xây dựng phát sinh từ các hoạt động thi công xây dựng và cải tạo, nâng cấp, phá dỡ công trình.

- *Giảm chi phí:* Việc ngăn ngừa, tận thu, tái sử dụng và tái chế chất thải xây dựng, giảm các vật liệu bao gói, giúp cho các nhà thầu thi công xây dựng công trình giảm được các chi phí vật liệu xây dựng cho công trình cũng như giảm chi phí vận chuyển chất thải xây dựng đưa đi chôn lấp.

- *Tăng cơ hội bán hay cho thuê công trình:* kinh nghiệm ở nhiều nước trên thế giới cho thấy: các công ty và chủ đầu tư công trình có kinh nghiệm và đạt hiệu quả cao trong công tác ngăn ngừa chất thải xây dựng phát sinh và sử dụng vật liệu tái chế, tái sử dụng chất thải nên công trình đã được cấp chứng chỉ là công trình xanh, do đó đã tạo ra cơ hội thu hút các khách hàng mua hay thuê công trình nhiều hơn.

- *Giảm tác động môi trường:* Ngăn ngừa chất thải phát sinh và tái chế, tái sử dụng chất thải trong hoạt động xây dựng, nâng cấp, cải tạo và phá dỡ công trình sẽ góp phần: (i) Tiết kiệm nguồn tài nguyên vật liệu thiên nhiên, như các sản phẩm của lâm nghiệp, dầu và các khoáng sản; (ii) Giảm thiểu

chi phí năng lượng, phát thải khí ô nhiễm và khí nhà kính nhờ có giảm sản xuất và vận chuyển vật liệu; (iii) Tiết kiệm diện tích đất dùng làm bãi đổ thải chất thải xây dựng.

8.4.3. Giảm thiểu hay ngăn chặn phát sinh chất thải xây dựng

Có thể giảm thiểu hay ngăn chặn phát sinh CTXD ngay từ đầu - từ giai đoạn thiết kế công trình. Ngăn chặn phát sinh CTXD có lợi hơn là để phát sinh chất thải rồi lại phải tái chế, tái sử dụng. Xác định các tiềm năng thiết kế giảm chất thải tạo ra trong quá trình xây dựng, như là thiết kế, dự trù với kích thước của các cấu kiện xây dựng chuẩn xác về kích thước và số lượng cho tất cả các cấu kiện và vật liệu xây dựng. Điều này tạo ra ít chất thải hơn so với thiết kế và dự trù các cấu kiện và vật liệu thông thường, bởi vì các cấu kiện và vật liệu có kích thước chuẩn thì không phải cắt xén thải ra chất thải. Thiết kế không gian công trình có tính mềm dẻo và linh hoạt để thích ứng khi công năng sử dụng của công trình thay đổi. Điều này sẽ giảm phát thải chất thải trong quá trình sửa chữa, nâng cấp, hiện đại hóa công trình. Tính toán dự trù vận chuyển vật liệu, cấu kiện đến công trường vừa đủ cho nhu cầu và đảm bảo chất lượng, gia tăng sản xuất các cấu kiện xây dựng trong các công xưởng để mang đến công trường lắp ghép, cũng là các biện pháp quan trọng để giảm thiểu phát sinh chất thải xây dựng.

Giảm thiểu chất thải xây dựng từ hoạt động sửa chữa, nâng cấp, cải tạo công trình: Tái sử dụng vật liệu, cấu kiện và kết cấu công trình trong quá trình sửa chữa, nâng cấp, hiện đại hóa công trình hiện có có ý nghĩa rất lớn trong việc giảm thiểu chất thải xây dựng và thực hiện tiết kiệm kinh phí sửa chữa, nâng cấp công trình. Theo quy định của bộ tiêu chí công trình xanh LEED-2005 thì trong điều kiện có thể cần phải bảo tồn các cấu trúc của công trình hiện có (bao gồm cả kết cấu chịu lực, ván sàn và mái nhà) và kết cấu bao che bên ngoài (tường ngoài và khung nhà, cửa sổ lắp ráp và các vật liệu lợp công trình). Cứ bảo tồn thêm 20% các cấu kiện và cấu trúc của công trình hiện có, khi nâng cấp, cải tạo công trình thì được cộng thêm 1 điểm đánh giá công trình xanh.

8.4.4. Tái sử dụng, tái chế chất thải xây dựng

Sau khi đã tìm mọi cách để giảm thiểu và ngăn chặn lãng phí vật liệu, cần phải xác định các chất thải có thể được tận dụng để tái sử dụng hay tái chế

trong dự án công trình hiện tại hay dùng cho các dự án công trình khác, đặc biệt là các chất thải từ sửa chữa, cải tạo, phá dỡ công trình.

Thiết lập mục tiêu cho sự chuyển từ quá trình xử lý CTXD trong các bãi chôn lấp và lò đốt và thông qua một kế hoạch quản lý chất thải xây dựng để đạt được những mục tiêu tái sử dụng, tái chế chất thải xây dựng, như là tái chế bìa các tông, kim loại, gạch, ngói, bê tông, nhựa, gỗ sạch, thủy tinh, tấm thạch cao ốp tường, thảm và vật liệu cách nhiệt, trụ cột, khung, dầm, sàn, panel, cửa sổ và các chi tiết trang trí kiến trúc. Lên kế hoạch rõ ràng xác định những kết cấu cụ thể ở những công trình xây dựng để sử dụng tách riêng hoặc sử dụng trộn lẫn các vật liệu tái chế, và theo dõi các nỗ lực tái chế CTXD trong suốt quá trình xây dựng. Theo quy định trong LEED-2005 thì cứ tái sử dụng 5% tổng CTXD của công trình thì được cộng thêm 1 điểm đánh giá công trình xanh.

Chất thải xây dựng có thể được coi là một nguồn nguyên liệu có giá trị cho việc tái sử dụng và tái chế. Bằng việc thay thế nhu cầu sử dụng vật liệu mới, việc tái sử dụng và/hoặc tái chế chất thải xây dựng có thể giảm đáng kể các tác động lên môi trường, cũng như giảm khai thác và sản xuất các vật liệu mới.

Tại Châu Âu và nhiều nước phát triển trên thế giới ngành công nghiệp xây dựng được khuyến cáo rằng một kế hoạch quản lý chất thải cần được lập trước khi thi công bất kỳ công trình nào, ngay từ khi xin cấp phép xây dựng. Sơ đồ hình 8.3 mô tả những dòng chất thải tiềm năng phát sinh từ một công trường xây dựng. Sơ đồ làm nổi bật những quyết định mà nhà thầu phải thực hiện trong mối quan hệ với tái chế, xử lý và vận chuyển chất thải xây dựng. Đồ thải CTXD nên là sự lựa chọn cuối cùng của nhà thầu và theo lý thuyết chỉ có chất thải không thể tái sử dụng, tái chế được mới đưa đi chôn lấp. Trên khía cạnh tài chính, chi phí chôn lấp tốn kém hơn nhiều so với chi phí tái chế.

Để lựa chọn tốt nhất cho việc quản lý chất thải của một dự án cần xem xét các giá trị khác nhau của vật liệu. Ví dụ, có thể có vật liệu của một dự án có giá trị rất lớn nếu tận dụng nó so với giá trị của nó như là nguyên liệu để tái chế. Một số vật liệu có thể có được giá trị để tái sử dụng tại chỗ, cũng có thể được đem tặng cho tổ chức từ thiện hoặc bán cho một cửa hàng bán lẻ vật liệu xây dựng. Các chi phí ban đầu cho các dịch vụ tận thu, tái sử dụng vật liệu có thể được bù đắp bởi lợi nhuận từ vật liệu được thu hồi, tận dụng hoặc các chi phí mua giảm.

Trong một số trường hợp, vật liệu tái sử dụng cũng có thể cung cấp các tính năng mà nhiều loại vật liệu ban đầu không có hoặc đôi khi, vật liệu tận dụng lại từ phế thải lại có tính thẩm mỹ hơn những vật liệu ban đầu.

Ví dụ dưới đây minh họa về công tác quản lý chất thải xây dựng đối với 1 dự án xây dựng 5 tòa nhà xanh. Những dòng chất thải chủ yếu bao gồm vật liệu bị hư hỏng, bao bì vật liệu đóng gói, đất đá, gỗ, gạch/bê tông, sơn. Đây là ví dụ điển hình cho việc thực hiện tái sử dụng/tái chế CTXD cho dự án có quy mô nhỏ và lượng chất thải phát sinh có thể được đưa thẳng đến bãi chôn lấp hay cơ sở tái chế. Mặt khác, nhà thầu có kế hoạch tái sử dụng đất đào dùng để san nền tại chỗ nên không cần phải chuyên chở đi nơi khác. Trong ví dụ này, lượng chất thải phát sinh được phân tách ngay tại công trường thành chất thải nguy hại và chất thải không nguy hại. Ví dụ tính toán lượng CTXD được tái sử dụng/tái chế CTXD thể hiện ở bảng 8.5.

Bảng 8.5. Ví dụ tính toán lượng CTXD được tái sử dụng/tái chế đối với dự án xây dựng cụm 5 ngôi nhà ở

Chất thải xây dựng	Phương thức xử lý	Địa điểm xử lý	Phương thức phân tách	Số lượng (tấn)
Nhựa đường	Tái sử dụng để san lấp	Tại công trường	Trên khu đất của công trường	2
Bê tông	Tái chế	Nhà máy tái chế	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa bê tông" tại một khu vực cố định trên công trường	3
Kim loại phế liệu	Tái chế	Nhà máy tái chế	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa kim loại" tại một khu vực cố định trên công trường	2
Thủy tinh	Tái chế	Nhà máy tái chế	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa thủy tinh" tại một khu vực cố định trên công trường	1
Nhựa	Tái chế	Nhà máy tái chế	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa nhựa" tại một khu vực cố định trên công trường	1
Bìa carton	Tái chế	Nhà máy tái chế	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa carton" tại một khu vực cố định trên công trường	1
Thảm, trần và gạch lát sàn	Tái chế hoặc tái sử dụng	Tái sử dụng/tái chế, liên hệ với nhà SX	Lưu giữ tách biệt tại một khu vực cố định trên công trường	2
Các phế thải khác	Đổ thải tại bãi chôn lấp	Bãi chôn lấp	Lưu giữ tách biệt trong "thùng chứa rác" tại một khu vực cố định trên công trường	10
Tổng khối lượng CTXD				22
Khối lượng CTXD cần chôn lấp				10
Khối lượng CTXD được tái sử dụng/tái chế				12
Tỷ lệ phần trăm CTXD được tận thu và tái chế (%)				55

Cần phải thu hồi và tái sử dụng, tái chế các chất thải có thể tái sử dụng, tái chế được phát sinh từ các hoạt động thi công xây dựng và cải tạo, phá dỡ công trình, tuy nhiên đối với các chất chất thải nguy hại như là: bitum trộn với nhựa đường, nhựa đường và các sản phẩm từ nhựa đường, vật liệu xây dựng chứa amiăng, chất thải xây dựng chứa thủy ngân, chứa chất PCB (chất hữu cơ khó phân hủy), v.v... thì phải thu gom, vận chuyển và xử lý theo các quy định về quản lý chất thải nguy hại.

8.5. GIỚI THIỆU MỘT SỐ VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN XÂY DỰNG XANH ĐANG ĐƯỢC SỬ DỤNG Ở CÁC NƯỚC ĐÔNG NAM CHÂU Á

Thực tế phát triển công trình xanh ở nước ta chậm hơn nhiều nước trên thế giới khoảng 10-15 năm, nên công nghiệp sản xuất, chế tạo vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh hay thân thiện môi trường ở nước ta cũng chậm hơn các nước khác. Vì vậy trong mục 8.5 này chúng tôi dựa trên tài liệu “Green Pages Malaysia-2012 Edition, <WWW.greenpagesmalaysia.com>” giới thiệu với bạn đọc một số vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh, được sản xuất và sử dụng rộng rãi ở một số nước ASEAN. Hy vọng rằng các nhà sản xuất vật liệu và cấu kiện xây dựng của nước ta sẽ tìm hiểu vấn đề này, thực hiện chuyển giao công nghệ hoặc tiến hành nghiên cứu các công nghệ mới để tự chế tạo, sản xuất các vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh tương tự, tạo điều kiện vật chất cho phát triển công trình xây dựng xanh ở nước ta một cách nhanh hơn và bền vững.

8.5.1. Lớp màng phủ bề mặt công trình kiến trúc 3M™ DI-NOC™ (3M Malaysia SDN BHD)

Vật liệu 3M™ DI-NOC™ là vật liệu ép dẻo tự dính, là vật liệu lý tưởng để dán trên các bề mặt kiến trúc hoặc đồ đạc hay thiết bị trong nhà với mục đích trang trí nhà mới hay tân trang lại nội thất và ngoại thất nhà cũ. Vật liệu 3M™ DI-NOC™ là sản phẩm theo tiêu chuẩn môi trường ISO 14001. Nó góp phần giúp cho công trình đạt được tín chỉ công trình xanh LEED vì đã giảm thiểu CTXD khi tân trang, sửa chữa nhà không phải đem đi chôn lấp bằng cách duy trì và tái sử dụng các lớp vật liệu bề mặt cũ của tường, cửa và khung nhà, ...và đồ đạc nội thất, thông qua hoàn tất đổi mới hình thức trang trí kiến trúc bằng cách dán lớp vật liệu này lên bề mặt kết cấu cũ. Dùng vật liệu này đối với tất cả các loại hình kết cấu và mô hình vật liệu (gỗ, kim loại, đá cẩm thạch, da, đá, vữa xtuc...), với những chức năng của vật liệu xây dựng được thiết kế để đưa ra những sáng tạo không giới hạn và hình

thức kiến trúc tự do sẽ tạo ra một hình thức kiến trúc hoàn toàn mới và cho một cảm giác đặc biệt. Đây là giải pháp xanh thông minh cho công trình mới và cho sửa chữa, cải tạo, nâng cấp tòa nhà hiện có với mục đích tái sử dụng, cải tạo các lớp vật liệu bề mặt kết cấu bao che (trong và ngoài nhà). Đối tượng có thể áp dụng là: các cửa hàng, công sở, khách sạn và nhà ở, bệnh viện, sân bay, giảng đường, biển báo chung, nhà vệ sinh và phòng tắm, đồ đạc và phụ kiện, và thiết kế trang trí khác.

Vật liệu này có các tính năng:

Mỏng, nhẹ, liền mạch, kết dính thông minh, kích thước ổn định, bền và dễ bảo trì, ứng dụng nhanh và dễ dàng, cuộn nhanh, giảm ô nhiễm tiếng ồn, chống cháy, chống mài mòn, chống nhiệt, chống ẩm, chống ăn mòn hóa học và mốc ố, chống ảnh hưởng bởi nhiệt độ thấp, chống khuẩn, tuổi thọ trên 10 năm.



Hình 8.5. Nội thất dán bằng màng mỏng 3M™ DI-NOC™

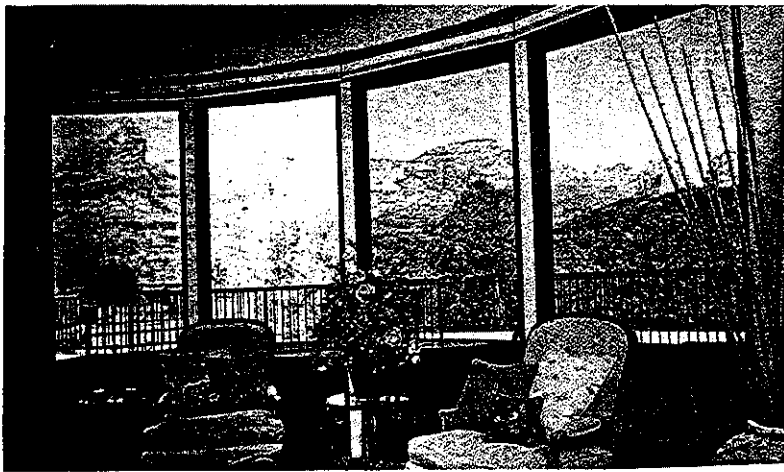
8.5.2. Lớp dán kính 3M™ cho cửa sổ (3M Malaysia SDN BHD)

Lớp dán kính 3M™ cho cửa sổ làm tăng vẻ đẹp cho cửa sổ, nó tạo ra tính năng công trình xanh cho công trình kiến trúc, như là che chống nắng xuyên qua cửa sổ vào nhà, giảm chi phí năng lượng cho hệ thống điều hòa không khí, tăng tính tiện nghi vì khí hậu trong công trình, gia tăng an toàn và an ninh. Có nhiều loại lớp dán cửa sổ 3M™. Lớp dán 3M™ nhận bản quyền sáng chế đầu tiên vào năm 1966 vì đã giải quyết hiệu quả chi phí cửa cho các tòa nhà thương mại và nhà ở - lớp dán được thiết kế cho cửa sổ nhằm cải thiện tiện nghi cho người sử dụng và cắt giảm chi phí năng lượng làm mát nhà bằng cách giảm nhiệt bức xạ từ Mặt trời xuyên qua cửa sổ vào nhà. Trên hết, kết hợp chặt chẽ với việc tăng thêm lợi ích từ lớp dán cửa sổ như là cản trở tác hại từ tia tử ngoại (UV), cải thiện diện mạo bên ngoài của tòa nhà, mang lại những khoảng sinh hoạt riêng tư kín đáo cả ngày và thậm chí giữ cho kính khỏi vỡ. Những lợi ích hiện tại bao gồm màng kiểm soát ánh

năng mặt trời phi kim loại mà cho phép nhiều ánh sáng tự nhiên hơn và lớp dán với màu sắc ổn định và các lớp dán kính cũng có thể chuyển màu. Một trong các tiêu chí công trình xanh là tăng cường ánh sáng ban ngày (bổ sung ánh sáng tự nhiên hoặc thay thế ánh sáng nhân tạo), và giảm chi phí điện năng cho hệ thống máy điều hòa không khí. Lớp dán kính này đã đáp ứng yêu cầu trên, đó là sự tiến bộ khoa học đáng kể trong lĩnh vực chế tạo lớp dán kính cửa sổ thông minh này, nó có khả năng chọn lọc và ngăn chặn các bước sóng có hại của bức xạ Mặt trời, trong khi đó cho phép ánh sáng nhìn thấy có thể xuyên qua cửa sổ.

Tính năng của sản phẩm:

Độ truyền sáng nhìn thấy cao, có hiệu suất giảm nhiệt cao, giảm 99% tia tử ngoại (UV), giảm chói và tạo sự thoải mái, giảm mất cân bằng nhiệt trong tòa nhà, giảm nhu cầu phụ tải nhiệt cực đại đối với hệ thống điều hòa không khí, tuổi thọ trên 10 năm.



Hình 8.6. Kính cửa sổ đã được dán màng mỏng 3M™

Tuy vậy, nhược điểm của các tường kính của các tòa nhà cao tầng dán lớp vật liệu 3M™ này hay là các lớp vật liệu phản quang tương tự là nó gây ra cái gọi là “mối nguy hại của hiện tượng phản quang rất mạnh”, đó chính là tường che của tòa nhà để giảm bớt lượng điện tiêu hao cho điều hòa không khí người ta đã áp dụng kính phản xạ cao bằng cách dán một lớp kim loại mỏng trên kính, do đó sinh ra một lượng ánh sáng phản quang lớn gây nguy hại cho an toàn giao thông và xâm hại cuộc sống riêng tư của các nhà đối diện kề bên. Mối nguy hại của phản quang này cũng là mối nguy hại trong việc bảo vệ môi trường nghiêm trọng, đó chính là vấn đề chim muông

bay trên trời thường bị va chạm mạnh vào kính. Theo điều tra của Hội Chim muông cho thấy, hàng năm số lượng chim bị chết vì va chạm mạnh vào kính phản quang của các tòa nhà cao tầng là nhiều vô kể. Nguyên nhân mà chim va chạm mạnh vào kính đại thể là ngoại cảnh bên ngoài phản chiếu vào kính, ví dụ như trời xanh mây trắng hoặc là cây xanh, khiến cho loài chim tưởng nhầm kính là thứ có thể bay xuyên qua được và cứ thế lao thẳng vào kính. Ngoài ra, do chim có tính phân chia khu vực hoạt động, đặc biệt là rất mạnh mẽ trong thời kỳ sinh sản, nhiều khi nhìn qua kính thấy cảnh tượng phản chiếu của chính mình lại nhầm tưởng là kẻ thù đang xâm hại chúng, thế là nó lao thẳng vào kính để tấn công. Vì vậy các chuyên gia BVMT đã đưa ra lời khuyên rằng nên thiết kế lựa chọn kính có hiệu suất phản xạ tương đối thấp hoặc giảm bớt diện tích mặt kính của tường, tăng thêm diện tích che nắng để có thể giảm bớt ánh sáng phản xạ gây nhức mắt một cách có hiệu quả, đồng thời vừa đạt được mục tiêu giảm bớt tải trọng của điều hòa không khí và tiết kiệm nhiên liệu, vừa vẫn góp phần làm giảm bớt số lượng chim bị chết vì va vào kính.

8.5.3. Kính AGC STOPRAY SOFT phủ lớp có hàm nhiệt thấp-E (AJIYA SAFETY GLASS SDN BND)

Kính AGC stopray kết hợp tốc độ truyền ánh sáng cao với yếu tố năng lượng Mặt trời thấp. Nó phản chiếu nhiệt bức xạ từ Mặt trời vào mùa hè và giữ ấm áp bên trong tòa nhà vào mùa đông - tạo hiệu quả từ việc áp dụng dán một lớp kim loại rất mỏng vào kính, lớp này không hiện hình và vô cùng bền lâu. Stopray kết hợp hiệu suất nhiệt của vật rắn và hiệu suất năng lượng Mặt trời. Những kiến trúc sư đánh giá cao về độ trong suốt và diện mạo đẹp mắt của nó. Thêm vào đó, lớp phủ kính có độ bền và đặc tính kỹ thuật cao.

Tính năng của sản phẩm:

Mức độ truyền ánh sáng cao, hấp thụ nhiệt thấp, phù hợp với dải màu trung tính, AGC stopray kiểm soát năng lượng Mặt trời được tráng một lớp cách nhiệt phù hợp với tất cả loại hình khí hậu, kết hợp kiểm soát năng lượng Mặt trời vào mùa hè và cách nhiệt vào mùa đông, bảo đảm chi phí năng lượng tiêu thụ cho điều hòa không khí ở mức thấp nhất, có mức độ truyền ánh sáng rộng và có nhiều màu sắc khác nhau.

8.5.4. Mái che nắng AJIYA ARITEQ (Asia Roofing Industries SDN BHD)

Tất cả thành phần của tấm lợp mái che nắng Ajiya Ariteq được làm từ 100% vật liệu địa phương - do đó giảm tác động môi trường về mặt giao thông vận tải. Đặc biệt, khách hàng sử dụng hệ thống mái che nắng để giảm

thiểu độ chói từ ánh sáng tự nhiên - kiểm soát độ sáng chói ban ngày có hiệu quả, đồng thời nó được sản xuất từ các vật liệu tái sử dụng và tái chế, giảm thiểu tiêu thụ nguyên liệu thô và giảm phát thải khí nhà kính. Tấm che nắng được sử dụng thép sạch COLORBOND có thành phần VOC thấp và không phát thải khí formaldehyt, bảo đảm chất lượng không khí trong nhà tốt hơn.

Tính năng của sản phẩm:

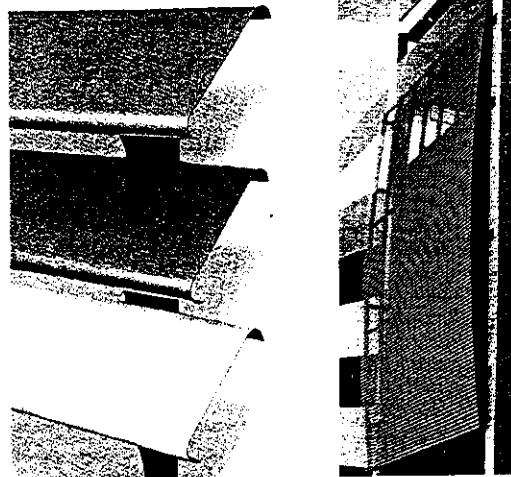
Dễ dàng lắp đặt bằng hệ thống đinh vít, thân thiện với môi trường, bảo trì dễ dàng.

8.5.5. Mái kim loại AJIYA (Asia Roofing Industries SDN BHD)

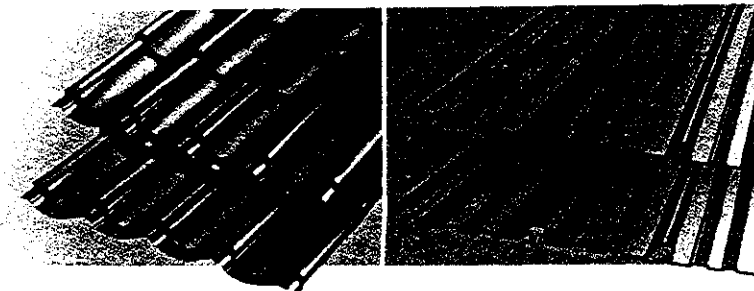
Mái kim loại AJIYA được sản xuất từ 100% nguyên liệu địa phương, như là thép sạch COLORBOND, do đó giảm tác động môi trường về mặt giao thông vận tải; chỉ số phản xạ ánh sáng Mặt trời cao (SRI) - giảm cường độ hình thành đảo nhiệt đô thị (UHI); sử dụng vật liệu tái chế như kim loại phế liệu, tái sử dụng và tái chế chất thải - giảm thiểu tiêu thụ nguyên liệu thô và phát thải khí nhà kính (GHG); sử dụng kim loại khối nhiệt thấp so với kim loại thông thường - giảm nhu cầu năng lượng điện để làm mát cho tòa nhà; khỏe và bền - bảo trì và thay thế ít.

Tính năng của sản phẩm:

Màu sắc tấm lợp kim loại COLORBOND khác nhau thì có chỉ số phản xạ ánh sáng (SRI) khác nhau; sẵn có tấm lợp kim loại hình thang và bậc thang, mái COLORBOND có tuổi thọ trên 25 năm (tùy thuộc vào hoàn cảnh cụ thể).



Hình 8.7. Các tấm mái che nắng Ajiya Ariteq



Hình 8.8. Mái kim loại AJIYA

8.5.6. Lá chắn bức xạ nhiệt bằng nhôm (Foil Laminate Industries SDN BHD)

Lá chắn bức xạ nhiệt bằng nhôm có tính năng che chắn bức xạ cao với mức phản bức xạ nhiệt > 97% (hấp thụ bức xạ < 3%). Do đó môi trường vi khí hậu trong nhà mát mẻ hơn và giảm tiêu thụ năng lượng dùng cho máy điều hòa không khí; khả năng tái chế cao.

Tính năng của sản phẩm:

Tấm chắn bức xạ cao 2 lớp đảm bảo khả năng cách nhiệt tốt; khả năng chịu co giãn cao, rất tốt thuận tiện cho quá trình lắp đặt; trong điều kiện thông thường những hạt nước nhỏ giọt có thể chảy trôi được; được sản xuất ở Malaysia, phù hợp với khí hậu nhiệt đới; có sẵn ở dạng cuộn và dài.



Hình 8.9. Lá chắn bức xạ nhiệt bằng nhôm

8.5.7. Cửa sổ nhôm “PRO-WIN” (YKK AP MYS SDN BHD)

Xét về năng lượng và vi khí hậu trong nhà thì sản phẩm này dựa trên hệ thống mô đun kết hợp với kính 2 lớp và tấm che nắng kép, nó có thể tăng hiệu suất cách nhiệt thông qua việc giảm thiểu giá trị truyền nhiệt tổng thể qua cửa sổ (OTTV). Nguyên liệu thô của cửa sổ Pro - win được lấy từ 100% nguyên liệu tái chế, nó được sản xuất từ nhà máy tuân thủ các quy định bảo vệ môi trường. Áp dụng 3R (tái sử dụng, giảm thiểu, tái chế) và được cấp chứng chỉ ISO 14001 với giải thưởng “Proper Green” từ Bộ Môi trường Indonesia. Với đặc tính kín với cửa sổ “Pro-win”, giúp giảm tiêu thụ năng lượng dùng cho hệ thống điều hòa không khí, có đặc tính cách âm cao, giảm ô nhiễm tiếng ồn nên tạo sự thoải mái cho người sử dụng trong nhà. Đây là thiết kế có hiệu suất cao của tập đoàn YKK AP.

Tính năng của sản phẩm:

Đạt yêu cầu của SNI (độ biến dạng $\leq L/175$) và



Hình 8.10. Cửa sổ nhôm “Pro-win”

AAMA101-IS2-NAFS (độ biến dạng vĩnh viễn $\leq 0,4\%$ theo chiều dài). Nó được kiểm tra dựa trên tiêu chuẩn ASTM E330 với áp suất gió 850Pa. Đáp ứng tiêu chuẩn AAMA, chống được nước rò rỉ vào phòng với áp suất 180-220Pa.

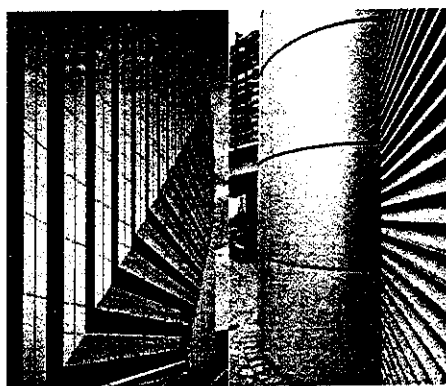
Độ kín khí: đáp ứng tiêu chuẩn JIS A 1516 mức A-4 (cửa sổ đẩy trượt) và AAMA101-IS2-NAFS (độ rò rỉ $< 5,4\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$) tại áp suất 75Pa (với cửa sổ không đẩy trượt).

8.5.8. Hệ thống vách dựng mạ nhôm (Công nghệ kiến trúc ROTOL-AMS SDN BHD)

Nhôm tái chế được giữ nguyên vẹn thông qua quá trình mạ và 96% lượng nhôm có thể được tái chế hoàn toàn. Mạ trong dung môi dựa trên quá trình không sử dụng VOC và kim loại nặng nên không phát sinh các chất thải độc hại, khí CO₂ hoặc các dung môi bay hơi. Nước thải từ bể mạ được tái sử dụng tới 70% và có thể được sử dụng cho nhà máy xử lý nước thải thành phố để cân bằng độ pH trong nước đã xử lý.

Tính năng của sản phẩm:

Mạ là chuyên một lượng có kiểm soát nhôm bằng quá trình điện hóa trong quá trình mạ thiếu oxy. Nó là sự kết hợp hoàn hảo khoa học với tự nhiên để tạo ra điều tốt đẹp nhất và kết quả tốt đẹp cho thế giới. Nhôm đã mạ nhẹ và đã được chứng minh là một trong những kim loại bền và đa năng với tuổi thọ tương đối dài. Nhôm mạ chịu được toàn bộ tia tử ngoại (UV) và đạt độ bóng kim loại và đẹp mà nhôm sơn không có. Các mục đích thiết kế như màu sắc, hình dáng và mẫu mã có thể được kết hợp trong lớp mạ thiếu oxy anốt. Không phai màu, không xước, không tróc lớp mạ. Chịu mài mòn tốt, không bị ăn mòn hình chân chim. Bề mặt đồng đều thích hợp cho kết cấu có bề mặt rộng.



Hình 8.11. Hình ảnh hệ thống vách tường bằng nhôm mạ

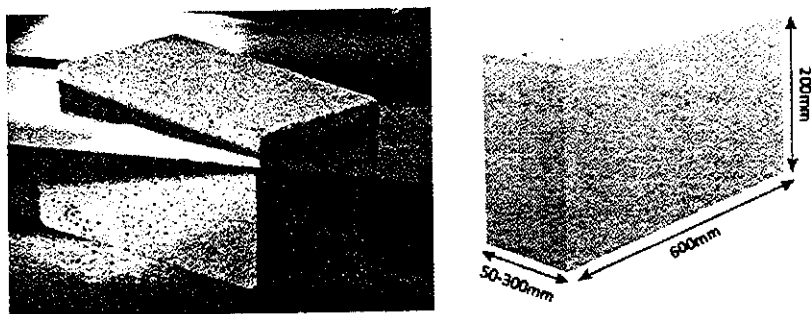
8.5.9. Gạch bê tông có lỗ khí (AAC) - (Công nghiệp KIM HOE THYE SDN BHD)

Gạch AAC bao gồm những phần rỗng chiếm khoảng 45%, mức tiêu thụ nguyên liệu thô và tổng năng lượng trong sản xuất thấp hơn 2-3 lần so với

các loại gạch khác trong xây dựng như là gạch nung. Trong quá trình sản xuất gạch này phát thải các khí CO₂, CO, SO₂ và NO_x cũng tương đối thấp. Sản phẩm phụ của quá trình sản xuất AAC như là ngưng tụ từ quá trình hấp, chất thải AAC rắn và hỗn hợp AAC không rắn có thể được tái chế dùng ngay vào sản xuất AAC. Bên cạnh đó, các chất thải công nghiệp khác như là tro bay và xỉ có thể được sử dụng như nguyên liệu thô chính cho sản xuất gạch khối AAC này. Gạch AAC có tính cách nhiệt tuyệt vời, giảm năng lượng cho làm mát cho tòa nhà. Nó kiểm soát được độ ẩm và duy trì được độ ẩm tương đối ổn định.

Tính năng của sản phẩm:

Nhẹ, bền, chịu nhiệt, chịu lửa, cách âm, thoáng khí, không độc hại, thi công dễ dàng.



Hình 8.12. Hình ảnh gạch bê tông khí AAC

8.5.10. Tấm trần năng lượng Queen (Victory plaster ceiling SDN BDH)

Tấm trần năng lượng Queen được sản xuất, chế tạo bằng cách sử dụng công nghệ sinh học từ Nhật Bản và Hàn Quốc, sử dụng các nguyên vật liệu bức xạ tự nhiên, như là chất khoáng Tuamalin và silicat, nên có thể phát sinh ion âm và tia hồng ngoại. Tấm trần năng lượng Queen không chứa chất giấy, có độ dẫn nhiệt kém, tính phân cách tốt, có thể giúp giảm phát sinh nhiệt và tiêu thụ năng lượng của hệ thống điều hòa không khí. Các tấm trần này được bổ sung thêm các sợi nhỏ giúp nâng cao chất lượng về nhiệt và cung cấp thêm khả năng kiểm soát nhiệt thâm nhập vào nhà.

Tính năng của sản phẩm:

An toàn, không tạo hơi độc từ chất độc hại, đạt kiểm tra về phát thải và kiểm tra formaldehit của tổ chức PSB Singapore, đã đạt tiêu chuẩn Châu Âu ROHs (hạn chế các chất độc hại), đã qua kiểm tra về kim loại nặng của SGS Malaysia và PSB Singapore, tiết kiệm năng lượng, cách nhiệt tốt, có thể

thay thế máy ion và máy lọc không khí, cải thiện chất lượng không khí trong nhà, lọc không khí và làm cho môi trường trong sạch, giảm miễn cảm đối với bệnh hen suyễn và xoang, ngăn cản sự phát tán và bảo vệ khỏi khói thuốc lá, phấn hoa, vi khuẩn, virus, nấm, khử mùi, khói, bụi và CO₂, khử các hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC), thân thiện với sinh thái, được làm từ vật liệu có thể tái sử dụng và tái chế.

8.5.11. Tôn sạch COLORBOND (BLUESCOPE STEEL (M) SDN BHD)

Tôn sạch COLORBOND có trọng lượng nhẹ, do đó giảm được sự cần thiết sử dụng các thiết bị nâng hạng nặng trong thời gian thi công xây dựng và giảm chi phí vận chuyển, ví dụ 1 kg tôn này lợp phủ được diện tích gấp 9 lần của 1 kg ngói thông thường. Có chỉ số phản xạ ánh sáng Mặt trời cao (SRI), do đó giảm cường độ phát sinh hiện tượng đảo nhiệt đô thị (UHI). Hàm nhiệt của tôn này thấp, nên giảm nhu cầu năng lượng làm mát cho tòa nhà. Tôn này dễ dàng tái sử dụng, do đó ngăn ngừa lãng phí nguyên vật liệu hữu ích tiềm năng trong suốt quá trình sửa chữa, cải tạo, tháo dỡ các ngôi nhà cũ. Đồng thời cũng dễ dàng tái chế, do đó giảm thiểu khai thác, sử dụng các nguyên vật liệu thô và tiêu thụ năng lượng chế tạo và giảm phát thải khí nhà kính (GHG) so với các sản phẩm nguyên liệu khác.

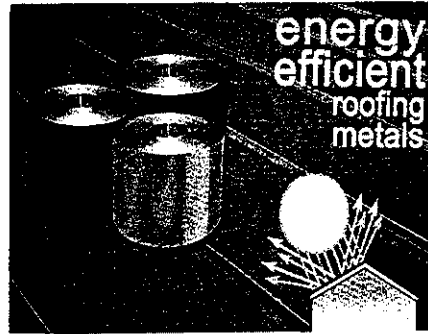
Tính năng của sản phẩm:

100% sản phẩm được sản xuất ở Malaysia phù hợp với khí hậu nhiệt đới, dung cho các dự án tại chỗ trong bán kính 500km từ nhà máy sản xuất nên rất hiệu quả. Sử dụng thép ZINCALUM như là thép nền để tạo khả năng chịu mòn cao, tuổi thọ trên 30 năm về chống ăn mòn. Hệ thống sơn duy nhất cho màu tốt nhất, tuổi thọ 15 năm cho nước sơn, độ bóng, chống xước và bền màu. Đặc biệt là phát triển kỹ thuật tự làm sạch cặn bụi trên mặt mái để các vùng có mưa tự nhiên rửa sạch bản, tuổi thọ 5 năm trở lên. Kết hợp với sắc tố hồng ngoại trong hệ thống sơn nhằm phản xạ nhiệt, do đó nhiệt độ bề mặt mái mát hơn so với vật liệu thông thường. Được cấp chứng chỉ bởi SIRIM theo AS/NZS 2728 - Chất lượng sản phẩm được đảm bảo bởi tính nhất quán trong sản xuất, phù hợp với tiêu chuẩn BS476 phần 6, và BS 476 phần 7. Vững chắc và bền, dễ thay thế và di chuyển.

8.5.12. Tôn có chất lượng cao COLOURCOIL (Công nghiệp COLOURCOIL SDN BHD)

Tôn COLOURCOIL có tính năng phản xạ tới 70% năng lượng bức xạ của Mặt trời và do đó giảm chi phí năng lượng dùng cho hệ thống làm mát công trình tới 20%. Mái tôn mát COLOURCOIL làm từ thép chất lượng cao

COLOURCOIL, bao gồm những phần được làm tối màu, có thể bảo tồn năng lượng và đạt chỉ số tòa nhà xanh GBI và thiết bị “Ngôi sao năng lượng”. Tất cả sơn màu KOOL được phủ lên mái tôn phản xạ nhiệt bức xạ nhiều hơn so với bất kỳ mái tôn nào khác. Tôn chất lượng cao COLOURCOIL được sản xuất cho công đoạn cuối của sản xuất máy mái tôn mát đã được chứng minh với khả năng kháng tia tử ngoại (UV) tuyệt vời, giữ bền màu và chống phân hóa và ăn mòn hóa học. Không chỉ vậy, tôn COLOURCOIL chưa sơn không chứa chì, không thủy ngân, khiến cho nước mưa thu lại sau mưa có thể uống được. Có khoảng màu rộng với 2 loại sản phẩm:



Hình 8.13. Cuộn tôn COLOURCOIL có chất lượng cao

- ELITE: Tôn chưa sơn siêu bền, hoàn toàn là sợi tổng hợp với hạt gốm phản xạ bức xạ của mặt trời;
- PVF2, METALIC PVF2 và DUOTONE PVF2: Tôn chưa sơn Kynar 500 PVDF được chế tạo hoàn toàn với hạt gốm phản xạ bức xạ của Mặt trời.

Tính năng của sản phẩm:

Tôn COLOURCOIL được sử dụng cho công đoạn cuối của sản xuất mái tôn mát, có tính năng giúp giảm tiêu thụ năng lượng bằng cách giảm nhu cầu làm mát công trình, có thể tiết kiệm năng lượng tiêu thụ của công trình đến 30%. Giảm nhiệt độ không khí đô thị, tốt cho môi trường xung quanh. Giảm chi phí bảo dưỡng mái tôn do tuổi thọ dài. Sơn hoàn toàn không chứa thủy ngân và chì nên có thể sử dụng được nước mưa gom lại từ mái. Có thể tái chế 100% khi mái được tháo dỡ khỏi công trình để sửa chữa hoặc phá bỏ. Tuổi thọ lên tới 20 năm, bền màu, chống phân hóa và chống xước và tuổi thọ 25 năm đối với ăn mòn hóa học. Chịu được lửa và được thiết kế chịu được gió mạnh. Do khối lượng/đơn vị diện tích nhẹ nên an toàn về mặt cấu trúc cho ngôi nhà so với việc sử dụng các mái không kim loại, nặng hơn khác.

8.5.13. Mái hắt tránh nắng DML (DML Products SDN BHD)

Mái hắt tránh nắng DML do nhà sản xuất DML tấm trần kim loại và mái hắt tránh nắng chế tạo ra. Hệ thống mái hắt tránh nắng DML là phương cách

hiệu quả để giảm nhiệt bức xạ và độ chói nắng của Mặt trời đối với các dự án thương mại, công nghiệp và dân dụng. Mái hắt tránh nắng DML đã được chứng minh về nỗ lực để đạt được hiệu quả môi trường, cải tiến quá trình sản xuất, giảm chất thải, giảm duy tu bảo dưỡng và bảo đảm phát triển bền vững.

Tính năng của sản phẩm:

Bền, đòi hỏi duy tu ít nhất, hệ thống kết cấu có khối lượng nhẹ, độ cong, vồng phù hợp thiết kế với tốc độ gió lớn. Tiết kiệm năng lượng, thân thiện môi trường. Dễ vệ sinh làm sạch và bảo trì.



Hình 8.14. Mái hắt tránh nắng DML

8.5.14. Sơn dùng cho mái nhà DULUX (ICI Paints (Malaysia) SDN BHD)

Sơn dùng cho mái nhà DULUX là nhũ tương hoàn được sản xuất bằng 100% acrylic có độ bền cao, độ mịn và có màu sáng. Công nghệ phản xạ bức xạ nhiệt Keep Cool này được kiểm tra bởi BSD (Công ty TNHH Building system & Diagnostic), có khả năng làm giảm nhiệt độ bề mặt mái tới 5⁰C. Sự giảm nhiệt độ ở mặt mái có thể dẫn tới tiết kiệm khoảng 15% chi phí năng lượng sử dụng để làm mát cho tòa nhà (khi so sánh với các loại sơn thông thường khác), do đó nó có đóng góp vào sự giảm thiểu ảnh hưởng tới hiện tượng ấm lên của toàn cầu. Sơn DULUX được cấp chứng chỉ Nhãn xanh của Singapore và Nhãn sinh thái Sirim của Malaysia. Nó đặc biệt được thiết kế sử dụng để bảo vệ và trang trí cho các mái cũ và các mái mới, và nó chịu được mức ẩm ướt ở môi trường không khí nhiệt đới ngoài nhà.

Tính năng của sản phẩm:

Công nghệ phản xạ nhiệt của sơn Keep Cool có đặc tính giảm nhiệt độ bề mặt kết cấu bao che bên ngoài lên tới 5⁰C (khi so sánh với các loại sơn ngoài nhà khác) nên có thể tiết kiệm 15%/ năm về năng lượng sử dụng để



Hình 8.15. Sơn mái nhà DULUX

làm mát cho tòa nhà. Sơn không chì và thủy ngân, có tính bền màu. chống kiềm tốt, chống nấm mốc và tảo tốt, mái có màu sáng.

8.5.15. Sơn thời tiết Max DULUX (ICI Paints (Malaysia) SDN BHD)

Sơn thời tiết Max DULUX được sản xuất từ 100% là acrylic, VOC thấp và sơn này đã được cấp “Nhân xanh” của Singapore và “Nhân sinh thái Sirim” của Malaysia, đã được chứng minh là có khả năng tiết kiệm năng lượng sử dụng làm mát công trình. Công nghệ phản xạ nhiệt Keep Cool này đã được kiểm tra bởi BSD (Công ty TNHH Building system & Diagnostic), có khả năng giảm nhiệt độ bề mặt ngoài của kết cấu bao che tới 5⁰C. Từ hiệu quả giảm nhiệt độ bề mặt kết cấu dẫn tới tiết kiệm năng lượng làm mát tòa nhà đến 15% (so với các loại sơn bên ngoài thông thường), do đó có đóng góp vào sự giảm tác động ấm lên toàn cầu. Ngoài ra, sơn thời tiết Max DULUX là nhựa đàn hồi có chất lượng cao phủ ngoài với khả năng khắc phục vết nứt rạn chân chim và có đặc tính chống thấm nước tốt. Đặc tính đàn hồi cho phép phủ các vết nứt chân chim và ngăn cản sự rò rỉ nước thấm vào bên trong tường ngoài.

Tính năng của sản phẩm:

Được trang bị với đặc tính đàn hồi để phủ các vết nứt chân chim và chống rò rỉ nước vào bên trong tường ngoài. Đặc tính Keep Cool có thể giảm nhiệt độ bề mặt bên ngoài lên tới 5⁰C so với các loại sơn bên ngoài thông thường, do đó có thể tiết kiệm 15%/năm năng lượng sử dụng cho làm mát tòa nhà. Có độ bền cao, được làm theo công nghệ Colourlock, giúp giữ màu tường bên ngoài, bảo đảm trông luôn luôn mới theo thời gian, chống kiềm tốt và đặc tính bám dính tốt, lau ẩm tốt và bảo vệ khỏi cacbonat hóa. Bảo vệ ít nhất 5 năm khỏi nấm và tảo phát triển. Sơn này không chứa chì và thủy ngân, phát thải VOC thấp.



Hình 8.16. Nhà được quét sơn thời tiết Max DULUX

8.5.16. Kính sinh thái (Eco glass technology SDN BHD)

Xu hướng gia tăng sử dụng tường xung quanh nhà bằng kính xuất phát từ một quan điểm hiện đại hóa thuần túy công trình kiến trúc đã đặt ra những thách thức rất lớn về tiêu hao năng lượng để trừ khử lượng nhiệt bức xạ mặt

trời và sức nóng trực tiếp truyền vào nhà thông qua các tường kính này. Một phần lớn năng lượng được tiêu thụ (khoảng 30% tổng năng lượng tiêu thụ của công trình) để làm mát công trình và do đó nó trở thành nhiệm vụ rất khó khăn để làm cho tòa nhà trở thành công trình xanh.

Công nghệ sáng tạo ra kính sinh thái được phát triển từ 1 loại kính với đặc tính chọn lọc sóng đặc biệt đối với bức xạ mặt trời. Tuy rằng bề ngoài kính nhìn thấy trong suốt, nhưng nó lại chặn được tia nhiệt bức xạ mặt trời không cho xuyên vào bên trong tòa nhà. Khả năng nhìn thấy tốt cho phép nhận được nhiều ánh sáng tự nhiên, giúp giảm sử dụng chiếu sáng điện và cùng lúc đó chặn được bức xạ mặt trời (chặn UV 99%) chiếu vào tòa nhà, do đó giữ tòa nhà mát hơn và giảm sử dụng điều hòa không khí. Nó dẫn đến giảm tiêu thụ năng lượng và giảm phát thải khí các bon.

Tính năng của sản phẩm:

Kính sinh thái là loại kính bề mặt được phủ lớp EG-KB90. Kính có thể được sản xuất qua các quá trình như là luyện, cán mỏng, thấm nóng... Lớp màng phủ được làm bằng cách sử dụng công nghệ nano sol-gel mà có thể chặn bức xạ mặt trời như là tử ngoại tới 99% và do đó ngăn chặn không cho nhiệt bức xạ xuyên vào bên trong công trình. Một giá trị nữa của sản phẩm này là có thể sử dụng công nghệ phủ màng mỏng kính tại chỗ. Nó giải quyết được vấn đề cho tân trang nơi mà kính đã được lắp đặt, phủ lên và có hiệu suất quang phổ tương tự mà không cần phải tháo dỡ kính, thay thế hoặc lắp đặt lại kính. Sử dụng phương pháp công nghệ phủ lên bề mặt kính đơn giản, do đó không cần máy móc nặng và nhu cầu điện trong thi công.

8.5.17. Sàn gỗ cứng kỹ thuật (Ekowood International Berhad)

Màu xanh lá cây là màu sắc trên lôgô của sản phẩm gỗ cứng kỹ thuật Ekowood; nó là sản phẩm thân thiện với môi trường. Sản phẩm gỗ Ekowood là sản phẩm gỗ chất lượng cao, được sản xuất từ nguồn nguyên liệu khai thác từ rừng được quản lý bền vững. Ekowood tự hào rằng đã đóng góp vào việc bảo vệ môi trường trái đất và tài nguyên thiên nhiên, đóng góp vào sự nghiệp giữ gìn trái đất càng tự nhiên và sạch hơn, để lại di sản cho thế hệ mai sau.

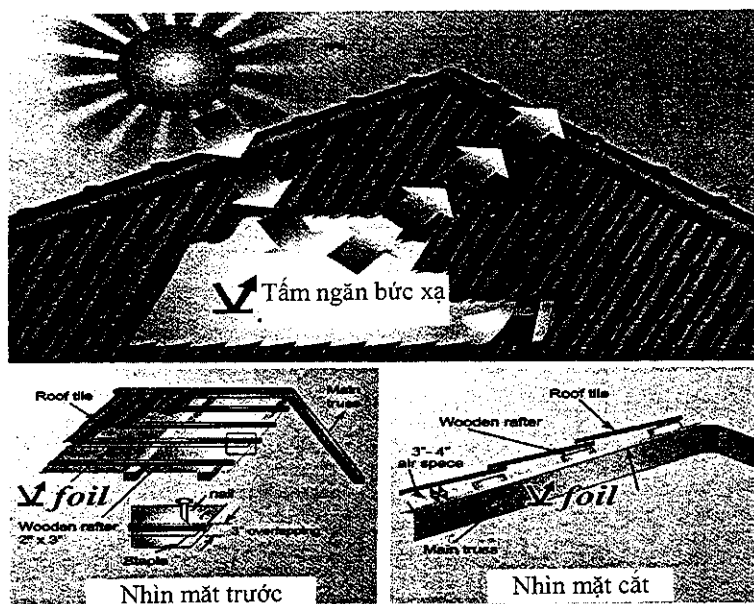


Hình 8.17. Sàn gỗ cứng kỹ thuật Ekowood

Tính năng của sản phẩm:

Ekowood có hướng phát triển đối với tất cả các loại sàn gỗ. Tính ổn định của gỗ công nghiệp Ekowood cao hơn 70% so với gỗ thật tự nhiên. Mục đích đạt tiêu chuẩn của mỗi sản phẩm Ekowood là rất cao. Mục đích như vậy chỉ có thể đạt được với cơ sở sản xuất có công nghệ cao và hiện đại, nơi mà môi trường không bị ô nhiễm và được kiểm tra liên tục. Sàn gỗ Ekowood được sản xuất từ gỗ được khai thác từ các cánh rừng được quản lý cẩn thận để đảm bảo nguồn cung cấp liên tục, bền vững và đáp ứng yêu cầu phát triển của các thế hệ sau. Sàn gỗ Ekowood có giá cạnh tranh và chất lượng cao hơn so với các sản phẩm sàn khác.

8.5.18. Tấm ngăn che bức xạ ENVIRO-TUFF (San Miguel Yamamura Woven Products SDN BHD)



Hình 8.18. Cấu tạo tấm ngăn che bức xạ ENVIRO-TUFF

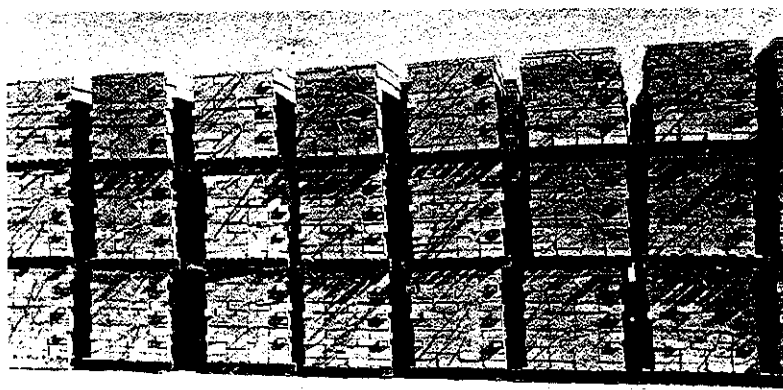
Tấm ngăn che bức xạ ENVIRO-TUFF được thiết kế để tiết kiệm năng lượng và cách nhiệt tốt. Nó có khả năng duy trì kích thước và tính chất vật lý ổn định dưới tác động của sự thay đổi nhiệt lớn. Tấm ngăn che bức xạ ENVIRO-TUFF có sự cải tiến đáng kể về hiệu quả năng lượng cho tòa nhà bằng cách giảm nhiệt bức xạ Mặt trời truyền qua mái vào nhà đến 97%, nó được thiết kế đặc biệt để ngăn thấm nước và không khí có độ ẩm cao, chống ngưng tụ hơi nước, nấm mốc.

Tính năng của sản phẩm:

Tấm ngăn che bức xạ ENVIRO-TUFF đã được kiểm tra về tính chịu lửa và phù hợp với tiêu chuẩn quốc tế như là BS476 phần 6, và 7, ASTM E84 và AS1530. Nó vững chắc và có tính chống xé rách, nhẹ, khô nên dễ lắp đặt. Tấm có nhiều bong bóng nên có chức năng giảm ồn tốt.

8.5.19. Gạch sinh thái EXXOMAS (EXXOMAS (PG) SDN BHD)

Gạch sinh thái EXXOMAS là một sản phẩm cải tiến được phát triển từ việc khắc phục các thiếu sót của gạch nung đất sét. Chúng được sản xuất từ chất thải công nghiệp, như tro, xỉ, bụi, đó là sáng kiến tái chế chất thải trở thành gạch có hiệu quả năng lượng EXXOMAS. Gạch EXXOMAS chứa thành phần có nguồn gốc hoàn toàn tự nhiên như tro, xỉ, bụi công nghiệp, cát, bùn, đất sét hoặc vôi, do đó có hiệu quả về mặt sinh thái và môi trường tốt. Sản xuất gạch EXXOMAS không đòi hỏi quá trình nung, hấp hoặc các quy trình làm nóng khác. Kỹ thuật xanh trong sản xuất gạch này cho phép sản xuất sản phẩm tiết kiệm năng lượng ít nhất từ 5-10 lần so với các loại gạch đất sét nung hoặc các sản phẩm hấp nóng hiệu khí khác, do đó làm giảm lượng phát thải khí cacbonđioxit và không ảnh hưởng đến môi trường tự nhiên như các loại gạch thông thường.



Hình 8.19. Gạch sinh thái EXXOMAS

Tính năng của sản phẩm:

Hạn chế chất nguy hại, sử dụng nguyên liệu tái chế, giảm tiêu thụ năng lượng, giảm ô nhiễm không khí, giảm chất thải. Hiệu quả năng lượng: độ dẫn nhiệt thấp hơn 3 lần so với gạch đất sét nung, độ dẫn nhiệt thấp hơn 7 lần so với bê tông, môi trường trong công trình mát hơn 3 lần so với gạch đất sét nung. Gạch này có kích thước: 215×99×64mm và màu đỏ, được sản

xuất từ 100% nguyên liệu địa phương, 94% nguyên liệu sau khi sử dụng có thể tái chế, chịu lửa. Đồng nhất về tính thấm nước, dẫn đến giảm nhược điểm thấm nước đến mức thấp nhất, tiết kiệm 40% chi phí cho trát vữa so với gạch đất sét nung.

8.6. CẢI THIỆN CUNG CẤP THÔNG TIN VỀ VẬT LIỆU VÀ CẤU KIỆN XÂY DỰNG THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG

Một số nhà đầu tư xây dựng công trình xanh đã gặp khó khăn trong việc tìm kiếm các sản phẩm vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh hay thân thiện môi trường và trang thiết bị xanh để phục vụ xây dựng công trình xanh. Điều này đã làm phát sinh thêm chi phí và thời gian để thực hiện các dự án xây dựng công trình xanh cũng sẽ tăng lên. Rào cản này đối với công trình xanh có thể vượt qua được bằng cách cải thiện thông tin về vật liệu và cấu kiện xây dựng: chẳng hạn như cung cấp các thông tin cho các nhà đầu tư và các công ty thi công xây dựng về các loại vật liệu xây dựng thân thiện môi trường nào là có sẵn và có thể tìm mua ở đâu. Bên cạnh công cụ đánh giá, công cụ dán nhãn cần có một quá trình cấp chứng chỉ ghi nhận tính năng hiệu quả và giá thành, và làm rõ các thành phần hoặc cấu tạo của sản phẩm vật liệu, các khâu trong quá trình và vòng đời của sản phẩm. Thiết lập chu trình thông tin một trạm, cung cấp các nguồn lực về các vật liệu, sản phẩm và công cụ cho công trình xanh. Cổng giao tiếp “Công trình của bạn” hiện đang được xây dựng và vận hành ở một số nước, có thể là ví dụ tốt cho chu trình thông tin một trạm như vậy ở nước ta. Một hệ thống dán nhãn cho các sản phẩm công trình xanh, vật liệu xanh và hiệu quả của trang thiết bị cần được chú trọng phát triển, có sự tham vấn các chính sách hay kế hoạch hiện có, ví dụ như Nhãn hiệu Sinh thái, “Sự lựa chọn tốt cho môi trường”, các nhãn hiệu này đã cung cấp một số chỉ dẫn về các sản phẩm xây dựng xanh có sẵn, để tìm kiếm cho các nhà đầu tư và các công ty thi công xây dựng tham khảo.

Chương IX

CÂY XANH ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH XANH

Cây xanh là bộ phận quan trọng trong tổ hợp kiến trúc nói chung, đặc biệt là trong kiến trúc công trình xanh, đô thị xanh. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm nước ta, cây xanh càng có vị trí thích đáng trong quy hoạch xây dựng các điểm dân cư, các khu công nghiệp, công trình xây dựng, để phát huy được tác dụng to lớn của nó trong việc cải thiện vi khí hậu và vệ sinh môi trường. Cây xanh có tác dụng che nắng, giảm bức xạ, giảm sự chói chang lóa mắt, giảm nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt đất, dẫn đến tác dụng tiết kiệm sử dụng năng lượng đối với cải thiện vi khí hậu trong công trình. Cây xanh có tác dụng cải thiện môi trường, có khả năng lọc sạch không khí, hút bớt bụi khói và tiếng ồn, đồng thời phân nào ngăn được khí độc hại công nghiệp. Dưới đây ta phân tích các tác dụng hữu ích của cây xanh đối với các công trình xây dựng và đô thị, cũng như bàn về tổ chức trồng cây xanh trong quy hoạch khu đô thị và quy hoạch công trình.

9.1. TÁC DỤNG GIẢM BỨC XẠ, HẤP THỤ KHÍ NHÀ KÍNH (CO₂)

Trong thời gian ban ngày, cây xanh hấp thụ bức xạ mặt trời và hút nước từ đất lên để tiến hành lục diệp hóa theo các phản ứng sau:



Do đó, ban ngày cây xanh hút nhiệt bức xạ, hấp thụ khí CO₂ và nhả ra khí O₂; còn ban đêm thì ngược lại, nhả nhiệt và CO₂; nhưng quá trình hoạt động sinh lý ban đêm của cây xanh rất yếu, nên lượng nhiệt và CO₂ do cây nhả ra trong thời gian ban đêm là không đáng kể. Vì vậy, quá trình lục diệp hóa của cây xanh rất có lợi đối với yêu cầu chống nóng trong công trình kiến trúc, có tác dụng giảm thiểu khí nhà kính. Phát triển cây xanh có thể làm cho hàm lượng khí oxy trong không khí xung quanh tăng lên tới 20% và hàm lượng khí CO₂ giảm đi.

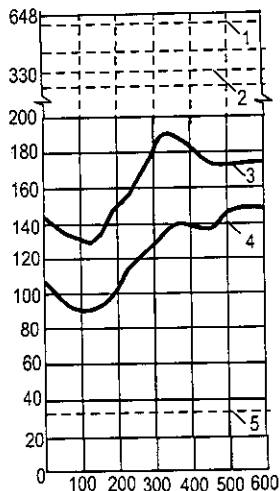
Tùy theo mức độ rậm rạp của lá mà cây xanh có thể hút được 30 - 80% bức xạ mặt trời chiếu tới. Cây càng có lá rậm rạp, tán lá to thì hút bức xạ càng nhiều, vì tổng diện tích mặt lá hấp thụ, khuếch tán bức xạ và bốc hơi hút nhiệt càng lớn. Tổng diện tích của các mặt lá cây to ước bằng 75 lần

diện tích trồng cây; tổng diện tích mặt lá của cỏ ước bằng 25 - 35 lần diện tích bãi cỏ.

Cây xanh không những trực tiếp hút bớt bức xạ mà còn có tác dụng cản bức xạ - che nắng cho không gian dưới lùm cây, có thể ngăn được 60 - 80 % bức xạ mặt trời. Tài liệu quan trắc ở thành phố Tasken (Uzbekistan) cho thấy ở chỗ quang đăng bức xạ mặt trời đạt tới 800 - 805 kcal/m².h. Trong khi đó, ở trong vùng cây xanh bức xạ mặt trời xuyên qua không lớn hơn 122 kcal/m².h và nhiều trường hợp chỉ còn 40 - 60 kcal/m².h. Theo số liệu thí nghiệm của một số nước khác, đối với cây lá tương đối dày, lượng bức xạ Mặt trời xuyên qua lùm lá chỉ chiếm khoảng 10%, đối với cây lá thưa khoảng 40 - 45% tổng lượng bức xạ chiếu tới. Cỏ tốt cũng che được bức xạ mặt trời; thường chỉ có khoảng 20% năng lượng bức xạ chiếu tới mặt đất dưới cỏ mà thôi. Số liệu quan trắc của chúng tôi cũng chứng tỏ rằng trong cùng một điều kiện khí hậu và thời gian, nhiệt độ không khí sát mặt sân atphan là trên 50°C, sát mặt bê tông là trên 43°C, nhưng trên mặt cỏ chỉ là 39°C [3].

Cây xanh còn có tác dụng giảm bớt bức xạ phản xạ ra môi trường xung quanh. Hệ số Anbêđô của tường trắng đạt tới 0,7, tức là 70% bức xạ chiếu đến sẽ bị phản xạ ra xung quanh, lượng bức xạ này sẽ chiếu đến người đứng cạnh tường, đến các vật lân cận và đốt nóng không khí xung quanh. Trong khi đó hệ số Anbêđô của cây xanh chỉ vào khoảng 0,2 - 0,3, nên môi trường xung quanh nó đỡ bị đốt nóng hơn nhiều.

Hình 9.1 cho số liệu quan trắc ở Baku (Azerbaijan). Từ hình 9.1 ta thấy các cây leo trên tường có khả năng giảm bức xạ mặt trời rất lớn.



Hình 9.1. Tác dụng giảm bức xạ mặt trời của cây leo trên mặt tường

1. Bức xạ chiếu trên mặt nằm ngang;
2. Chiếu trên mặt thẳng đứng;
3. Bức xạ phản xạ từ mặt tường không có cây leo;
4. Bức xạ phản xạ từ mặt tường có cây leo;
5. Bức xạ xuyên qua cây leo tới mặt tường

Chúng tôi đã đo hệ số Anbêđô của một số bề mặt cây xanh, được kết quả như sau: mặt cỏ $A = 0,18 - 0,24$, mặt vườn cây khoai nước $A = 0,18 - 0,26$, mặt vườn cây dong riềng $A = 0,15 - 0,23$ [3].

Cây xanh đóng vai trò quan trọng trong việc hấp thụ khí CO_2 và do đó có tác dụng giảm thiểu sự nóng lên toàn cầu. Theo tính toán của Rosenfeld et al. (1998), một cây bóng mát trưởng thành ở Los Angeles có thể hấp thụ lượng khí CO_2 phát sinh từ đốt cháy 18kg carbon mỗi năm, mặc dù theo tính toán lý thuyết một cây chỉ hấp thụ được 4,5 - 11 kg carbon nếu như cây được trồng trong rừng (trong trường hợp này, một cây bóng mát ở Los Angeles là tương đương với 3 - 5 cây rừng). Nhà khoa học Nowak (1994) đã thực hiện một phân tích về hấp thụ các-bon của cây xanh riêng lẻ như là một hàm số của đường kính của thân cây tại vị trí độ cao ngang ngực. Ông ước tính rằng một cây trung bình có đường kính thân cây ở độ cao ngang ngực là 31-46 cm (tán cây rộng khoảng 50m^2) hấp thụ carbon là 19kg/năm. Tương tự như vậy, các nhà khoa học ở Mỹ đã nghiên cứu về hấp thụ CO_2 của cây xanh đô thị ở ba thành phố Boton Rouge, Sacramento, và Salt Lake City và kết quả nghiên cứu cho thấy rằng nếu trồng trung bình bốn cây bóng mát ở mỗi nhà (mặt cắt mỗi tán cây khoảng 50m^2) sẽ có tác dụng giảm lượng khí thải carbon hàng năm tương ứng với từng thành phố là 16.000, 41.000, và 9.000 tấn CO_2 (mỗi cây giảm lượng khí thải carbon là khoảng 10-11kg CO_2 mỗi năm) [Nguồn: H.Akbari; Share trees reduce building energy use and CO_2 emission from power plants; Environmental Pollution 116 (2002); Page 119-12].

9.2. TÁC DỤNG ĐỐI VỚI NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM KHÔNG KHÍ

Như trên đã nói, do tác dụng hấp thụ bức xạ mặt trời để lục diệp hóa, cũng như nước bốc hơi từ bề mặt lá hút nhiệt và tác dụng che bức xạ, giảm phản xạ bức xạ mặt trời, mà cây xanh có tác dụng làm giảm nhiệt độ của môi trường xung quanh nó. Ngoài ra, mặt đất dưới cây xanh thường là ẩm ướt hơn các mặt đất trống trải, nên khi nắng chiếu, nước từ mặt đất ẩm sẽ bốc hơi và hút nhiệt, làm giảm nhiệt độ rõ rệt. Số liệu quan trắc thực tế của chúng tôi [3] chứng tỏ rằng nhiệt độ ở mặt ẩm ướt thấp hơn nhiệt độ ở mặt đất khô khoảng $5,5^{\circ}\text{C}$. Nhờ có tác dụng trên mà nhiệt độ không khí ở khu vực nhà có trồng cây xanh thường thấp hơn khu vực nhà không trồng cây xanh. Theo tài liệu của nước ngoài, nhiệt độ không khí trong tiểu khu nhà ở trong các thành phố thường cao hơn nhiệt độ ở khu vực cây xanh từ 2°C trở lên.

Kết quả quan trắc của chúng tôi [3] ở 3 xóm A, B, C thuộc xã Trục Bình, Nam Định, vào mùa hè năm 1968 cũng chứng tỏ như vậy (bảng 9.1).

Bảng 9.1. Kết quả đo lường vi khí hậu ở nông thôn xã Trục Bình, Nam Định (1968)

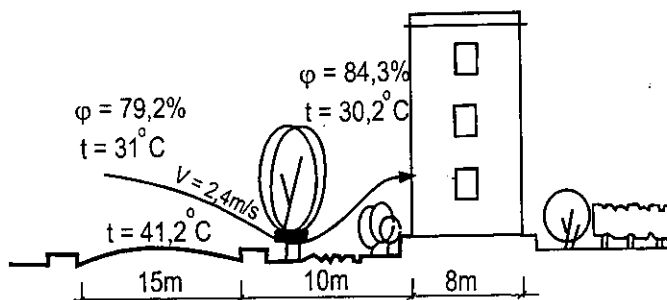
Đại lượng	Xóm A	Xóm B	Xóm C
Mật độ xây nhà, (%)	27,2	19,1	16,8
Mật độ cây xanh và ao hồ, (%)	21,5	52	53,9
Mật độ đường sá, sân bãi (%)	51,3	28,9	29,3
Nhiệt độ trung bình trong nhà ($^{\circ}\text{C}$)	32,1	31,8	31,6
Biên độ nhiệt độ trong ngày ở trong nhà, ($^{\circ}\text{C}$)	4	2	1,5
Nhiệt độ trung bình ngoài sân ($^{\circ}\text{C}$)	32,8	32,1	31,9

Qua bảng trên, ta thấy rõ xóm nào có mật độ xây dựng nhỏ, mật độ cây xanh, ao hồ lớn hơn thì nhiệt độ thấp hơn, đặc biệt là biên độ dao động nhiệt độ trong ngày nhỏ hơn rõ rệt (điều kiện vệ sinh tốt hơn).

Kết quả đo lường của chúng tôi ở Hà Nội [3] cũng cho thấy, nhiệt độ không khí ở các công viên Thủ Lệ, Bách Thảo trong mùa hè thường thấp hơn nhiệt độ không khí ở các khu dân cư Thanh Xuân Bắc, Bách Khoa, từ 1 - 3 $^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ không khí ngoài nhà ở xã Bát Tràng (không có cây xanh, nhiều lò gốm) cao hơn nhiệt độ không khí ở xã Đông Du (làng bên cạnh Bát Tràng và có nhiều cây xanh) thông thường tới 3,5 $^{\circ}\text{C}$ (1992).

Các số liệu quan trắc của nhiều tác giả ở nước ngoài chứng tỏ rằng trong những giờ có nhiệt độ cực đại (ban ngày) nhiệt độ không khí dưới tán cây xanh thấp hơn nhiệt độ không khí ở chỗ không có cây xanh từ 0,8 - 3 $^{\circ}\text{C}$ và ngược lại độ ẩm lớn hơn 5 - 8%.

Hình 9.2. Giới thiệu kết quả đo lường ở Quảng Châu (Trung Quốc) về ảnh hưởng của cây xanh trồng xung quanh nhà đến trạng thái không khí trước khi thổi vào nhà. Sau khi thổi qua cây xanh, nhiệt độ không khí giảm, còn độ ẩm thì tăng lên.



Hình 9.2. Ảnh hưởng của cây xanh đối với trạng thái không khí thổi vào nhà

Ngoài giá trị thẩm mỹ, cây xanh có thể thay đổi khí hậu của một đô thị, nâng cao tiện nghi về nhiệt ở vùng khí hậu nóng. Các khu đô thị không có đủ cây che phủ có thể trở thành "đảo nhiệt đô thị", với nhiệt độ cao hơn đáng kể so với các khu vực ngoại ô xung quanh và khu dân cư có lượng cây xanh phong phú hơn. Hiện tượng "đảo nhiệt đô thị" này là rất nghiêm trọng ở khí hậu nhiệt đới, khi mà che nắng không đủ và không gian xanh không thể ngăn chặn và cân bằng với nhiệt lượng từ năng lượng ánh nắng mặt trời trực tiếp, cũng như lượng phát sinh từ hoạt động của đô thị. Theo nghiên cứu của GS Akira Hoyano, Đại học Công nghệ Tokyo, ở trong đô thị thiếu cây xanh và mặt nước, nhiệt độ không khí có thể tăng vọt. Tăng cường số lượng cây xanh trong đô thị có thể kiểm soát được cường độ của "đảo nhiệt đô thị".

Tòa nhà đa năng ACROS tại Fukuoka, Nhật Bản (1994), được thiết kế mặt đứng phía Nam với 15 bậc thang phủ cây xanh (35.000 cây với 76 loại khác nhau). Ba mặt còn lại là tường kính, kết hợp với giếng trời lấy ánh sáng tự nhiên cho không gian trong nhà. Các khảo sát (do ĐH Kyushu phối hợp với công ty Takenaka và Viện Công nghệ Nippon thực hiện) đã cho thấy nhiệt độ của thảm thực vật phía Nam của tòa nhà giảm được 10°C trong mùa hè và giữ cho nhiệt độ bên trong tòa nhà luôn ổn định và dễ chịu, giảm tiêu thụ năng lượng nhờ sử dụng nhiều ánh sáng tự nhiên và giảm hấp thụ nhiệt bức xạ [4].

Theo tài liệu [Nguồn: Mohd Fairuz Shahidana, Phillip J. Jonesb, Julie Gwilliamb, Elias Sallehc. *An evaluation of outdoor and building environment cooling achieved through combination modification of trees with ground materials. Building and Environment; Volume 58, December 2012, Pages 245-257*] các nhà khoa học Malaysia đã tiến hành nghiên cứu đánh giá tác động gián tiếp của nhiệt độ không khí ngoài trời đối với nhiệt độ không khí trong nhà khi thay đổi cây xanh và trạng thái mặt đất. Nghiên cứu này được thực hiện ở đại lộ Persiaran Perdana, dài 4200m và rộng 100 m tại trung tâm hành chính mới Putrajaya của Malaysia. Thành phố Putrajaya được bao quanh bởi hồ nước nhân tạo rất lớn và được chia thành ba quận lớn - quận 2, 3 và 4. Cùng với điều kiện hiện trạng, bốn giả định đã được thiết lập để so sánh, dự đoán khả năng làm mát tối ưu nhờ thay đổi thảm thực vật và trạng thái phủ mặt đất. Các kịch bản như sau: (A) Điều kiện hiện tại; (B) Tăng gấp đôi số lượng cây xanh và thay đổi cây có mật độ tán thấp (LAI 0,9) với điều kiện vật liệu phủ mặt đất có giá trị phản xạ như hiện tại; (C) Tăng gấp đôi số lượng của cây và thay đổi cây có mật độ tán cao (LAI 9,7) với điều kiện vật liệu phủ mặt đất có giá trị phản xạ như hiện tại; (D)

Tăng gấp đôi số lượng cây và thay đổi cây có mật độ tán cao (LAI 9,7) cùng với thay đổi vật liệu phủ mặt đất có giá trị phản xạ Albedo - 0,8.

Các kết quả nghiên cứu đưa ra các kết luận như sau:

- Việc giảm nhiệt độ không khí ngoài trời là tương quan đáng kể với số lượng và mật độ tán cây cao.

- Hiệu quả của việc thay đổi nhiệt độ ngoài trời tạo ra việc giảm đáng kể nhiệt độ không khí trong nhà, đem lại các lợi ích trong tiết kiệm năng lượng trong công trình tại vùng khí hậu nhiệt đới.

- Với số lượng cây nhiều và mật độ tán cao, kết hợp với các vật liệu “lạnh” phủ mặt đất, có thể cải thiện nhiệt độ không khí ngoài trời trong một khu vực đô thị. Càng nhiều cây có mật độ tán cao được trồng xung quanh công trình thì nhiệt độ không khí ngoài trời và trong nhà càng giảm.

9.3. TÁC DỤNG CÂY XANH ĐỐI VỚI CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ

Cây xanh đô thị ảnh hưởng đến ô nhiễm không khí thông qua hai quá trình chính: (1) Làm mát nhiệt độ môi trường xung quanh và do đó làm chậm quá trình hình thành sương mù, và (2) Lắng đọng khô các chất ô nhiễm trong không khí (cả dạng khí và hạt) có thể được loại bỏ khỏi không khí. Cây trực tiếp loại bỏ các khí gây ô nhiễm (CO, NO_x, O₃, và SO₂) chủ yếu qua các lỗ khí khổng của lá cây. Nhà khoa học Nowak (1994) thực hiện một phân tích về loại bỏ chất gây ô nhiễm tại một khu rừng trong đô thị ở Chicago và kết luận rằng thông qua lắng đọng khô, cây xanh trung bình loại bỏ khoảng 0,002% CO (0,34 g/m²/năm), 0,8% NO₂ (1,24g/m²/năm), 0,3% SO₂ (1,09g/m²/năm), 0,3% O₃ (3,07g/m²/năm), và 0,4% PM10 (2,83g/m²/năm) trong môi trường không khí. Theo kết quả thực nghiệm mô phỏng của Taha et al. (1997) áp dụng cho thành phố Los Angeles, 1,6% ôzôn khí quyển trong lớp hỗn hợp khí đã được giảm đi nhờ hiệu quả lắng đọng của thảm thực vật được bổ sung (11m dải cây xanh) trong một ngày bình thường. Ngược lại cây cũng có thể góp phần vào vấn đề khói quang hóa do cây phát ra các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs). VOC có phản ứng quang học với NO_x tạo ra khói quang hóa (O₃) [Nguồn: H.Akbari; Share trees reduce building energy use and CO₂ emission from power plants; Environmental Pollution 116 (2002); Page 119-12].

Vì vậy, người ta thường nói rừng là “lá phổi” của quốc gia, công viên, cây xanh đường phố là “lá phổi” của thành phố. Đúng như vậy, cây xanh có tác dụng rất có ích đối với vi khí hậu và môi trường của thành phố, khu đô thị và công trình kiến trúc. Ngoài tác dụng che nắng, hút bớt mức xạ mặt

Trời, cải thiện vi khí hậu, cây xanh còn có tác dụng hút bụi và giữ bụi. Lọc sạch không khí, hút tiếng ồn và che chắn tiếng ồn, mặt khác nó còn tạo thẩm mỹ cảnh quan đô thị, tạo ra cảm giác êm dịu về màu sắc cho môi trường kiến trúc đô thị.

Môi trường đô thị thường bị ô nhiễm bởi các nguồn ô nhiễm công nghiệp, thủ công nghiệp, giao thông vận tải và nguồn ô nhiễm do sinh hoạt của thị dân thải ra. Các chất ô nhiễm chính của môi trường không khí là:

- Bụi (bụi nặng, bụi nhẹ, bụi kim loại, bụi độc hại, bụi vi sinh);
- Khói, tro, bồ hóng;
- Các hóa chất độc hại (chủ yếu là khí SO₂, CO, NO₂, CO₂, H₂S, CH₄);
- Tiếng ồn.

Cây xanh có tác dụng hút bớt các chất ô nhiễm trong môi trường không khí, ngoài ra còn hút bớt các chất ô nhiễm độc hại trong môi trường đất, nước, đặc biệt là đối với kim loại nặng như chì.

Giảm nồng độ bụi

Cây xanh có tác dụng lọc bụi trong không khí, làm sạch môi trường. Khả năng giữ bụi trên cành lá của cây (lọc bụi) phụ thuộc vào đặc thù của lá cây (lá càng nhám càng dễ bắt bụi), lá to hay nhỏ, dày hay thưa, lùm cây hay là tán cây, ... và phụ thuộc vào thời tiết (nếu có mưa định kỳ đều đặn thì hiệu quả lọc bụi của cây xanh tốt hơn khi trời nắng khô liên tục, vì mưa có tác dụng rửa sạch lá đầy bụi để lá đón nhận bụi mới).

Khả năng giữ bụi trung bình của một số cây (gần đúng) cho ở bảng 9.2a.

Bảng 9.2a. Hiệu quả lọc bụi của cây xanh

Cây	Tổng diện tích lá cây (m ²)	Tổng lượng bụi giữ trên cây (kg)
1. Phượng	86	4
2. Du	66	18
3. Liễu	157	38
4. Phong	171	20
5. Dương Canada	267	34
6. Tần bì	195	30
7. Bụi cây đình hương	11	1,6

Nguồn: Trung tâm Thông tin khoa học kỹ thuật, Bộ Nhà ở và Kinh tế công cộng Liên Bang Nga, "Lọc hóa khu dân cư", tập 2 (19), Matxcova, 1976

Khu cây xanh cũng như những thảm cỏ có tác dụng hạn chế nguồn bụi bay lên từ mặt đất, còn ở các bãi trống, bãi cát thường sản sinh ra nhiều bụi, gió sẽ tung các hạt bụi này bay lên, gây ô nhiễm bụi đối với các khu xung quanh. Nói chung, cây xanh có thể giảm nồng độ bụi trong không khí từ 20 - 60%. Kết quả đo lường của chúng tôi ở một số đường phố Hà Nội cho thấy khi ở hai bên đường phố có những dãy cây xanh thì nồng độ bụi ở tầng hai chỉ bằng 30 - 50% nồng độ bụi ở tầng một của nhà.

Hấp thụ các chất độc hại trong không khí và từ dưới đất

Trên cơ sở của các quá trình hoạt động hóa sinh và vật lý mà cây xanh có khả năng hấp thụ các chất khí độc hại, bụi chì, hơi chì, thủy ngân trong không khí, cũng như các kim loại nặng trong đất. Các chất khí độc và kim loại nặng được cây hấp thụ chủ yếu sẽ bị giữ lại ở phần mô bì của lá cây, một phần được giữ ở trong thân cây và rễ cây. Nhiều kết quả nghiên cứu ở nước ngoài đã chứng minh kết quả này. Vì vậy các cây rau, quả trồng ở vùng mà môi trường không khí, môi trường nước và môi trường đất bị ô nhiễm thì chúng sẽ hấp thụ các chất ô nhiễm độc hại và chứa các chất độc hại này trong bản thân chúng. Con người ăn các rau quả này sẽ bị ô nhiễm độc hại, ví dụ như ô nhiễm chì do các phương tiện giao thông vận tải thải ra.

Nhưng các loại cây thân gỗ, hoa quả của nó không ăn được thì nó hấp thụ các chất độc hại và kim loại nặng như chì, thủy ngân là điều rất tốt, vì nó có tác dụng làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm độc hại trong môi trường và không gây độc hại đối với con người. Dưới đây (bảng 9.2b) giới thiệu kết quả phân tích của một số tác giả nước ngoài về hàm lượng chất lưu huỳnh chứa trong lá của một số cây trồng ở đô thị và khu công nghiệp (nguồn: như ghi chú ở bảng 9.2a).

Bảng 9.2b. Cây hấp thụ và chứa, giữ lưu huỳnh trong lá

Nhìn chung, cây xanh có thể giảm ô nhiễm khí độc hại trong môi trường không khí 10 - 35%.

Hấp thụ tiếng ồn

Sóng âm thanh truyền qua lùm cây sẽ bị phản xạ qua lại nhiều lần và năng lượng âm sẽ bị giảm đi rõ rệt, do đó cây xanh có khả năng hút âm, giảm nhỏ tiếng ồn, đặc biệt là tiếng ồn giao thông. Các dãy cây xanh dày đặc rộng 10 - 15m có thể giảm tiếng ồn 15 - 18dB. Khả năng

Loại cây	Hàm lượng chất lưu huỳnh trong lá (%)
Phượng	0,104
Sồi	0,135
Liễu	0,200
Phong	0,224
Dâu gia	0,163
Đinh hương	0,103
Dương Canada	0,176
Tần bì	0,168

giảm tiếng ồn của cây xanh không những phụ thuộc vào loại cây mà còn phụ thuộc vào cách bố trí cây, phối hợp trồng cây có tán, có lùm, các khóm cây, bụi cây và các dãy cây.

Ngoài ra còn một số cây xanh có tác dụng sát trùng, vệ sinh môi trường và tăng cường các ion tươi trong không khí, tạo điều kiện dễ chịu đối với con người. Đó là các loại cây (xếp thứ tự từ các loại cây có tác dụng mạnh tới thấp): các loại thông, sồi đỏ, trắc bá diệp, linh sam, sồi đen, cây trăn, dâu gia. Một số cây còn có tác dụng chỉ thị mức độ ô nhiễm của môi trường (có thể dùng làm thước đo hay công cụ kiểm tra mức độ ô nhiễm môi trường). Ví dụ tác dụng của một loại hóa chất độc hại tới một mức độ nào đó thì làm cho cây bị đốm lá, đui lá hay vàng lá,...

9.4. TIẾT KIỆM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TRONG CÔNG TRÌNH DO TÁC DỤNG CỦA CÂY XANH

Cây che bóng mát cho nhà ở và các công trình, làm giảm nhiệt độ bên trong nhà và do đó giảm nhu cầu năng lượng để làm mát các tòa nhà trong mùa nóng của năm. Có rất nhiều mô phỏng của các nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu sự liên quan giữa cây bóng mát và mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK) trong công trình. Ví dụ, kết quả mô phỏng của Simpson và McPherson (1996) cho thấy rằng trồng hai cây bóng mát ở phía Tây và một cây ở phía Đông của một ngôi nhà có thể giảm sử dụng năng lượng hàng năm để làm mát từ 10 đến 50% và giảm năng lượng tại lúc sử dụng điện cao điểm là 23%. Còn nhà khoa học Huang et al. (1987) đã tiến hành một nghiên cứu mô phỏng về vai trò tiềm năng của thực vật trong việc giảm năng lượng làm mát mùa hè tại nhà ở trên 4 thành phố của Mỹ là Sacramento, Phoenix, Lake Charles và Los Angeles. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng khi tăng thêm 25% mật độ che phủ của cây xanh sẽ làm giảm sử dụng năng lượng làm mát hàng năm trung bình cho một ngôi nhà tương ứng với từng thành phố Sacramento, Phoenix và Lake Charles là 40%, 25%, và 25%. Tuy nhiên, kết luận rút ra từ các bài toán mô phỏng có thể không phản ánh chính xác các khoản tiết kiệm được thực hiện bởi người tiêu dùng, vì cuộc sống thực tế phức tạp hơn nhiều so với mô phỏng [Nguồn: *Planting shade trees: landscaping to save energy* http://www.oldhouseauthority.com/archive/tree_article/].

Có một vài nghiên cứu thực nghiệm giữa cây bóng mát và tiêu thụ năng lượng trong nhà ở dựa trên dữ liệu thực tế. Ví dụ, Akbari et al. (1997) đã phân tích tác động của cây bóng mát đến việc sử dụng năng lượng làm mát trong 2 ngôi nhà tại Sacramento, CA. Kết quả cho thấy cây bóng mát có thể

giúp giảm 30% năng lượng sử dụng và tiết kiệm từ 0,6 - 0,8 kW tại lúc cao điểm do cây che bóng. Còn Laband và Sophocleus (2009) phát hiện ra rằng điện năng được sử dụng để làm mát 2 tòa nhà nằm ở Beauregard, Alabama tại thời điểm nhiệt độ ngoài trời là 40°C (trong tháng tư đến tháng 9 năm 2008) và ngôi nhà hoàn toàn không được che nắng là lớn hơn 2,6 lần so với một ngôi nhà khác giống hệt nằm trong bóng râm dày đặc của cây. Rudie và Dewers (1984) đã kiểm tra tác động của cây bóng mát đến tiêu thụ năng lượng của 113 ngôi nhà ở tại College Station. Các nhà khoa học T.X. Rudie và Dewers đã tiến hành đánh giá tác động của bóng cây trên mái nhà trong 3 năm (1977-1979) từ tháng sáu đến tháng chín, bằng cách đo chiều cao cây để ước tính diện tích bóng che dựa vào vị trí của Mặt trời theo giờ vào ngày thứ 21 của mỗi tháng. Phát hiện của họ chỉ ra rằng số lượng bóng mát của cây xanh, màu mái nhà, và màu tường là yếu tố quyết định quan trọng của tiêu thụ năng lượng trong tòa nhà [Nguồn: *Planting shade trees: landscaping to save energy* http://www.oldhouseauthority.com/archive/tree_article/].

Các nhà nghiên cứu Laecheit và Williams, 1976, Buffington, 1979, Parker, 1981, Akbari et al, 1997, đã ghi nhận sự khác biệt đáng kể trong sử dụng năng lượng làm mát giữa các ngôi nhà trên các khu đất có cây xanh cảnh quan và khu đất không có cây xanh cảnh quan. Akbari et al. (1997) đã tiến hành một thí nghiệm "flip-flop" để đo lường tác động của cây che bóng mát trên hai ngôi nhà ở Sacramento. Thí nghiệm được thực hiện theo ba giai đoạn: (1) Giám sát việc sử dụng năng lượng làm mát của cả hai ngôi nhà để thiết lập một mối quan hệ cơ sở của việc sử dụng năng lượng trong các ngôi nhà, (2) Thiết lập tám cây bóng mát lớn và tám cây bóng mát nhỏ tại mỗi vị trí trong thời gian 4 tuần, và sau đó (3) Di chuyển cây từ vị trí này sang vị trí khác. Các thí nghiệm cho kết quả rằng năng lượng làm mát tiết kiệm được 30% (khoảng 4kWh mỗi ngày). Ước tính tiết kiệm điện vào giờ cao điểm là khoảng 0,7kW. Ở Florida, Parker (1981) đã đo điện năng làm mát tiết kiệm được khi có cảnh quan cây xanh tốt và phát hiện ra rằng cây bóng mát được trồng đúng vị trí hợp lý và các cây bụi xung quanh một ngôi nhà đã giúp giảm điện năng sử dụng điều hòa không khí hàng ngày đến 50% [Nguồn: H.Akbari; *Share trees reduce building energy use and CO₂ emission from power plants; Environmental Pollution 116 (2002); Page 119-12*].

Các nhà khoa học Mỹ trong tài liệu [Nguồn: H.Akbari; *Share trees reduce building energy use and CO₂ emission from power plants; Environmental Pollution 116 (2002); Page 119-12*] đã tiến hành nghiên cứu tiềm năng tiết kiệm năng lượng của cây xanh đô thị trong ba thành phố: Baton Rouge LA, CA Sacramento, và Salt Lake City

UT. Các phân tích nghiên cứu bao gồm các hiệu ứng trực tiếp (bóng đổ) và gián tiếp (bốc hơi nước) của cây xanh. Ba loại công trình được coi là đại diện cho hơn 90% các loại hình công trình: nhà ở, văn phòng, và các cửa hàng bán lẻ được dựng làm mẫu công trình tiềm năng tiết kiệm năng lượng. Những công trình này sau đó được mô phỏng theo chương trình năng lượng xây dựng DOE-2 (BESG, 1990). Các nhà khoa học xem xét một số kịch bản chiến lược đặt cây xanh xung quanh tòa nhà và tiềm năng tiết kiệm năng lượng trực tiếp. Đối với cả ba thành phố, họ đã mô phỏng cả tiết kiệm năng lượng làm mát và khoản thiệt hại năng lượng để làm nóng. Việc nghiên cứu đã xem xét trồng trung bình 4 cây bóng mát cho mỗi nhà, mỗi tán cây có mặt bằng tán cây là 50m² và ước tính được số tiền đô la hàng năm tiết kiệm trong chi phí năng lượng là 6,3 triệu, 12,8 triệu, và 1,5 triệu đô la Mỹ, tương ứng với từng thành phố Baton Rouge, Sacramento, và Salt Lake City.

Theo tài liệu [Nguồn: *Planting shade trees: landscaping to save energy* http://www.oldhouseauthority.com/archive/tree_article], các nhà khoa học Ram Pandit và David N. Laban đã lấy mô hình khu nhà ở tại Auburn, Alabama để phát triển một mô hình thống kê tính toán cụ thể về tiết kiệm điện năng có được nhờ cây che bóng mát trong môi trường đô thị. Mô hình thực nghiệm này kết nối tiêu thụ điện năng của các hộ dân trong các tháng cao điểm vào mùa hè và mùa đông với tiêu thụ điện năng trung bình các tháng khác, với cách ứng xử của người cư ngụ, mức độ, mật độ, và thời gian che bóng mát trên cấu trúc công trình. Ước tính của họ cho thấy rằng bóng cây, nói chung có liên quan đến giảm (hay tăng) tiêu thụ điện trong mùa hè (hay mùa đông). Vào mùa hè, tiết kiệm năng lượng được tối ưu hóa nhờ có bóng râm mật độ cao còn trong mùa đông, tiêu thụ năng lượng tăng theo tỷ lệ phần trăm bóng mát vào buổi sáng, khi nhiệt độ ngoài trời ở mức thấp nhất. Họ còn phát hiện ra rằng điều kiện che nắng trên công trình có ảnh hưởng đáng kể đến mức tiêu thụ năng lượng trong suốt cả năm, đặc biệt tác động mạnh theo mùa trong năm và theo mật độ che bóng. Trong 3 tháng mùa hè nóng nhất (tháng bảy, tháng tám và tháng chín), độ che phủ bóng cây trong mẫu trung bình là 19,3%. So với một ngôi nhà không có bóng râm, sử dụng điện trong ngôi nhà có bóng râm thấp hơn trung bình là 3,8%. Tuy nhiên, mật độ che phủ dày đặc có tác dụng làm mát nhiều hơn đáng kể trong mùa hè so với bóng râm có mật độ trung bình hoặc nhỏ. Tại một ngôi nhà điển hình với độ che phủ bóng cây trung bình 19,3%, trong những tháng mùa hè thì mật độ bóng cây dày đặc có tác dụng làm giảm mức tiêu thụ điện hàng ngày khoảng 9,3%.

9.5. TỔ CHỨC CÂY XANH CÔNG TRÌNH VÀ CÂY XANH TRONG ĐÔ THỊ

9.5.1. Chỉ số xanh hóa sinh thái

Nguyên tắc tối cao của xanh hóa sinh thái là môi trường đa dạng hóa sinh vật..., thiết kế đa dạng hóa sinh vật ngoài việc đảm bảo lượng xanh hóa đầy đủ, cơ sở quan trọng nhất là đảm bảo chất lượng sinh thái đất xanh. Theo tài liệu [8] “Chỉ số xanh hóa” chính là chỉ số “đảm bảo chất lượng sinh thái đất xanh”, chủ yếu là tạo ra tính đa dạng của thực vật, khí hậu, điều kiện địa lý để tạo nên môi trường sống đa dạng cho sinh vật, chúng ta có thể tập trung vào ba phần: (1) Thiết kế độ đa dạng của thực vật, (2) Xanh hóa thực vật nguyên sinh và thực vật thu hút các loài chim bướm, (3) Xanh hóa "phân tầng lai dị hợp tử" để tiến hành thiết kế sinh thái đất xanh.

(1) *Thiết kế độ đa dạng của thực vật*: Theo chỉ số độ đa dạng Simpson (SDI lý thuyết), số loài cây thân cao trồng ở phần lớn diện tích ít nhất phải nhiều hơn 15 loài (SDI_t \geq 15), số loài dây leo, cây bụi ít nhất phải nhiều hơn 10 loài (SDI_b \geq 10). Cái được gọi là chỉ số dây leo cây bụi SDI_b ở đây bao gồm cây bụi và dây leo lâu năm (dây leo hàng năm không tính). Đồng thời lý thuyết SDI cũng xem xét số lượng các loài thực vật và tỉ lệ của mỗi loài thực vật trong toàn bộ quần thể thực vật, qua đó có thể cho thấy mức độ phong phú và mức độ bình quân của toàn bộ quần thể thực vật chính là chỉ số ổn định sinh thái thực vật tốt được công nhận.

(2) *Xanh hóa thực vật nguyên sinh và thực vật thu hút các loài chim bướm*: Thực vật nguyên sinh là những loài thực vật vô cùng quý giá bởi nó sở hữu kho tàng gen di truyền quý giá nhất, nó không chỉ là loài thực vật thích hợp nhất với điều kiện tự nhiên nơi nó tồn tại mà còn cùng với các loài côn trùng, chim thú và sinh vật đất nơi đây hình thành quan hệ cộng sinh sinh thái tốt. Rất nhiều loài thực vật quy hoạch ngoại lai tốt (gọi là thực vật quê cha đất tổ), cũng có thể xem như loài thực vật nguyên sinh để áp dụng. Đương nhiên cái gọi là thực vật nguyên sinh cũng bắt buộc phải phù hợp với điều kiện địa phương, ví dụ thực vật nguyên sinh ở khu vực bờ biển bắt buộc là các thực vật bờ biển chịu được mặn, gió, như lim, phi lao, dâm bụt vàng,..., hoặc ở những nơi có địa chất phần trắng thì bắt buộc là thực vật chịu được kiềm, như rừng tre nứa, mã đề, người thiết kế chỉ cần dựa vào điều kiện địa lý địa phương để tìm kiếm loại cây trồng thích hợp, chúng có thể được coi là thực vật nguyên sinh.

Ngoài ra đất xanh đa dạng hóa sinh vật cần có khả năng cung cấp môi trường thức ăn đầy đủ cho đa dạng hóa sinh vật, từ đó mới có thể thu hút càng nhiều sinh vật đến cư trú. Rất nhiều khu vực xây dựng thường chặt bỏ

những cây cho hoa trái để thuận tiện cho việc quản lý và hạn chế số loài thực vật đất xanh, đặc biệt là hoa cỏ dại là nguồn thức ăn của các loài côn trùng bị máy cắt cỏ làm sạch hoặc bị cỏ nhân tạo lấn át, khiến cho các loài chim không có quả để ăn, côn trùng không có cỏ làm nơi đẻ trứng, các loài bướm không có mật hoa để hút, ấu trùng không có cỏ nhai, từ đó khiến số lượng các loài sinh vật giảm sút. Do đó để có môi trường đa dạng sinh vật cần giảm tối đa cỏ nhân tạo và khai khẩn càng nhiều đất cỏ hoang, cây bụi trong đất xanh của khuôn viên sân vườn, đồng thời gia tăng các loài thực vật cho mật và thực vật thu hút các loài chim bướm để tăng nền tảng của môi trường đa dạng hóa sinh vật.

Bảng 9.3. Lượng CO₂ cố định trong 40 năm trên diện tích mỗi đơn vị trồng các loại cây trồng ở Đài Loan GI (kg/m²/năm) [8]

Loại hình trồng cây		Lượng CO ₂ cố định GI (kg/m ² /năm)	Độ sâu đất che phủ
Phân tầng sinh thái (khoảng cách giữa các cây thân cao là dưới 3,0m, tính theo diện tích đất cây xanh thực tế)	Khu vực trồng lẫn lộn với mật độ dày cây thân cao to nhỏ, cây bụi, hoa cỏ	1100	Từ 1,0m trở lên
Cây thân cao (khoảng cách trồng giữa mỗi cây thân cao là trên 5m, diện tích cây xanh che phủ kèm thêm là khoảng 25m ²)	Cây thân cao to	900	
	Cây thân cao nhỏ	600	
	Loài cỏ	400	
Cây bụi (mỗi m ² trồng ít nhất trên 4 cây, diện tích che phủ của mỗi cây là khoảng 0,25 m ²)		300	Từ 0,5m trở lên
Dây leo lâu năm (tính theo diện tích che phủ sát với thực tế)		100	
Vườn hoa cỏ, đất cỏ dại tự nhiên, bãi cỏ		20	Từ 0,3m trở lên

Nguồn: Theo tài liệu [8]

(3) Xanh hóa "phân tầng lai dị hợp tử": Các khu cây xanh sử dụng phương án "xanh hóa phân tầng lai dị hợp tử" (tức là các khu vườn trồng lẫn lộn các loài cây khác nhau như: trồng các cây thân cao với độ cao thấp khác nhau cùng với đa dạng của các loài thực vật khác như cây bụi, dây leo, hoa cỏ, thực vật che phủ mặt đất khác nhau, cho phép các hình thái cảnh

nhánh, cây cối sinh trưởng tự do, hỗn độn, ít phải cắt tỉa, quản lý đơn giản nhất. Đồng thời phân tầng lai dị hợp tử bắt buộc phải kèm cả đặc tính “xanh hóa đa dạng các loài thực vật”, không những phải tìm kiếm sự đa dạng của cây thân cao mà có khi loại vườn này có vẻ hơi hỗn độn nhưng đây mới là môi trường sống mà sinh vật ưa thích nhất. Trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay, chỉ tiêu xanh hóa phải tạo ra khả năng hấp thụ khí CO₂ lớn nhất, theo điều tra thống kê [8] thì áp dụng chỉ số lượng xanh hóa, đặc biệt là xanh hóa phân tầng lai dị hợp tử, sẽ đưa ra sự tính toán có lợi đối với BDKH, cũng chính là với việc tính toán lượng CO₂ cố định của xanh hóa phân tầng lai dị hợp tử sẽ cho giá trị lớn nhất, khoảng 1100 kg/m²/năm, tương đương với việc tính toán hiệu quả hấp thụ CO₂ cố định của cây thân cao và cây bụi, điều này có thể khuyến khích xanh hóa sinh thái có chất lượng tốt (bảng 9.3).

9.5.2. Tổ chức cây xanh công trình

Cây xanh và các vườn cây xung quanh công trình có vai trò rất quan trọng, không những về mặt thẩm mỹ mà còn về mặt khí hậu và môi trường, tác động trực tiếp đến đời sống, sinh hoạt và làm việc của con người. Có thể nói, trồng cây xanh là một biện pháp tốt để chống nóng và giảm ô nhiễm môi trường trong không khí mà con người cần phải triệt để lợi dụng.

Có vẻ như là một nghịch lý trong mối quan hệ giữa cây xanh và các tòa nhà. Cây xanh là cần thiết cho công trình nhưng nhiều khi nó lại có tác động tiêu cực đến người dân nếu được trồng không đúng chỗ. Tại các khu nhà ở, không gian xanh giữa các công trình không chỉ là nơi mà người dân đi qua, mà còn là nơi người dân có cơ hội giao lưu nhiều nhất, nhưng độ lớn của bóng cây được tạo ra bởi cây trưởng thành gần cửa sổ có thể gây ra một loạt các vấn đề như: giảm chiếu sáng tự nhiên và giảm thông gió tự nhiên. Các tòa nhà mà không có đủ ánh sáng tự nhiên và thông gió tự nhiên là không thoải mái khi sống và dẫn đến chất lượng cuộc sống giảm, điều này đặc biệt quan trọng trong mùa hè tại các vùng nóng và ẩm. Do đó, việc bố trí cây hợp lý là một cân nhắc quan trọng trong việc thiết kế các không gian xanh giữa các tòa nhà trong khu ở. Có một số tiêu chuẩn quốc gia và của địa phương hiện hành của Trung Quốc liên quan đến khoảng cách tối thiểu cho phép giữa thân cây và mặt tiền công trình có cửa sổ như: yêu cầu đảm bảo khoảng cách 3-5 m (trong Hướng dẫn thiết kế cảnh quan khu dân cư; > 5 m cho thiết kế không gian xanh trong khu dân cư (DB11 / T 214-2003); và ≥ 5

ở phía Đông, ≥ 8 m ở phía Nam, ≥ 4 m ở phía Tây và ≥ 5 m ở phía Bắc, trong Hướng dẫn kỹ thuật cho xây dựng môi trường của khu dân cư mới ở Thượng Hải (Revision).

Trong vấn đề bảo tồn năng lượng cho công trình thì trồng đúng loại cây và đúng chỗ là bước quan trọng nhất trong cảnh quan. Lựa chọn loại cây có hiệu quả sẽ che bóng cho công trình đòi hỏi cần phải xem xét kích thước, hình dạng, và mật độ cây, và vị trí của bóng đổ chuyển động theo chuyển động biểu kiến của Mặt trời. Lựa chọn cẩn thận cây xanh sẽ tạo ra nhiều bóng đổ ở đúng vị trí phù hợp để có hiệu quả trong việc giảm sử dụng năng lượng trong công trình.

Dưới đây là một số hướng dẫn quan trọng về trồng cây để giúp bảo toàn năng lượng:

- Cây có cành lá xum xuê để chặn nhiệt nóng của Mặt trời vào mùa hè, trồng cây rụng lá trong mùa đông ở phía Đông và phía Tây của tòa nhà. Vào mùa đông, các cành cây không lá cho phép ánh nắng mặt trời sưởi ấm ngôi nhà và chiếu qua cửa sổ.

- Trồng cây bóng mát trên sân và dọc đường đi.

- Phần thiết bị ngoài trời của điều hòa không khí đặt ở dưới bóng râm có thể giảm sử dụng 10% năng lượng. Trồng cây bóng mát hoặc cây bụi để che nắng cho giàn nóng nhưng không chặn luồng không khí lưu thông.

- Trồng cây cao có rụng lá trong mùa đông, tán xò rộng (để cung cấp tối đa bóng mát vào mùa hè).

- Chọn loại cây có tán thấp hơn để tạo bóng vào buổi chiều khi mặt trời có góc chiếu thấp hơn (tia nắng xiên khoai).

- Xem xét việc trồng một số giống cây phát triển chậm. Mặc dù cây phát triển chậm có thể cần nhiều năm tăng trưởng chúng mới che được công trình của bạn, nhưng chúng thường có rễ sâu hơn và cành lá mạnh mẽ hơn, có thể chịu hạn tốt hơn và ít bị gãy đổ.

- Trồng thêm các bụi cây, hàng rào, và loại cây dạng dây leo để che nắng các sân chơi, đường đi và vỉa hè. Xem xét việc trồng dàn cây leo che nắng ngoài cửa sổ và tường ngoài, làm giảm nóng trong phòng.

Những năm gần đây, mái nhà xanh là một trong những giải pháp để chống "đảo nhiệt đô thị" với khẩu hiệu "trả lại tự nhiên những gì đã lấy mất" và giảm lượng năng lượng tiêu thụ trong các công trình. Tùy từng nơi có khí hậu, điều kiện thời tiết khác nhau; tùy từng loại vườn, quy mô diện tích và

cách trồng ... mà những khu vườn trên mái mang lại những mức độ tác dụng khác nhau. Nhưng nhìn chung, các khu vườn trên mái có thể:

- Tăng khoảng xanh cho các đô thị, đặc biệt là những đô thị vốn có rất ít không gian xanh. Cây xanh trên mái sẽ hấp thụ nhiệt, đó cũng là giải pháp cho vấn đề giảm hiện tượng "đảo nhiệt đô thị".

- Cây xanh trên mái hấp thụ khí CO₂, lọc bớt bụi trong không khí, giảm tiếng ồn; hạn chế ô nhiễm cho đô thị.

- Làm tăng tuổi thọ mái nhà lên tới 70%.

- Làm giảm dòng chảy của nước mưa trên mái nhà.

- Cải thiện vi khí hậu cho phòng ở trong nhà: mùa đông ấm hơn, mùa hè mát hơn. Như vậy người sử dụng có thể tiết kiệm năng lượng dùng cho hệ thống điều hòa nhiệt độ.

- Là nơi nghỉ ngơi, thư giãn, sinh hoạt cộng đồng cho những người dân cư trú.

- Cung cấp rau xanh, hoa quả, lương thực ... cho con người dân cư trú.

- Tăng giá trị thẩm mỹ cho ngôi nhà nói riêng và cho toàn đô thị, nói chung.

9.5.3. Tổ chức cây xanh đô thị

Ở mỗi đô thị nên có hệ thống cây xanh hoàn chỉnh, bao gồm:

- Vành đai cây xanh xung quanh thành phố (như các loại khu rừng);

- Vành đai cây xanh cách ly vệ sinh (phòng hộ) xung quanh các khu công nghiệp và các đường giao thông chính;

- Hệ thống công viên của thành phố;

- Vườn cây trong các tiểu khu ở;

- Vườn cây trong hàng rào công trình (đặc biệt là trong các bệnh viện, trường học, cơ quan, công trình văn hóa, các nhà máy và trong các biệt thự).

Về chỉ số đánh giá mật độ cây xanh trong đô thị

Người ta thường nói đến quy định chỉ số diện tích đất cây xanh trên mỗi đầu người dân thành phố. Chúng tôi cho rằng chỉ số này chưa hoàn thiện và chưa phản ánh đúng các hiệu quả tác dụng của cây xanh đối với khí hậu và môi trường, mặt khác ở thành phố phát triển, mật độ dân cư có thể tăng bằng cách phát triển thành phố theo chiều cao (thành phố nén), còn diện tích cây xanh thì không thể "lên tầng" giống như nhà nhiều tầng được. Như vậy sẽ xảy ra một điều phi lý là ở thành phố thưa dân thì thừa đất để trồng cây

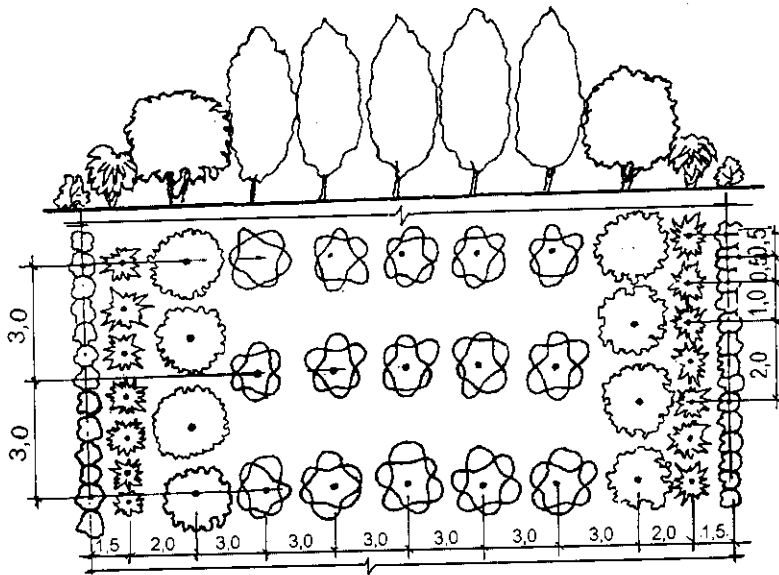
xanh, còn ở thành phố đông dân thì không thể kiếm đâu ra đất trồng cây xanh để cho đạt tiêu chuẩn bình quân diện tích đất cây xanh trên mỗi đầu người dân.

Vì vậy chúng tôi cho rằng nên dùng thêm (bổ sung) chỉ tiêu thứ hai là tỷ lệ diện tích được phủ cây xanh trên tổng diện tích đô thị làm chỉ số khống chế, để đánh giá mức độ tiện nghi phục vụ nghỉ ngơi, giải trí cũng như tiện nghi vi khí hậu và môi trường đô thị. Cần phải tiến hành nghiên cứu để xác định tỷ lệ này cho hợp lý đối với đô thị ở mỗi vùng khí hậu khác nhau (đồng bằng, trung du, miền núi, v.v...). Theo tài liệu nước ngoài tỷ lệ này có thể dao động trong khoảng từ 6 đến 15%. Các Sở khoa học, Công nghệ và Môi trường TP.Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bình Dương đã quy định diện tích cây xanh trong các khu công nghiệp mới ít nhất phải chiếm 15% diện tích toàn khu công nghiệp.

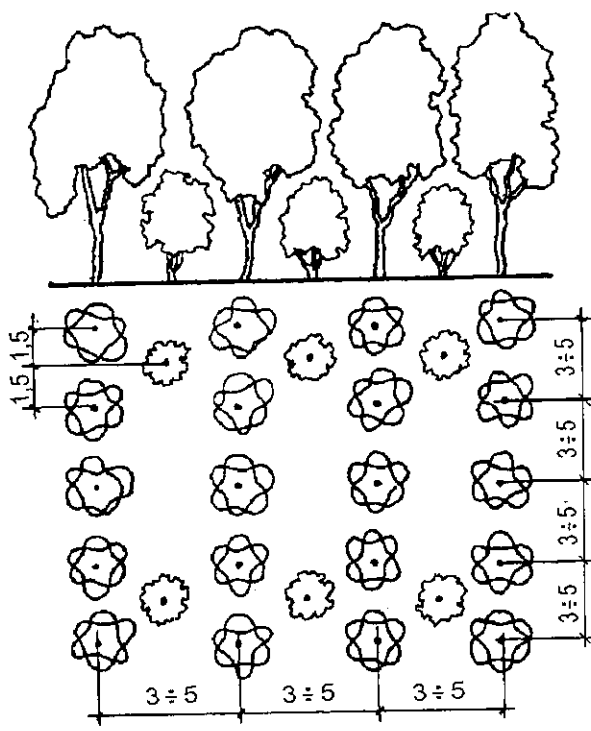
Vành đai cây xanh cách ly vệ sinh đối với các khu công nghiệp và giao thông

Hiện nay ở nhiều thành phố nước ta đã hình thành rất nhiều khu công nghiệp. Ở xung quanh rất nhiều khu công nghiệp ở nước ta hầu như không có khoảng cách ly vệ sinh công nghiệp, do đó cũng không có hệ thống cây xanh để cải thiện vi khí hậu và môi trường, giảm bớt tác động ô nhiễm môi trường của các khu công nghiệp đối với các khu dân cư xung quanh. Vì vậy cần phải có quy hoạch cải tạo vành đai các khu công nghiệp và kiến tạo các dải cây xanh bao quanh. Chiều rộng cách ly vệ sinh cũng như chiều rộng các dải cây xanh bao quanh khu công nghiệp không nên đồng đều ở mọi hướng mà nên tỷ lệ với tần suất gió ở từng hướng.

Phương tiện giao thông cơ giới là nguồn gây ô nhiễm lớn đối với thành phố, đặc biệt là ô tô, xe máy, vì chúng luôn thải ra chất độc hại như khí CO, NO_x, SO₂, C_nH_m, bụi chì, hơi chì, tiếng ồn và phát sinh nhiều bụi. Vì vậy ở hai bên đường ô tô chính cần có các dải cây xanh để giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Ví dụ như ở đường giao thông Hà Nội - Sân bay Nội Bài, các đường giao thông cửa ngõ Thủ đô, các trục giao thông và vành đai La Thành, Vành đai Nam Thăng Long - Thanh Xuân - Pháp Vân, v.v... Các trục đường này nên xây dựng theo kiểu đường Boulevard. Muốn đạt được yêu cầu giảm tiếng ồn, hấp thụ các khí ô nhiễm và cải thiện vi khí hậu thì các dải cây xanh này phải kết hợp các cây có tán, cây có lùm và bụi khóm cây (hình 9.3a,b). Chiều rộng của chúng tối thiểu là 6m và chiều cao 7 - 10m. Khi trồng cây xanh dọc hai bên đường giao thông cần chú ý đến tầm nhìn của lái xe, đặc biệt là ở các chỗ đường cong và chỗ đường rẽ.



Hình 9.3a. Bố trí các dãy cây xanh hai bên đường hay trong vành đai cách ly công nghiệp, các hàng giữa là cây tán lá cao, hai bên là các dãy cây có tán lá thấp và các lùm cây.



Hình 9.3b. Bố trí xen kẽ các dãy cây xanh có tán lá cao và các dãy cây có tán lá thấp, lùm cây

Các dải cây xanh dọc theo các sông ngòi của đô thị

Trong nội thành của nhiều đô thị ở nước ta thường có nhiều sông ngòi, hệ thống sông ngòi đồng thời cũng là hệ thống thoát nước mưa. Vì vậy cần kiến tạo các dải cây xanh hai bên bờ sông ngòi để chúng cộng tác dụng với mặt nước trong việc cải thiện vi khí hậu của thành phố, đồng thời các dải cây xanh này còn có tác dụng hấp thụ một phần các chất ô nhiễm môi trường nước thải và môi trường đất. Mặt khác nó còn có tác dụng bảo vệ dòng chảy, chống dân lấn chiếm đất lưu không.

Hệ thống công viên nội thành

Hiện nay trong nội thành ở nhiều thành phố đã hình thành hệ thống công viên tương đối hoàn chỉnh. Ví dụ như ở Hà Nội đã bao gồm các công viên: Công viên Thống Nhất, Thủ Lệ, Bách Thảo, Tuổi Trẻ (Thanh Nhàn), Đống Đa, công viên Trung Liệt và v.v... Ngoài ra còn có các vườn dạo cảnh như: Chí Linh, Lý Tự Trọng, Tây Hồ, Con Cóc, Xung quanh Hồ Gươm, hồ Thiên Quang, hồ Ba Mẫu, hồ Ngọc Khánh, hồ Giảng Võ, v.v... Mục đích của các công viên này là kết hợp giữa yêu cầu cải thiện khí hậu môi trường của thành phố với nhu cầu giải trí, thư giãn, vui chơi, hội hè và sinh hoạt của nhân dân.

Kinh nghiệm của các nước chứng tỏ mức độ tiện nghi dễ chịu môi trường của các hoạt động trong các công viên phụ thuộc vào kích thước (độ lớn) của công viên, như ở bảng 9.4 thể hiện.

Bảng 9.4. Tỷ lệ diện tích trong công viên có môi trường tiện nghi phụ thuộc vào độ lớn của các công viên

Diện tích công viên	Chiều rộng trung bình của công viên (m)	Tỷ lệ diện tích của môi trường tiện nghi (%)	Tỷ lệ diện tích bị tác động xấu của ô nhiễm môi trường (%)		
			Tiếng ồn	Bụi bẩn	Ảnh hưởng của nhóm ngó
3	100	9	91	83	33
7	150	29	71	64	24
20	250	50	50	44	15
50	400	68	32	28	10
113	600	78	22	19	6

Nguồn: Trung tâm thông tin khoa học kỹ thuật, Bộ Nhà ở và kinh tế công cộng Liên Bang Nga, "Lục hóa khu dân cư", tập 2 (19), Matxcova, 1976.

Xét bảng 9.4 ta thấy: để đảm bảo tối thiểu có 50% diện tích trong công viên đạt điều kiện sử dụng tiện nghi thì diện tích công viên phải đạt từ 20 ha trở lên. Điểm này cần lưu ý đối với các công viên đang hoặc sẽ được xây dựng ở các thành phố nước ta.

Chúng tôi cho rằng hệ thống công viên ở Hà Nội đã có sự phân bố tốt, phong phú, nhưng chất lượng còn thấp, đặc biệt là hệ thống cây xanh, giao thông và công trình phục vụ trong công viên trong thành phố Hà Nội còn thấp kém.

Theo tài liệu [8] khi quy hoạch mạng lưới các khu cây xanh công cộng (vườn hoa, công viên... trong đô thị) thì cần phải xét đến các hiệu ứng sau đây:

(1) *Hiệu ứng diện tích*: Diện tích khu cây xanh càng lớn thì càng bảo đảm cho sự kiện toàn của quần thể của động, thực vật sống trong khu cây xanh, đồng thời có lợi cho phát triển sinh thái.

(2) *Hiệu ích chu vi bên ngoài*: Phía ngoài chu vi của các khu cây xanh càng dài thì càng dễ chịu các tác động tiêu cực từ bên ngoài, do đó vùng xanh cùng diện tích, hình tròn thường ưu việt hơn hình e-líp, hình vuông ưu việt hơn hình chữ nhật, khu cây xanh với dạng hình tròn hoàn chỉnh sẽ có lợi cho môi trường sinh thái.

(3) *Hiệu quả cự ly*: Cự ly giữa các khu cây xanh trong đô thị càng gần nhau càng dễ dàng tiến hành sự di động của các loài động vật, càng có lợi cho sự đa dạng của quần thể thực vật, do đó khoảng cách giữa các khu cây xanh không nên cách quá xa nhau, do vậy khi lập quy hoạch đô thị phải tiến hành điều tra khu cây xanh và các vùng hoạt động của các động vật, tránh hai vùng xa nhau quá, ảnh hưởng đến sinh vật và sự hoạt động của chúng.

(4) *Hiệu quả liên kết*: Hệ thống các khu cây xanh công cộng và vùng xanh xung quanh liên kết với nhau để hình thành nên hành lang dạng vành đai cây xanh, có thể thúc đẩy sự chuyển động sinh vật đồng thời thúc đẩy sự liên kết giữa các tuyến đường và mạng lưới cây xanh.

Các vườn cây xanh trong các khu đô thị, khu nhà ở có ý nghĩa rất quan trọng, nhưng rất tiếc rằng trong thời gian qua và hiện nay do nhu cầu diện tích xây dựng nhà ở bùng nổ ở nhiều thành phố, nên nhiều diện tích cây xanh ở các tiểu khu ở đang bị thu hẹp và xóa dần. Vì vậy cần phải có kế hoạch phục hồi và phát triển diện tích cây xanh này ở các thành phố.

9.6. THIẾT KẾ VƯỜN CÂY XUNG QUANH NHÀ, CÂY XANH TRÊN TƯỜNG VÀ CÂY XANH TRÊN MÁI NHÀ

9.6.1. Thiết kế vườn cây xung quanh nhà

Các vườn cây trong hàng rào công trình có vai trò rất quan trọng, không những về mặt thẩm mỹ kiến trúc mà còn về mặt vi khí hậu và môi trường, vì các vườn cây này nằm rải rác khắp nơi và trực tiếp với đời sống, sinh hoạt và làm việc của con người.

1. Bảo tồn tầng đất bề mặt

Để bảo tồn và phát triển hệ sinh thái xung quanh các công trình xây dựng, khi thiết kế và thi công xây dựng công trình cần phải bảo tồn “Tầng đất bề mặt” xung quanh công trình, tức là các tầng đất bề mặt nguyên thủy của khu vực chưa bị khai phá, nó đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong việc bảo vệ và duy trì môi trường sinh thái, nó hàm chứa cơ chất đất, đồng thời tính thẩm thấu tốt, không những cung cấp môi trường tốt cho sự trưởng thành cần thiết cho thực vật, đóng góp tương đối lớn cho sự tích trữ nước mưa, giảm bớt tạp chất ô nhiễm, sự nóng lên của khí hậu. Trong điều kiện tự nhiên, thực vật trải qua từ 100 đến 400 năm bị che phủ mới có thể tạo ra tầng đất bề mặt này dày khoảng 1cm, từ đó có thể cho thấy độ khó khăn tạo thành và tính quan trọng của lớp đất bề mặt này. Tuy nhiên hành vi của con người và sự khai thác không đúng mức khiến cho lớp đất bề mặt dần dần bị biến mất, do vậy ở đây đề ra kỹ thuật về phương thức bảo tồn tầng đất bề mặt và những điểm cần lưu ý khi phát triển công trình xây dựng nhằm bảo đảm điều kiện để cây xanh phát triển tốt.

- *Kế hoạch bảo tồn tầng đất bề mặt:* (i) Khi bố trí công trình nên thuận theo địa hình, địa mạo vốn có, tránh đào quá nhiều, đảm bảo sự cân bằng đào và lấp khiến cho tầng đất bề mặt không bị phá hại; (ii) Trước khi thi công, cần thiết phải xem xét những vấn đề như kế hoạch bảo tồn tầng đất bề mặt, phạm vi khai phá, khu vực thu gom chất đồng tầng đất bề mặt, khu vực bồi đắp lại tầng đất bề mặt;

- *Công việc liên quan đến bảo tồn tầng đất bề mặt:* (i) Trước khi thi công, tất cả tầng đất bề mặt đều phải được di chuyển đến nơi khác để đợi đến khi hoàn công công trình thì di chuyển chúng về lại chỗ cũ làm tầng đất bề mặt; (ii) Để tránh tầng đất bề mặt bị khô và thoái hóa nguy hại đến sự sinh tồn của vi sinh vật trong đất, những đồng đất bề mặt có kích thước nhỏ hơn 3m, độ cao nhỏ hơn 1,3m, thì bắt buộc phải để ở những nơi râm mát ẩm

ướt; (iii) Phía trên đồng đất bề mặt có thể trồng cây đậu hoặc trồng cỏ để bao phủ;

- *Những việc khi bồi hoàn tầng đất bề mặt*: Độ dày của tầng đất bề mặt khi bồi hoàn bắt buộc phải có độ dày khoảng 1,0 m mới có thể đảm bảo cho hoạt động phân giải vi sinh vật, côn trùng, làm cho quần thể sinh thái thực vật nhanh chóng phục hồi ở mức ổn định.

2. Bố trí cây trồng xung quanh nhà

Cần hết sức chú ý đến các vườn cây trong các nhà máy, trường học, bệnh viện, các công trình công cộng và các biệt thự. Yêu cầu đối với vườn cây trong mỗi công trình có khác nhau, vì vậy cần phải tìm hiểu đặc tính lý-hóa- sinh của các loại cây xanh để chọn cây trồng cho đúng chủng loại. Ví dụ đối với bệnh viện nên chọn các loại cây có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm môi trường, đối với các trường học nên chọn các loại cây tạo bóng mát, giảm bức xạ mặt trời, để che mát sân chơi của các cháu học sinh, v.v...

Nhân dân ta đã có phương ngôn “trước nhà trồng cau, sau nhà trồng chuối”. Điều đó rất có cơ sở khoa học, bởi vì cây cau có thân thẳng, tán lá cao nên che nắng tốt nhưng không cản gió, không cản tầm nhìn, còn chuối thì um tùm rậm rạp, có tác dụng cản gió tốt, cho nên, trong mùa hè gió Đông Nam có thể thổi thẳng vào mặt nhà (vì nhà nông thôn thường là nhà một tầng và quay hướng Đông Nam) và gió Đông Bắc trong mùa Đông sẽ được vườn chuối chắn lại.

Việc bố trí cây xanh trong kiến trúc phải dựa trên 3 cơ sở sau (xét đơn thuần về vi khí hậu) [3]:

- Có tác dụng giảm nhiệt độ cho công trình hay tiểu khu, tạo thành các khối không khí mát thổi vào nhà;

- Có tác dụng che nắng cho công trình, đường phố và làm giảm bức xạ phản xạ có hại;

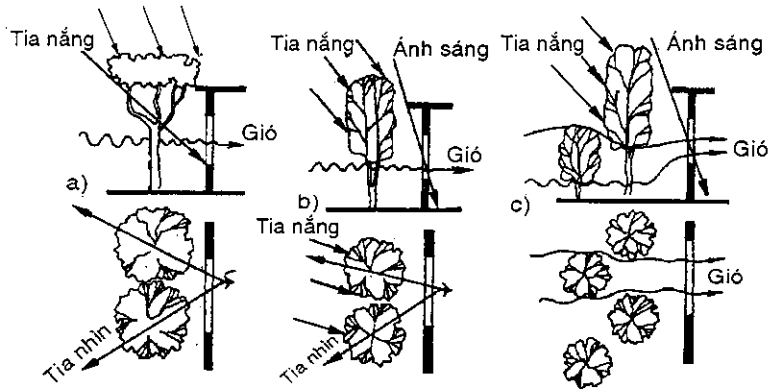
- Không cản gió mát trong mùa hè và có tác dụng chắn gió lạnh trong mùa đông.

Hình 9.4 giới thiệu một vài kiểu trồng cây trước nhà, đảm bảo yêu cầu che nắng, lấy ánh sáng, thông gió tốt và không hạn chế tầm nhìn. Nói chung, trước mặt nhà hướng Nam nên trồng các cây có tán lá cao và lớn, thân cây thẳng hoặc lá kim thưa, như là cây cau, cọ, dừa, xoan, thông, v.v...

a) Cây có tán cao và rộng hình ô;

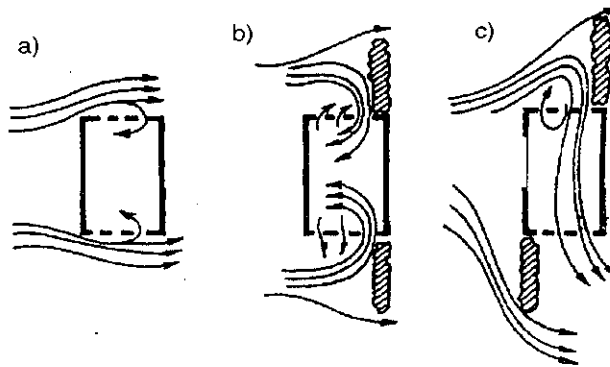
b) Cây có tán hình trụ tròn;

c) Phối hợp giữa cây thấp và cây cao.



Hình 9.4. Một vài cách bố trí trồng cây trước cửa sổ

Phía có gió lạnh thổi mùa đông thì chọn các cây có tán lá lớn, hình trụ, có cành, lá từ gốc đến ngọn, hoặc lá rậm rạp như chuối, chè, mít, phi lao v.v... Khi trước nhà có lùm cây thấp hoặc đậu cây và hàng cây cao thì nên bố trí hàng cây cao gần nhà hơn để có tác dụng che nắng cũng như đảm bảo gió xuyên vào phòng, không nên bố trí như hình 9.2.



Hình 9.5. Ảnh hưởng của cách bố trí hàng rào cây xanh đến trường gió trong nhà

Nếu bố trí hàng rào cây xanh ở cạnh nhà hợp lý thì cũng có tác dụng cải thiện điều kiện thông gió trong phòng (hình 9.5).

Việc tổ chức trồng cây xanh trong thôn xóm nước ta có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, vì ở đây nhà đều là thấp tầng, mật độ xây dựng không cao, cây cối nhiều. Nếu không tổ chức vườn cây tốt thì không tận dụng được khai thác gió và đất, cũng không được tận dụng canh tác triệt để. Nếu xung quanh nhà có lũy tre hoặc đậu cây bọc kín thì nhà sẽ bí gió. Mặt khác, vì sân vườn các nhà thường là liền nhau, nên có khi hàng cây có tác dụng tốt cho nhà này, lại có tác hại cho nhà kia.

Trong thành phố, việc tạo thành các công viên rộng lớn ở đầu hướng gió để làm mát không khí, hoặc ở giữa thành phố tạo thành các vùng không khí có nhiệt độ thấp, có ý nghĩa rất lớn về mặt vệ sinh thành phố. Cây xanh ở dọc các đường phố có tác dụng che nắng cho mặt đường rất tốt, giảm bức xạ bề mặt và tạo thành các ống thông gió trong thành phố.

Trong kiến trúc dân gian cũng như kiến trúc hiện đại, người ta còn dùng các loại dàn hoa, dàn cây leo (thiên lý, mướp, bầu, bí, nho v.v...) theo kiểu thẳng đứng, nằm ngang hay chắn trước cửa sổ. Công dụng của các dàn cây leo này là che nắng cho cửa sổ và tường ngoài, làm giảm nóng trong phòng rõ rệt. Nhiều khảo nghiệm đã chứng tỏ, nhờ có dàn cây leo che nắng ngoài cửa sổ mà nhiệt độ trong phòng giảm đi trung bình từ $0,7 - 0,8^{\circ}\text{C}$, biên độ giao động của nhiệt độ trong phòng cũng giảm đi $0,9 - 1,3^{\circ}\text{C}$.

Cũng cần chú ý khi chọn cây trồng xung quanh nhà hay cây leo trên cửa sổ, nên chọn các loại cây rụng lá trong mùa đông để đảm bảo trong mùa đông nắng có thể sưởi ấm cho phòng. Đối với các công trình kho tàng cần chống ẩm thì nên tránh trồng cây xung quanh nhà, vì chúng gây ra độ ẩm lớn và dễ gây mầm mống cho phát triển sâu bọ, mốc mối, tốt nhất là bố trí kho tàng vào chỗ quang đãng, thông thoáng.

Tóm lại, trồng cây xanh là một biện pháp tốt để chống nóng và giảm ô nhiễm môi trường trong xây dựng, chúng ta cần triệt để lợi dụng. Muốn vậy, trước hết cần điều tra các số liệu cơ bản của cây như kích thước tán lá, phạm vi rễ cây sinh trưởng (để tránh tình trạng rễ cây phá hỏng nền móng công trình), tuổi thọ, khả năng cản bức xạ, giảm phản xạ, xuyên sáng và hiệu quả giảm ô nhiễm môi trường của cây, v.v... có như vậy, việc sử dụng cây xanh mới thực sự có tác dụng tốt.

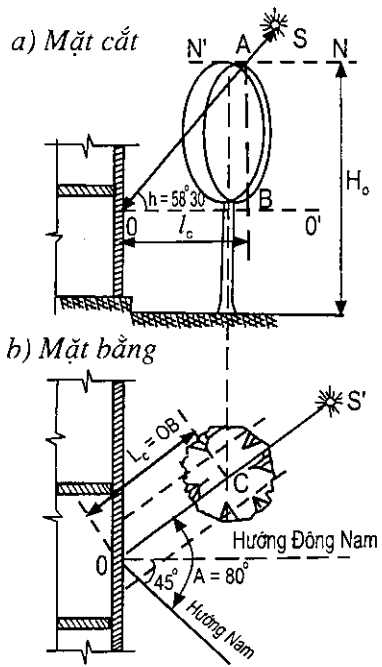
Khi thiết kế bố trí cây xanh trong công viên hay xung quanh công trình theo yêu cầu che nắng, cần giải bài toán nghịch với bài toán xác định bóng đổ hay bài toán về chiếu nắng.

Ví dụ: Xác định vị trí trồng cây ở cạnh nhà để đảm bảo bóng của lùm cây che râm toàn bộ cửa sổ của một phòng hướng Đông Nam, nhà xây dựng ở Hà Nội. Thời gian cần che nắng cho cửa sổ là 8 giờ sáng trong ngày trung bình của tháng VIII.

Giải [3]: Muốn che nắng cho toàn bộ cửa sổ, kích thước của lùm cây phải bằng hoặc lớn hơn cửa sổ, vì chiều ngang bóng của vật do tia nắng chiếu trên mặt phẳng song song với nó sẽ có kích thước đúng bằng vật đó. Từ hình quỹ đạo chuyển động biểu kiến của Mặt trời ta có: lúc 8 giờ sáng trong ngày đặc trưng của tháng VIII có góc độ cao Mặt trời $h = 58^{\circ}30'$, góc

phương vị $A = 80^\circ$. Từ mép trên của cửa (điểm O) vẽ đường nghiêng OS làm với mặt phẳng nằm ngang có độ cao bằng độ cao H_0 của lùm cây. Đường NN' cắt đường OS tại điểm A. Từ điểm A kẻ đường thẳng đứng, gặp đường OO' tại điểm B. Độ dài $l_c = OB$ chính là khoảng cách giữa vị trí trồng cây và trục của cửa sổ theo hướng tia mặt trời chiếu trên mặt ngang.

Do đó trên mặt bằng (hình 9.6b) ta xác định hình chiếu của tia mặt trời OS', làm với phương Nam một góc $A = 80^\circ$. Trên đường OS' xác định một điểm C cách O một đoạn l_c đúng bằng OB. Điểm C chính là vị trí trồng cây ta cần tìm.

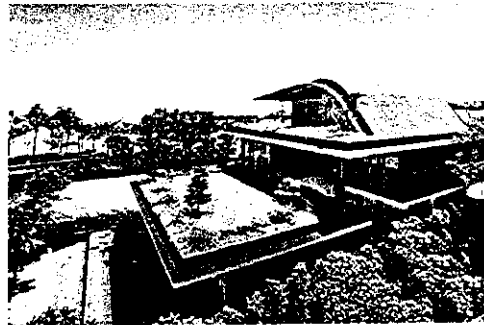


Hình 9.7. Cây xanh bao phủ hành lang công trình

Hình 9.6 (trái). Phương pháp xác định vị trí trồng cây theo yêu cầu chắn nắng cho cửa sổ



Hình 9.8. Cây xanh bao phủ mái giát khác



Hình 9.9. Các thảm cỏ che phủ mái công trình

3. Thiết kế sân vườn giữa nhà (trung đình) [8]

Sân vườn ở giữa nhà - vùng xanh ở giữa nhà (trung đình) và vùng xanh ở bên ngoài xung quanh công trình là nơi quan trọng để tạo ra nơi sinh cư của sinh vật, nếu như có thể nâng cao được sự đa dạng hóa của các vùng xanh này, giảm sự trở ngại của công trình đối với các loại sinh vật tới mức thấp nhất, vùng xanh được đặt ở xung quanh công trình hoặc ở vị trí trung tâm của công trình thì chúng sẽ trở thành nơi lý tưởng cho sinh vật sinh sống. Sân vườn giữa nhà phong phú mà đa dạng sinh học mới có thể duy trì được sự kiện toàn và cân bằng lâu dài của hệ sinh thái.

Bố trí sắp đặt công trình:

- Giảm thấp tỉ lệ che chắn của công trình, để diện tích vườn xanh lớn hơn, xét về diện tích mặt bằng thì số tầng nhà càng tăng cao thì có thể thu hẹp mặt bằng công trình nhỏ hơn để đòi lấy diện tích sân vườn giữa nhà càng lớn.

- Tăng thêm tỉ lệ mở cửa của công trình: Tường của công trình vốn là một trong những nhân tố gây trở ngại cho sự di chuyển của sinh vật, nếu như có thể mở được nhiều cửa lớn trên bề mặt tường của công trình sẽ càng tạo cho sinh vật có nhiều cơ hội để có thể ra vào được sân vườn ở giữa nhà, độ cao của cửa mở tốt nhất có thể bao gồm nhiều độ cao khác nhau đi qua, như vậy mới có thể khiến cho các loài chim bay ở những độ cao khác nhau, thậm chí là những sinh vật bò sát ở dưới mặt đất cũng có thể ra vào được sân vườn ở giữa nhà.

- Việc quyết định phương hướng mở cửa tường: Hướng mở cửa tường có thể quyết định độ liên kết xanh của vùng xanh ở giữa nhà và vùng xanh 4 xung quanh nhà, cụ thể là cửa mở đối diện với vùng xanh xung quanh nhà, nhất là đối diện với vùng đất trống xung quanh với công trình khác nhau, tạo cho vùng xanh ở bên trong và bên ngoài công trình có thể liên hệ được với nhau, giảm bớt sự cản trở đối với sự di chuyển của sinh vật. Ngoài ra, hướng mở cửa nếu như hướng về phía Đông, Tây hoặc là hướng Nam thì ánh sáng mặt trời có thể chiếu dọi vào đến vùng xanh ở giữa nhà qua cửa mở, như vậy cây cỏ mọc tốt hơn, cây ăn quả ra hoa kết trái nhiều hơn, chất lượng vùng xanh trung đình càng tốt hơn, nguồn thức ăn càng nhiều thì những sinh vật kiếm mồi, sinh sống cũng càng nhiều lên. Không nên chỉ chú trọng trồng những loại cây mang tính mỹ quan, sinh trưởng và phát triển nhanh, chỉ có những mảng xanh mà ở đó có đa dạng thực vật: cây kiêu mộc, cây bụi, cây cỏ thụ, cây cỏ dại bò leo v.v..., mới có nhiều cơ hội cho sinh vật sinh tồn và phát triển. Tránh những thiết kế các mảng xanh bên trong và xung quanh

công trình đơn điệu, ít giống loài, bởi vì như vậy không những giảm đi rất nhiều không gian sinh thái đa dạng mà sẽ tạo ra một công trình không phù hợp với môi trường tự nhiên, lãng phí tài nguyên thiên nhiên.

- Phương thức xanh hóa không gian xung quanh nhà không chỉ xem xét từ góc độ nhu cầu thẩm mỹ của con người mà cần phải làm sao các mảng xanh tạo ra môi trường cho rất nhiều sinh vật có chỗ trú chân, cây hắc bản vừa thẳng đứng vừa sinh trưởng nhanh, không hấp dẫn được các loài chim; mảng xanh cần phải có nhiều loại cây trồng, nhiều phương thức trồng trọt với các tầng, các lớp cây khác nhau, nhiều loại cây ăn quả mới có thể tạo ra vùng xanh đa dạng chất lượng tốt, từ đó mới thu hút nhiều loại sinh vật đến sinh sống.

4. Thiết kế hàng rào sinh thái quây xung quanh công trình [8]

Hàng rào sinh thái vây quanh công trình: Trước đây người ta thường thích dùng xi măng và gạch, đá, làm tường vây xung quanh công trình trông rất kiên cố, nhưng lại không sinh thái và làm cho không gian trở nên chật hẹp. Kiểu tường vây này làm ngăn cách sự giao lưu của các sinh vật giữa bên trong và bên ngoài vườn cây của căn nhà, mặt tường trắng sáng sẽ có thể làm cho những sinh vật sinh tồn trong những lỗ hổng gần đó biến mất. Nên thay đổi áp dụng lan can gỗ hoặc xếp đá tạo thành tường thấp để có lợi cho sự giao lưu và sinh tồn của sinh vật.

Hàng rào sinh thái chính là nơi cung cấp một môi trường nhiều lỗ hổng để cho sinh vật có thể sinh trưởng. Môi trường này làm cho sinh vật trở nên phong phú hơn, là nơi tốt nhất để cho sinh vật bậc thấp sinh sống, vừa thích hợp với sự sinh trưởng của hoa dại, cỏ dại, cây dạng bò leo, cũng thích hợp cho việc cung cấp thức ăn, làm tổ cho côn trùng cánh cứng, tiểu côn trùng. Môi trường sử dụng đá viên, giàn dây leo, gạch lỗ tạo nên sẽ tạo ra hệ thống sinh thái tự nhiên quy mô nhỏ gọi là “thiên nhiên thu nhỏ”.

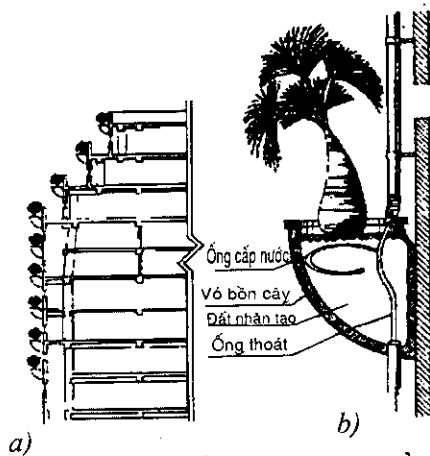
- Lợi dụng sắp xếp các loại cây bụi thành hàng rào quây tự nhiên là phương pháp xử lý tốt.

- Môi trường nhiều lỗ hổng phong phú mới có thể có môi trường sinh vật đa dạng hóa, phương thức sắp xếp khác nhau có thể duy trì trạng thái độ ẩm khác nhau, phần đáy ẩm ướt rất có lợi cho sự sinh tồn của sinh vật.

- Đường biên sinh thái có thể sử dụng đá to hoặc là những nguyên vật liệu đúc sẵn để quây lại, có thể dùng đá nhỏ ở tầng hậu để bổ sung khe trống, bên ngoài những viên đá to sau một thời gian tự nhiên sẽ có một lớp bao phủ thực vật.

9.6.2. Thiết kế cây xanh trên ban công và trên mặt tường nhà [8]

Ở thành phố - tắc đất là tắc vàng, nên muốn có nhiều đất cây xanh, công viên quả không phải là dễ dàng, nhưng có thể thông qua “xanh hóa bề mặt tường, xanh hóa ban công, xanh hóa mái nhà” (hình 9.7, hình 9.8 và hình 9.9) để tăng các biện pháp “điểm xanh” sẽ gia tăng lượng xanh hóa của cả thành phố, từ đó giảm nhiệt độ trong phòng, tăng hiệu quả giảm thiểu hiệu ứng “đảo nhiệt đô thị” ở thành phố. Đặc biệt sau khi tiến hành xanh hóa bề mặt tường có thể giảm nhiệt độ của bề mặt tường một cách hiệu quả xuống tới 10~14 độ và nhiệt độ trong phòng có thể hạ thấp hơn 1,5~2,0 độ (như thể hiện ở hình 9.1 và hình 9.2), đồng thời giảm tải trọng hoạt động của hệ thống máy điều hòa không khí một cách có hiệu quả.



Hình 9.10. Cấu tạo bồn trồng cây trên mặt đứng công trình;
a) Mặt cắt công trình;
b) Chi tiết mặt cắt bồn cây

Các loại thiết bị xanh hóa bề mặt tường

- Thiết bị hỗ trợ bề mặt tường: có thể dùng dây chằng và đinh ốc cho nửa trên, cố định lưới dây thép ở phần dưới bức tường, nửa dưới thì chôn xuống đất, để thực vật men theo lưới dây thép hình lăng trụ để leo lên cao.

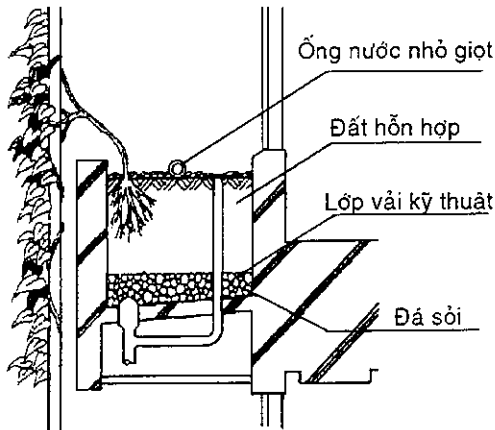
- Thiết bị các bảng gắn trên bề mặt tường: cố định các bảng lên bề mặt tường, lợi dụng không gian tách ra để cho đất và thiết bị tưới nước vào để trồng cây. Cửa hàng bách hóa Ikebukuro Seibu, Nhật Bản, đã lợi dụng dạng bảng gắn lên bề mặt của tường để xanh hóa mặt tường, đó là một ví dụ thực tế của xanh hóa mặt tường, cây được trồng là cây bách bá địa.

- Dạng máng, hộp trồng cây gắn cố định trên mặt tường: tận dụng các hộp, các chậu trồng cây cố định trên bề mặt tường để tiến hành xanh hóa mặt tường (hình 9.10), là ví dụ thực tế đã được tận dụng tại các tòa nhà Organic ở Osaka- Nhật Bản, sử dụng 51 loài thực vật và các loài thực vật của 15~20 quốc gia khác như cây cối, hoa trường xuân nhỏ v.v...

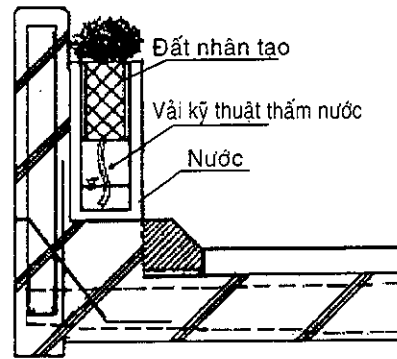
Quản lý việc duy trì xanh hóa bề mặt tường:

- Về mặt thiết bị:

+ Thiết bị cấp nước cho cây treo trên mặt tường có thể là thiết bị tưới cây dạng nhỏ giọt (hình 9.11) hay sử dụng vải kỹ thuật hút nước làm ẩm đất trồng cây (hình 9.12).



Hình 9.11. Mặt cắt bên cây trên mặt tường với thiết bị tưới cây dạng nhỏ giọt



Hình 9.12. Mặt cắt bên cây trên mặt tường dùng vải kỹ thuật hút nước cấp nước cho cây hoa

+ Các thiết bị như treo lên, hạ xuống dần cây trên mặt tường: sau một khoảng thời gian sử dụng cần phải kiểm tra, sửa chữa giá đỡ bị mục nát. Dự phòng nguyên vật liệu thay thế, bởi vì khi mục nát sẽ bị rơi xuống, điều này vô cùng nguy hiểm nên phải chú ý duy trì sửa chữa kịp thời.

+ Thiết bị làm sạch nước: cần phải thường xuyên kiểm tra thiết bị làm sạch nước tự động, sửa chữa, xem ống nước có bị lão hóa hay không và vòi nước có bị tắc nghẽn hay không. Ngoài ra việc tắc lỗ thoát nước sẽ dẫn tới rễ cây bị thối rữa v.v... nên nhất định phải làm sạch thường xuyên các ống thoát nước.

- Về mặt trồng cây:

+ Chỉnh sửa cắt tỉa, tách cành: thực vật dây leo phát triển quá rậm rạp, quấn vào các vật kiến trúc và thiết bị, không những sẽ làm mất đi mỹ quan của xanh hóa, mà còn dễ dẫn tới trục trặc máy móc, thiết bị, vì vậy cứ khoảng hàng năm cần dựa vào tình hình thực tế mà chỉnh sửa cắt tỉa cây xanh. Việc để cành và lá cây quá chông chéo cũng sẽ dẫn tới khó phát triển cành lá bên trong và dễ sinh bệnh biến do côn trùng có hại gây nên, do đó bắt buộc cành phải cách xa nhau một khoảng cách thích hợp.

+ Diệt cỏ định kỳ: diệt cỏ định kì, nhưng tránh làm mất đi chất dinh dưỡng của nước và phân bón.

+ Phun phân bón định kỳ: nếu phát hiện màu lá nhạt dần, bề mặt lá nhỏ dần, có thể do thành phần dinh dưỡng không đủ, nên bình thường cần phải phun phân bón ẩm và loại phân có hiệu quả lâu dài.

+ Phòng chống sâu bệnh định kỳ: một khi phát hiện ra sâu bệnh gây hại thì trước khi sâu bệnh nhân rộng, nhất định phải nhanh chóng đưa ra những biện pháp diệt sâu bệnh kịp thời, hiệu quả.

+ Đồi mới định kỳ: phát triển thực vật với số lượng lớn, vài năm sau khi cây trồng có thể sẽ xuất hiện tình trạng không có lá ở các phần thân cây cơ bản. Nếu hiệu quả xanh hóa thấp có thể cắt dây leo từ phần gốc, chỉnh sửa cành mới mọc hoặc đồi mới, thay thế cây trồng.

Những điều cần chú ý:

- Tiến hành xanh hóa bề mặt tường cần lựa chọn những cây leo thích hợp, xử lý ôn hòa những ảnh hưởng của phần rễ cây đối với bề mặt tường của công trình kiến trúc, trước tiên cần kiểm tra cẩn thận bề mặt tường như phát hiện những chỗ có vết nứt thì phải tiến hành sửa chữa ngay, hạn chế những bức tường bị rễ cây làm hư hại, cố gắng giữ được những nét chạm trổ trên thiết bị hỗ trợ leo lên và trên bề mặt tường.

- Nếu chỉ trồng một loài cây thì dễ xuất hiện côn trùng gây hại, tốt nhất là chọn trồng nhiều loài cây đa dạng gen, phù hợp với quan điểm “đa dạng hóa sinh vật”.

- Xanh hóa bề mặt tường trước tiên cần suy xét dựa trên quy hoạch kiến trúc và thiết kế cấu trúc mới có thể đạt được yêu cầu về mỹ quan, an toàn, bền vững và đạt hiệu quả về nhiệt cao nhất.

9.6.3. Thiết kế cây xanh trên mái nhà [8]

Trồng cây xanh trên mái nhà đã trở thành đặc điểm nổi bật của công trình xanh ở các nước trong vùng khí hậu nhiệt đới (hình 9.8, hình 9.9). Việc trồng cây xanh trên mái nhà thường gặp phải các vấn đề kỹ thuật và sinh thái như sau: lựa chọn các loại cây trồng sao cho phù hợp sống ở trên mái nhà, tăng tải trọng (độ nặng) trên mái, tưới đủ nước cho cây, chống thấm nước cho mái nhà, thoát nước chống úng nước làm thối rễ cây, tránh rễ cây làm hư hỏng mái nhà, v.v... kỹ thuật này tập trung vào các biện pháp kỹ thuật và những điều cần chú ý sau đây:

1. Xem xét về môi trường

- Tránh gió - chịu gió tốt và lựa chọn trồng những loại cây có thể chịu gió tốt;

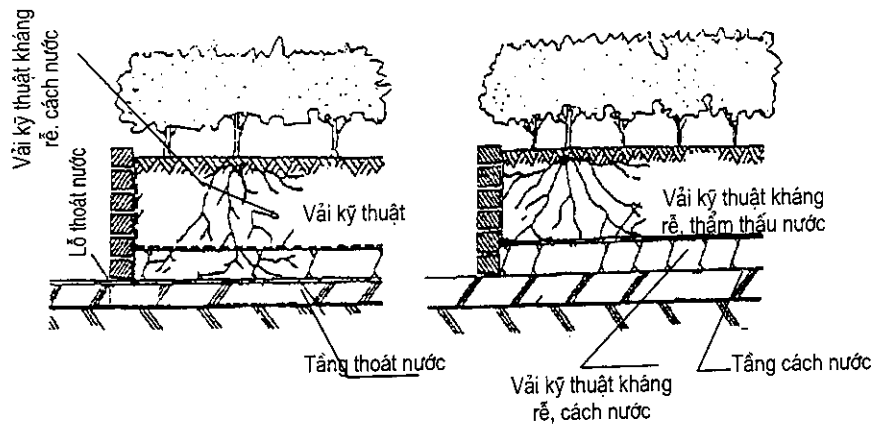
- Bức xạ mặt trời - nhiệt độ trên mái thường cao hơn, nên cần chú ý khi lựa chọn trồng các loài thực vật có thể phát triển với nhiệt độ nóng lạnh hơn các loài cây thông thường, đồng thời cần chú ý những tác hại khi tia nắng mặt trời quá nhiều gây hại cho thân cây và lá cây.

2. Xem xét về tải trọng nặng nhẹ trên mái

- Tính toán liên quan đến tải trọng nặng nhẹ trên mái - trước tiên cần đảm bảo điều tất yếu mà thực vật cần là độ dày của lớp đất trồng cây, tính toán đất nặng và nguyên liệu thoát nước dựa vào trọng lượng khi ẩm ướt. Trọng lượng của cây cần tính dựa vào sự thay đổi về trọng lượng và tuổi sinh trưởng sau khi trồng, ngoài ra cũng cần dựa vào các loại hình thao tác khác nhau để xem xét đất trồng và tầng thoát nước thực tế ra sao; Bảng 9.5 là bảng phân loại đất nhân tạo dùng để trồng cây trên mặt tường và trên mặt mái; Bảng 9.6 cho các thông số tính toán đối với tầng đất nhân tạo trồng cây xanh.

- Xem xét về vị trí - nơi tập trung tải trọng được hình thành do trồng những cây cao có trọng lượng tương đối lớn, hay khi đặt bồn non bộ và chậu hoa, thì cần lên kế hoạch cố gắng đặt chúng ở phía bên trên các trụ cột và các rầm lớn của công trình, đồng thời nên tránh để quá nặng tập trung vào một nơi cố định.

- Nhẹ hóa đất nặng- đất nhân tạo có tính giữ nước và đặc tính xốp nhẹ hơn, nên có thể giảm bớt độ nặng của bộ phận trồng cây bằng đất nhân tạo và tăng khả năng giữ nước cho cây sinh trưởng, cải thiện các nhược điểm của đất thông thường. Hình 9.13 giới thiệu cấu tạo các lớp nằm dưới tầng đất trồng cây trên mái nhà.



Hình 9.13. Dùng lớp vải kỹ thuật không thấm nước và kháng rễ (trái) và dùng lớp vải kỹ thuật thấm nước và kháng rễ (phải) đặt dưới tầng đất nhân tạo trồng cây trên mái

Bảng 9.5. Bảng phân loại đất nhân tạo dùng để trồng cây trên mặt tường và trên mặt mái [8]

Phân loại	Nguyên liệu	Đặc tính
Đất trọng lượng nhẹ không có cơ chế nhân tạo	Đất trộn đá ngọc trai đã nung	Không cần thường xuyên lắp thiết bị tưới nước, cần có cấu tạo thoát nước
	Đất gia công đặc từ khoáng sản nung	Tính thấm thấu nước và không khí tốt, tầng thoát nước không cần lắp thiết bị tưới nước
	Đất gia công đặc biệt từ đá nhiều lỗ rỗng	Cần thường xuyên lắp thiết bị tưới nước
Đất trọng lượng nhẹ lẫn cơ chế nhân tạo	Đất nung thêm nguyên liệu hữu cơ	Phải kiêm cả giữ nước và thoát nước
	Đất ngọc trai thêm nguyên liệu vô cơ và nguyên liệu hữu cơ	Tính giữ nước tốt, không cần thường xuyên lắp thiết bị tưới nước
	Đất được tạo bọt nhựa cây và thêm nguyên liệu hữu cơ	Tính thấm thấu nước và không khí tốt, tầng thoát nước không cần lắp thiết bị tưới nước
Đất trọng lượng nhẹ có cơ chế nhân tạo	Đất gia công đặc biệt từ lá cây và vỏ cây tạo thành	Tính thấm thấu nước và không khí tốt, tầng thoát nước không cần lắp thiết bị tưới nước

Bảng 9.6. Các thông số tính toán đối với tầng đất nhân tạo trồng cây xanh [8]

Phương pháp thi công	Cấu thành đất	Trồng bãi cỏ	Cây gỗ thấp	Cây gỗ trung bình	Cây gỗ cao 4m	Cây gỗ cao 6m
Phương pháp thi công đất tự nhiên	Đất tự nhiên	30cm	40cm	50cm	70cm	90cm
	Tầng thoát nước	8cm	10cm	15cm	20cm	30cm
	Độ nặng	528kg/m ²	700kg/m ²	890kg/m ²	1240kg/m ²	1620kg/m ²
Phương pháp cải tạo đất	Đất cải tạo	30cm	40cm	50cm	70cm	90cm
	Tầng thoát nước	8cm	10cm	12cm	15cm	20cm
	Độ nặng	438kg/m ²	580kg/m ²	722kg/m ²	1000kg/m ²	1290kg/m ²
Phương pháp thi công đất nhân tạo trọng lượng nhẹ	Đất trọng lượng nhẹ	15cm	20cm	30cm	50cm	70cm
	Tầng thoát nước	7cm	10cm	12cm	15cm	20cm
	Độ nặng	147kg/m ²	200kg/m ²	282kg/m ²	440kg/m ²	610kg/m ²

Bảng 9.6. (tiếp theo)

Phương pháp thi công	Cấu thành đất	Trồng bãi cỏ	Cây gỗ thấp	Cây gỗ trung bình	Cây gỗ cao 4m	Cây gỗ cao 6m
Phương pháp thi công đất nhân tạo dạng gày trọng lượng nhẹ	Đất trọng lượng nhẹ	8cm	15cm	25cm	40cm	60cm
	Tầng thoát nước dạng bản	3cm	3cm	3cm	3cm	3cm
	Độ nặng	74kg/m ²	123kg/m ²	193kg/m ²	298kg/m ²	438kg/m ²
<i>Ghi chú: Tỉ trọng đất tự nhiên là 1,6 tấn/m³; tỉ trọng đất cải tạo là 1,3; tỉ trọng đất nhân tạo trọng lượng nhẹ là 0,7. Tỉ trọng tầng thoát nước khi có nước (hắc diện thạch) là 0,6 kg/m³; tầng thoát nước dạng bản khi có nước nặng 18 kg/m³. Phương pháp thi công đất nhân tạo dạng gày trọng lượng nhẹ là lớp đất dạng đặc biệt mỏng có lắp đặt thiết bị tưới nước tự động</i>						

3. Xem xét về nước

- Xem xét thiết kế chống thấm nước và thoát nước: Thiết kế xanh hóa địa bàn nhân tạo nên kiểm tra và xem xét cẩn thận các loại tầng chống thấm nước, thiết bị và phương thức thoát nước mưa cũng như độ dốc thoát nước.

- Công việc thi công chống thấm nước và thoát nước: Khi thi công chống thấm nước và thoát nước cần tăng cường giám sát, tránh làm hư hỏng tầng chống thấm nước và thoát nước của mái.

- Cung cấp đủ nước cho sự tăng trưởng của cây: Sự cung cấp nước cho địa bàn trồng nhân tạo thường không bắt nguồn từ tự nhiên sẽ dễ bị khô hạn, vì vậy cần xem xét phương thức cung cấp và lưu trữ nước cho cây. Thiết kế tầng bề mặt phủ đất sao cho có thể hạn chế sự bốc hơi nước của tầng đất trồng, như dùng vỏ thân cây phủ đất, đất nhân tạo có tính năng giữ nước lẫn trong đất. Thiết kế tầng lưu trữ nước ở tầng dưới, lợi dụng trọng lực thoát nước để đẩy nhanh sự lưu thông. Thiết kế phân hỗ trợ cho thiết bị tưới nước nhân tạo.

4. Xem xét tránh rễ cây gây hư hỏng mái nhà

Tránh phần rễ của thực vật đi qua tầng chống thấm nước, làm tăng nguy cơ mái bị rò rỉ nước, vì thế cần lợi dụng nguyên liệu chống thấm nước có tính kháng rễ để làm tầng chống thấm nước và thiết kế vải kháng rễ (hình 9.13 và hình 9.14). Vật liệu chống thấm nước có tính kháng rễ cây thường gặp và phương pháp thi công chống thấm nước là: vải chống thấm nước -

dùng vải chống thấm nước dán xanh hóa có tính kháng rễ bằng tẩm thuốc, đặt vào tầng đáy bằng chất kết dính, khi đó thành một thể thống nhất có thể ngăn phần rễ cây đi xuyên qua. Lớp phủ chống thấm nước - kết hợp thêm kính bảo vệ để tăng cường FRP của cường độ và thêm phương thức *Urethane chống thấm nước*, lấy độ cứng của FRD để đảm bảo tính kháng rễ. Nhựa đường chống thấm nước - chông hai tầng lên trên, lợi dụng sự hợp thành lớp bảo vệ làm nguyên liệu cốt lõi của nhựa đường - nguyên liệu chống thấm nước mái nhà, tức là vải kháng rễ có một mặt chông lấp, một mặt là vải kháng rễ có độ dày trên 0,3mm.

Loại nguyên vật liệu có đặc tính kháng rễ: Kháng rễ vật lí như là vải kỹ thuật kháng rễ chống thấm nước - sử dụng vải nhựa polystyrene (dày khoảng 0,4mm), thiết kế hoặc dính vào phía dưới tầng thoát nước cơ sở của mái trồng cây. Kháng rễ hóa học là vải kỹ thuật kháng rễ thấm nước - lợi dụng chất hóa học ngăn phần rễ cây trồng xâm nhập vào phía trên tầng thoát nước cơ sở của mái trồng cây, thời gian có hiệu quả của các lớp vật liệu này là từ 20~30 năm.

5. Kỹ thuật chống thấm nước và thoát nước đối với mái trồng cây xanh

Thiết bị chống thấm nước và thoát nước đối với mái trồng cây xanh khác hoàn toàn so với mái khi không trồng cây xanh, vì vậy cần phải xem xét đầy đủ cấu tạo chống thấm nước và cấu tạo thoát nước trên mái trồng cây nhân tạo.

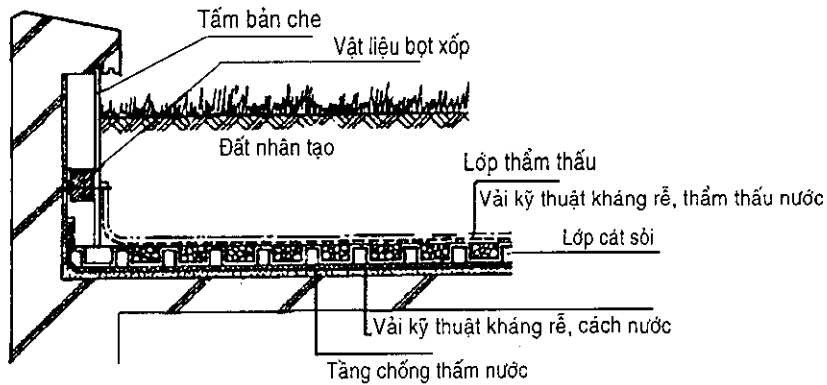
1. Những điều cần chú ý khi thi công chống thấm nước:

- Lựa chọn nguyên vật liệu chống thấm nước: Nguyên vật liệu chống thấm nước thông thường hay dùng là nhựa đường có tuổi thọ dài và ít phải bảo dưỡng, sửa chữa, bảo vệ chống thấm nước, nếu xem xét đến tính kháng rễ và mức độ nặng nhẹ thì có thể dùng thép không gỉ kèm thêm Urethane và thêm chống thấm nước phức hợp FRP hoặc dùng vải kháng rễ kèm thêm hai tầng vải chống thấm nước để thi công.

- Xử lý tầng bảo vệ: Để đạt được độ nhẹ hóa nhưng bề mặt không đổ hỗn hợp bê tông thì cần thiết kế thêm đệm bảo vệ tránh hư hỏng, nếu dùng hỗn hợp bê tông thì độ dày cần thiết là trên 80mm và có thể hàn thêm tấm kim loại để tránh nứt vỡ.

- Xử lý phần tiếp nối: Tầng chống thấm nước thẳng đứng cao hơn bề mặt đất trồng cây khoảng 150mm và phải đặc biệt chú ý khi thi công phần thẳng đứng bị gấp lại và phần tiếp giáp với lỗ thoát nước, ví dụ thực tế tham khảo:

thi công chống thấm nước mái xanh hóa tại vị trí khúc ngoặt ở tường con gái trên mái nhà (hình 9.14).

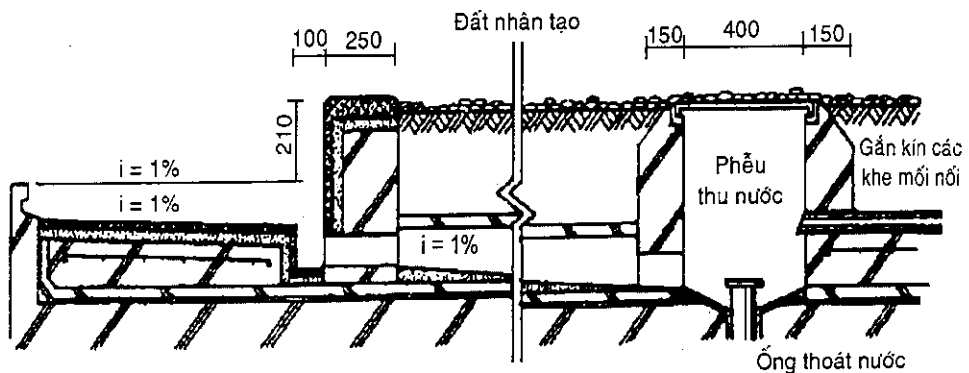


Hình 9.14. Cấu tạo cách nước tại góc ngoặt ở tường con gái trên mái nhà trồng cây xanh

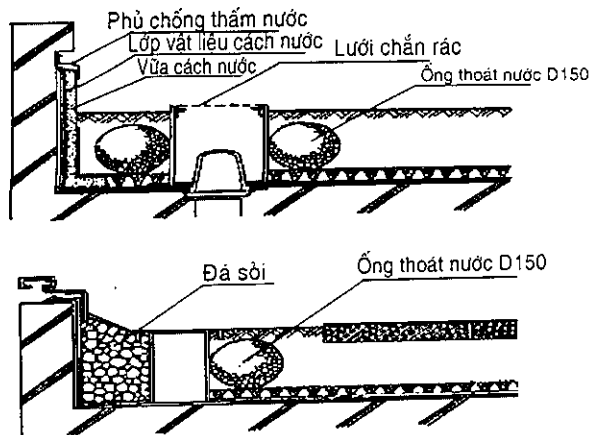
b. Những điều cần chú ý khi thi công thoát nước:

- Thiết bị thoát nước: Độ dốc thoát nước cần phải trên mức 1/100, đường kính ống thoát nước cần có kích thước từ 75mm trở lên, ngoài ra ở khu vực trồng cây khi thiết kế công thoát nước cần kiểm tra kỹ, tránh để lá cây và đất làm tắc ống thoát nước (hình 9.15 và hình 9.16).

c. Tài liệu thiết kế: Tại bảng 9.7 cho phương thức và loại hình thiết kế thoát nước, bảng 9.8 cho phương thức và loại hình chống thấm nước.



Hình 9.15. Cấu tạo mặt thoát nước của mái trồng cây



Hình 9.16. Cấu tạo chống thấm thấu nước xung quanh ống, rãnh thoát nước của mái trồng cây xanh

Bảng 9.7. Phương thức và loại hình thiết kế thoát nước [8]

Phương thức	Khái quát kỹ thuật	Tài liệu sử dụng		Đặc tính
Thoát nước toàn bộ	Phía dưới đất lắp đặt gỗ thấm nước trên tầng chống thấm nước của mái trồng cây nhân tạo làm đường thoát nước	Nguyên liệu thông thường	Cát	Thiết kế độ dày tầng thoát nước đạt trên 1/5 độ dày của đất, trọng lượng nặng không thích hợp với mái nhà, khả năng thoát nước tương đối kém
			Đất núi lửa phong hóa	1. Nguyên liệu có nhiều lỗ, trọng lượng nhẹ 2. Thích hợp với địa bàn nhân tạo thi công trên đất tự nhiên
Thoát nước toàn bộ	Phía dưới đất lắp đặt gỗ thấm nước trên tầng chống thấm nước mái trồng cây nhân tạo làm đường thoát nước	Tấm thấm thấu nước làm từ nhựa cây	Đá ngọc trai	1. Trọng lượng nhẹ, có tính thấm thấu không khí và giữ nước, khả năng thoát nước tốt 2. Thích hợp với địa bàn đất cải tạo và đất nhân tạo
			Dạng giữ nước	Cấu tạo hình khay ở tầng thoát nước có tính giữ nước, có thể giữ lại nước đã thấm thấu vào đất phía trên, nếu nhiều quá sẽ thoát ra qua lỗ thoát nước
			Dạng không giữ nước	Độ dày là 7~10mm, nguyên liệu nhẹ có khả năng chịu lực, khả năng thoát nước và tính thi công cao

Bảng 9.7. (tiếp theo)

Phương thức	Khái quát kỹ thuật	Tài liệu sử dụng	Đặc tính
Thoát nước tập trung	Nước sau khi tập trung ở đường ngầm, ống thăm thẩu nước sẽ thoát ra ngoài	Tấm thăm thẩu nước làm từ nhựa cây	Sử dụng phương thức thoát nước tập trung không có tính giữ nước, khả năng thoát nước và tính tạo hình thể tích cao
		Ống thăm thẩu nước làm từ nhựa cây	Trọng lượng nhẹ, thích hợp thi công ở phần gấp khúc, hiện nay sử dụng nhiều phương thức này
		Ống thăm thẩu nước bị chặn bởi đá ngọc trai	Trọng lượng nhẹ, thích hợp thi công ở phần gấp khúc, khả năng thoát nước hợp thành khả năng thoát nước của ống thăm thẩu nước làm từ nhựa cây tốt
		Lắp đặt rãnh ngược hình chữ U có tính thăm thẩu nước	Trọng lượng nặng, thi công ở phần gấp khúc không dễ dàng
Thoát nước dạng kết hợp	Kết hợp thoát nước toàn bộ và thoát nước tập trung		Phương thức thoát nước toàn bộ với thoát nước tập trung thích hợp sử dụng trên diện tích lớn

Bảng 9.8. Phương thức và loại hình chống thấm nước [8]

Các đặc trưng	Chống thấm nước bằng lớp nhựa đường bảo vệ	Chống thấm nước lộ lớp nhựa đường	Chống thấm nước bằng vải nhựa dẻo	Chống thấm nước bằng lớp phủ phức hợp Urethane + FRP
Tuổi thọ sử dụng	12-15 năm	10-12 năm	10-12 năm	10-12 năm
Đặc trưng	1. Tính kín nước tốt 2. Dùng nguyên liệu liên quan như bê tông hỗn hợp để làm tầng bảo vệ	Tính kín nước tốt	Có tính vật chất ổn định và tính tự tắt lửa	1. Tính đuổi theo vết nứt 2. Tầng chống thấm nước dạng không có mối nối tốt

Bảng 9.8. (tiếp theo)

Các đặc trưng	Chống thấm nước bằng lớp nhựa đường bảo vệ	Chống thấm nước lộ lớp nhựa đường	Chống thấm nước bằng vải nhựa dẻo	Chống thấm nước bằng lớp phủ phức hợp Urethane + FRP
Khoảng cách đất màu	Bề mặt của đất màu cách phần cuối của lớp chống thấm nước trên 150mm	Bề mặt của đất màu cách phần cuối của lớp chống thấm nước trên 150mm	Bề mặt của đất màu cách phần cuối của lớp chống thấm nước trên 150mm	Bề mặt của đất màu cách phần cuối của lớp chống thấm nước trên 150mm
Trọng lượng	196-285kg/m ²	8-10 kg/m ² 4-6 kg/m ²	4 kg/m ²	5-6 kg/m ²
Tính kháng rễ	Cần thiết kế thêm nguyên liệu kháng rễ ở mái nhà hoặc vải kháng rễ	Cần thiết kế thêm nguyên liệu kháng rễ ở mái nhà hoặc vải kháng rễ	Tốt	Tốt, tính kháng vi khuẩn trong đất và tính kháng rễ tốt
Có hay không có đường nổi	Vải kháng rễ có đường nổi trùng lặp trên 300mm	Vải kháng rễ có đường nổi trùng lặp trên 300mm	Vải có đường nổi	Không có đường nổi

9.7. CÂY XANH VÀ MẶT NƯỚC [8]

9.7.1. Bể, ao, hồ nước sinh thái

Kiến trúc dân gian ở nước ta có đặc điểm nổi bật là cây xanh và mặt nước luôn luôn là bạn đồng hành, gắn bó khăng khít với công trình kiến trúc, đặc biệt là kiến trúc đình, chùa và kiến trúc dân gian ở vùng đồng bằng, người dân với kinh nghiệm truyền thống lâu đời thường đào ao nuôi cá lấy đất tôn nền để xây nhà. Bể nước, ao, hồ cùng với cây xanh liền kề với nhà có tác dụng cải thiện vi khí hậu công trình tạo ra mùa hè mát mẻ, nên giảm sử dụng thiết bị làm mát nhân tạo, do đó giảm tiêu thụ điện năng của công trình, đồng thời còn tạo ra cảnh quan kiến trúc thẩm mỹ và nâng cao chất lượng cuộc sống của dân cư.

Tuy vậy thực tế cho thấy việc thiết kế bể nước, ao, hồ trước đây rất ít chú ý tới sự sinh tồn của thủy sinh vật trong bể, ao, hồ. Nước trong bể, ao, hồ bị tù đọng, không được thay đổi, nước bị ô nhiễm, các loài tảo độc sinh sôi nảy nở, dẫn đến nước bị thiếu ô xy, sinh vật thì ngắc ngoải, mùi hôi thối bốc lên, thậm chí hơn là trở thành nơi sinh sản của muỗi. Thực ra có thể thông qua góc độ sinh thái để cải tạo và cải thiện sinh thái nước bên trong cũng như xung quanh bể, ao, hồ, như là có thể dùng đá đắp bờ thành dốc thoải thoải, thả nhiều loại thực vật thủy sinh và trồng các loài cây xanh trên bờ xung quanh sẽ làm phong phú môi trường sinh thái và giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước.

Một số giải pháp kỹ thuật cần chú ý:

- Đáy bể phải làm theo hình thức có thể thấm thấu thoát nước để có lợi cho nguồn nước trong bể, ao, hồ; một phần diện tích bề mặt của bể, ao, hồ nước có thể làm ở mức nước sâu chỉ khoảng 20-30 cm, trồng thảm cỏ có tính chịu nước nông, phần bể, ao, hồ khác có thể làm ở mức nước sâu 40-80cm, diện tích mặt nước thoáng mở tương đối lớn;

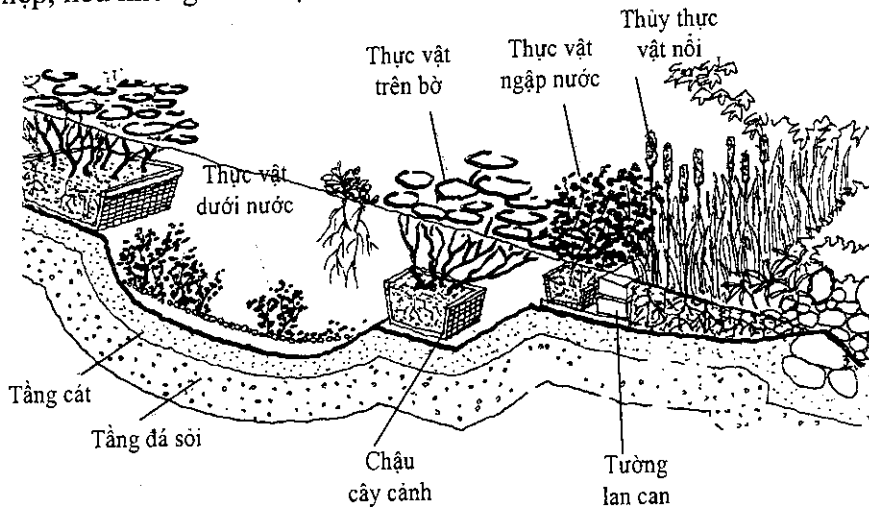
- Bờ nước xung quanh: Một phần bờ nước xung quanh có thể làm theo hình dốc thoải thoải để có lợi cho các loài côn trùng bò lên xuống. Trên bờ có thể sử dụng phương thức xếp đá chồng lên nhau tạo thành môi trường nhiều lỗ, bờ có nhiều lỗ là nơi lý tưởng cho sinh vật sinh sống.

- Thực vật thủy sinh: Khi tiến hành kiến tạo thủy vực sinh thái, thực vật thủy sinh là một khâu quan trọng nhất, trong bể, ao, hồ nên trồng xen kẽ thực vật thủy sinh lá nổi (như hoa sen) và thực vật chịu nước, trên bờ chủ yếu trồng các loại cây bạch đàn, sấu, phi lao, liễu rủ, có thể trồng thêm cây kiêu mộc xanh. Thực vật có thể cung cấp thức ăn cho động vật ăn cỏ, cũng có thể là nơi làm tổ, sinh sản, tránh nạn cho động vật, thực vật thủy sinh có thể hấp thụ được các chất dinh dưỡng trong nước, phòng tránh được sự ô xy hóa đối với nguồn nước.

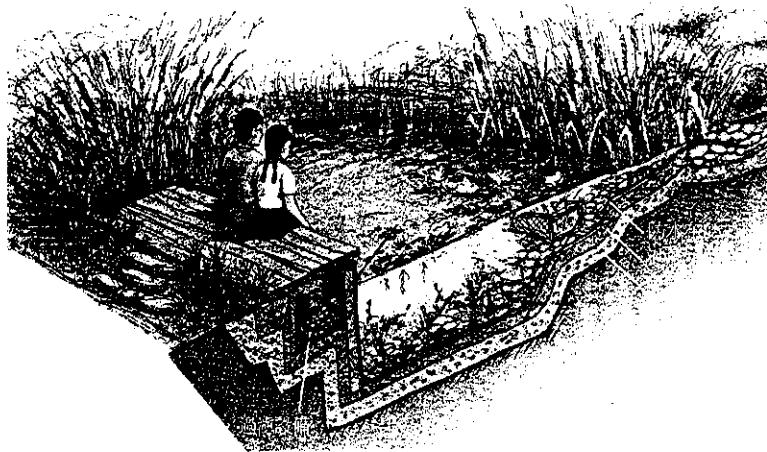
- Làm đảo nhân tạo: Nếu như có thủy vực tương đối lớn có thể tạo ra một đảo nhỏ để tạo ra sinh thái thủy vực phong phú. Có thể lợi dụng những thùng đựng nước bằng nhôm, bằng nhựa để chứa đất, nước, dùng dây thép hoặc dây vải chằng chúng lại với nhau, như vậy chúng ta đã tạo ra được một nơi sinh sống cho sinh vật, phát huy được quan niệm tiết kiệm và tái sử dụng chất thải, vừa là sinh thái vừa là bảo vệ môi trường, nhất cử lưỡng tiện.

- Những điều cần chú ý: Bể sinh thái chiếm diện tích không nhỏ, do đó nên hạn chế dùng ở những nơi cần đất cho mục đích xanh hóa, tốt nhất đặt ở nơi không bị nước tù để tránh sự sinh tồn của muỗi. Để phòng tránh muỗi,

trong bể có thể nuôi một số loại cá bụng to như cá khổng tước để diệt muỗi ngay từ khi còn là ấu trùng. (Do thực vật thủy sinh phải cần ánh sáng mặt trời do đó bể sinh thái không nên xây ở chỗ quá râm mát hoặc dưới bóng cây rậm rạp. Bể sinh thái cần phải được chăm sóc bởi nhân viên chuyên nghiệp, nếu không sẽ dễ bị thất bại.



Hình 9.17a. Mặt cắt hồ sinh thái loại nhỏ



Hình 9.17b. Mặt cắt phối cảnh hồ sinh thái loại nhỏ

9.7.2. Thủy vực sinh thái

Trong khu vực xây dựng công trình có khe suối, sông ngòi, đâm phá chảy qua thì nên chú ý tới thiết kế xanh hóa sinh thái không gian trên bờ. Thiết kế bờ thủy vực trước đây thông thường chỉ chú trọng đến góc độ công trình

chống sụt xói lở và thoát nước mà rất ít chú ý đến việc thiết kế môi trường đa dạng hóa sinh vật, vì vậy thường khiến cho sông ngòi trực tuyến hóa, bờ bị bê tông hóa, độ sâu của dòng chảy và tốc độ nước chảy đơn nhất hóa, đã gây ra sự tổn thất và ảnh hưởng xấu tới môi trường sống của động thực vật, cảnh quan thủy vực ngày càng xấu đi. Nên tuân theo lý thuyết của “Quy luật sông ngòi sinh thái tự nhiên” để tránh uốn nắn những dòng sông tự nhiên thành các dòng sông trực tuyến hay hình dạng gấp khúc... để khôi phục lại diện mạo sông ngòi tự nhiên vốn có của nó.

- Thiết kế bảo vệ bờ tự nhiên: Đoạn thủy lưu yếu có thể áp dụng biện pháp bảo vệ bờ theo kiểu tự nhiên, đối với đoạn nước chảy mạnh có thể phải áp dụng biện pháp thi công bảo vệ bờ kiên cố như hàng cọc gỗ, xà long, đá sỏi, đá bê tông liên hoàn;

- Thiết kế kiểu bờ dốc thoải: Việc thiết kế bờ lưu vực phải tránh nhân tạo hóa quá mức, nên áp dụng hình thức dốc thoải tự nhiên để sinh vật hai bên bờ có thể lên bờ hoạt động, đồng thời trồng các loại cây kiêu mục, cây bụi ở xung quanh;

- Độ sâu của thủy lưu đa dạng hóa: Sinh vật sống trong nước rất dễ chịu ảnh hưởng của địa chất lòng sông và tốc độ dòng chảy, đối với nhiều loại cá ban ngày kiếm ăn ở chỗ nước nông, buổi tối lại thích ngủ ở chỗ nước sâu và tốc độ dòng chảy chậm, cá nhỏ không thể sinh trưởng ở môi trường nước có tốc độ dòng chảy lớn, đồng thời cũng tránh sự tấn công của các loại cá lớn nên chúng thường sống tránh ở bãi nông hoặc giữa các khe đá. Do đó tạo ra môi trường nước với độ sâu thủy lưu đa dạng hóa mới có thể làm phong phú sinh thái.

- Thực vật trên bờ: Khi tiến hành kiến tạo thủy vực sinh thái, thực vật là một khâu quan trọng nhất, thực vật có thể cung cấp thức ăn cho động vật ăn cỏ, cũng có thể là nơi động vật làm tổ, sinh sản, tránh nạn. Thực vật thủy sinh có thể hấp thụ được các chất dinh dưỡng trong nước, phòng tránh được hiện tượng ô xy hóa nước, do vậy nên trồng nhiều thực vật thủy sinh làm phong phú và trong sạch môi trường sinh thái;

- Thiết kế lòng sông kiểu nhiều lỗ: Nên thiết kế nhiều địa điểm ẩn trú cho các loài cá như xếp đá, sỏi dưới đáy, việc này có lợi cho việc đa dạng hóa môi trường sinh vật sống trong nước.

- Tiến hành cải tạo dòng sông bắt buộc phải tiến hành công tác phòng tránh ô nhiễm bờ xung quanh;

- Khi áp dụng nguyên vật liệu tự nhiên để bảo vệ bờ thì chỉ nên áp dụng cho đoạn sông chảy chậm, với những đoạn sông chảy mạnh, khi có lũ đá sỏi dễ bị cuốn đi, thì bắt buộc phải sử dụng bảo vệ bờ bằng bê tông.

PHỤ LỤC (Nguồn: [1, 3])

THÔNG SỐ VẬT LÝ CỦA VẬT LIỆU, CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN NHIỆT TRỞ CỦA KẾT CẤU BAO CHE (KCBC)

1. CÔNG THỨC XÁC ĐỊNH NHIỆT TRỞ VÀ HỆ SỐ TỔNG TRUYỀN NHIỆT (U-VALUE) CỦA KẾT CẤU BAO CHE

$$R_o = \frac{1}{h_N} + \sum_i^n \frac{b_i}{\lambda_i} + R_a + \frac{1}{h_T}, \quad m^2.K/W \quad (1)$$

Trong đó:

h_N, h_T - lần lượt là hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài và bề mặt trong của kết cấu bao che, $W/m^2.K$;

b_i - bề dày của lớp vật liệu thứ i , m ;

λ_i - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu lớp thứ i trong KCBC, $W/m.K$;

n - số lượng các lớp vật liệu trong KCBC;

R_a - Nhiệt trở của lớp không khí bên trong KCBC, nếu có, $m^2.K/W$.

$$U_o = \frac{1}{R_o}, \quad W/m^2.K \quad (2)$$

Trong đó:

Hệ số dẫn nhiệt λ_i cho ở bảng 1.

Các hệ số h_N, h_T tham khảo bảng 3.

Nhiệt trở lớp không khí R_a tham khảo bảng 4.

2. CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CẦN DÙNG ĐỂ TÍNH TOÁN KẾT CẤU BAO CHE

Bảng 1. Thông số vật lý của vật liệu xây dựng

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/m.K	Nhiệt dung riêng, kJ/kg.K	Hệ số dẫn ẩm mg/m.h.kPa
I. Vật liệu amiăng				
Tấm và bản xi măng amiăng	1900	0,35	0,84	0,03
Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	500	0,13	0,84	0,39
Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	300	0,09	0,84	-
II. Tấm bê tông				
Ngói ximăng lưới thép	2500	2,04	0,84	0,00
Bê tông cốt thép	2400	1,55	0,84	0,03
Bê tông đá vôi và đá dăm	2200	1,28	1,21	0,05
Bê tông gạch vỡ	1800	0,87	0,84	0,07
Bê tông nhẹ (Bê tông xi)	1500	0,70	0,80	0,09
Bê tông nhẹ (Bê tông xi)	1200	0,52	0,75	0,11
Bê tông nhẹ (Bê tông xi)	1000	0,41	0,75	0,14
Bê tông bọt hấp hơi nóng	1000	0,40	0,84	0,08
Bê tông bọt hấp hơi nóng	800	0,29	0,84	0,08
Bê tông bọt hấp hơi nóng	600	0,21	0,84	0,13
Bê tông bọt hấp hơi nóng	400	0,15	0,84	0,20
Bê tông bọt silicat hấp hơi nóng	800	0,29	0,84	0,18
Bê tông bọt silicat hấp hơi nóng	600	0,21	0,84	0,21
Bê tông bọt silicat hấp hơi nóng	400	0,15	0,84	0,24
III. Vật liệu thạch cao				
Tấm thạch cao ốp mặt tường	1000	0,23	0,84	0,05
Tấm thạch cao và miếng thạch cao nguyên chất	1000	0,41	0,84	0,11
Bê tông thạch cao xi lò	1000	0,37	0,80	0,15

Bảng 1. (tiếp theo)

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/m.K	Nhiệt dung riêng, kJ/kg.K	Hệ số dẫn âm mg/m.h.kPa
IV. Vật liệu đất nung, vật liệu đệm, mảng gạch xây và lớp trát				
Đất sét nén chặt và gạch đất sét	2000	0,93	0,84	0,10
Gạch mộc	1600	0,70	1,05	0,17
Đất mùn, đất thực vật dưới công trình	1800	1,16	0,84	-
Cát khô dùng làm vật liệu đệm	1600	0,58	0,84	0,17
Vật liệu đệm bằng đất mùn khô đã qua sàng	1400	0,52	0,84	0,19
Đất silicat dùng làm lớp đệm	600	0,17	0,84	0,30
Gạch đất sét nung xây với vữa nặng	1800	0,81	0,88	0,11
Gạch đất sét nung xây với vữa nhẹ	1700	0,76	0,88	0,12
Gạch silicat xây với vữa nặng	1900	0,87	0,84	0,11
Gạch rỗng ($\gamma = 1300$) xây với vữa nhẹ ($\gamma = 1400$)	1350	0,58	0,88	0,15
Gạch nhiều lỗ xây với vữa nặng	1300	0,52	0,88	-
Vữa nặng và vữa trát xi măng	1800	0,93	0,84	0,09
Vữa tam hợp và vữa trát tam hợp	1700	0,87	0,84	0,10
Vữa vôi	1600	0,81	0,84	0,12
V. Gạch không nung, bloc bê tông khí chưng áp				
Gạch không nung khí chưng áp AAC	400-900	0,12-0,13	-	-
Bê tông khí chưng áp (gạch nhẹ AAC)	400-800	0,153	-	-
Gạch bloc bê tông khí chưng áp	400-1000	0,11-0,22	-	-

Bảng 1. (tiếp theo)

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/m.K	Nhiệt dung riêng, kJ/kg.K	Hệ số dẫn âm mg/m.h.kPa
Bê tông khí chưng áp (theo Tiêu chuẩn Trung Quốc GB-11968:2006)	300	0,10	-	-
	400	0,12	-	-
	500	0,14	-	-
	600	0,16	-	-
	700	0,18	-	-
	800	0,20	-	-
VI. Vật liệu than, xỉ				
Tấm cách nhiệt bằng than bùn	225	0,07	1,67	0,19
Xi lò	1000	0,29	0,75	0,20
Xi lò	700	0,22	0,75	0,22
Xi lò cao ở trạng thái hạt	500	0,16	0,75	0,23
Gạch xỉ	1400	0,58	0,75	-
Vữa xỉ nhẹ	1400	0,64	0,75	0,11
Vữa xỉ nhẹ	1200	0,52	0,75	0,14
Vữa vôi trát mặt ngoài	1600	0,87	0,84	0,14
Vữa vôi trát mặt trong	1600	0,70	0,84	0,14
Vữa vôi trát mặt ngoài tấm nan gỗ	1400	0,70	1,05	0,12
Vữa vôi trát mặt trong tấm nan gỗ	1400	0,52	1,05	0,12
Vữa trát vôi trộn xỉ quặng	1200	0,47	0,80	0,14
Tấm sợi gỗ cứng ốp mặt	700	0,23	1,47	0,08
VII. Vật liệu cuộn				
Giấy các tông tốt	1000	0,23	1,47	-
Giấy các tông thường	700	0,17	1,47	-
Giấy các tông gọn sóng	150	0,06	1,47	-
Giấy tấm dầu thông, nhựa đường bi-tum	600	0,17	1,47	-

Bảng 1. (tiếp theo)

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/m.K	Nhiệt dung riêng, kJ/kg.K	Hệ số dẫn âm mg/m.h.kPa
VIII. Các sản phẩm nông nghiệp				
Trấu	250	0,21	1,88	-
Cây lác	400	0,14	1,47	-
Rơm	320	0,09	1,51	-
Tấm ép bằng rơm	300	0,10	1,47	-
Tấm ép bằng cây lác 1900	360	0,10	1,51	-
IX. Vật liệu thủy tinh				
Kính cửa sổ	2500	0,78	0,84	0,00
Sợi thủy tinh	200	0,06	0,84	0,49
Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	500	0,16	0,84	0,02
Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	300	0,12	0,84	0,02
X. Vật liệu gỗ, li-e				
Gỗ thông và gỗ tùng (ngang thớ)	550	0,17	2,51	-
Gỗ thông và gỗ tùng (đọc thớ)	550	0,35	2,51	0,32
Mùn cưa	250	0,09	2,51	0,26
Mùn cưa đã có thuốc chống mục	300	0,13	2,30	0,26
Mùn cưa trộn với nhựa thông	300	0,12	1,88	0,25
Gỗ dán	600	0,17	2,51	0,02
Tấm bằng sợi gỗ ép	600	0,16	2,51	0,11
-nt-	250	0,08	2,51	0,09
-nt-	150	0,06	2,51	0,34
Tấm gỗ mềm (gỗ li-e)	250	0,07	2,09	0,04
Tấm được chế tạo từ phế phẩm gỗ li-e	150	0,06	1,88	0,05
XI. Kim loại				
Thép - tôn	7850	58	0,48	0
Gang	7200	50	0,48	0
Nhôm	2600	220	0,48	0

Bảng 1. (tiếp theo)

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/m.K	Nhiệt dung riêng, kJ/kg.K	Hệ số dẫn âm mg/m.h.kPa
XII. Các vật liệu khác				
Thảm dùng trong nhà (thảm bông)	150	0,06	1,88	0,34
Thảm bông khoáng chất	200	0,07	0,75	0,49
Thảm bông khoáng chất	250	0,08	0,75	0,45
Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm xi măng silicat in hoa	600	0,23	2,30	-
Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm xi măng silicat in hoa	400	0,16	2,30	-
Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm xi măng silicat in hoa	250	0,12	2,30	-
Chú thích:				
1 W/m.K=0,86 kcal/m.h.°C; 1 kJ/kg.K=0,24 kcal/kg.°C ;				
Đối với VLXD mới không có tên trong bảng trên, có thể sử dụng Tiêu chuẩn của nước ngoài.				

Bảng 2. Hệ số hấp thu nhiệt bức xạ α của bề mặt vật liệu

STT	Bề mặt. Vật liệu và màu sắc	Hệ số α
1. Vật liệu		
1	Giấy trắng	0,20
2	Than bùn khô	0,64
3	Gốm hạt	0,8 - 0,85
4	Xi	0,81
2. Mặt tường		
5	Đá vôi mài nhẵn, màu sáng	0,35
6	Như trên, màu sẫm	0,50
7	Sa thạch màu vàng nâu	0,54
8	Sa thạch màu vàng thẫm	0,62
9	Sa thạch màu đỏ	0,73
10	Đá cẩm thạch mài nhẵn, màu trắng	0,30

Bảng 2. (tiếp theo)

STT	Bề mặt. Vật liệu và màu sắc	Hệ số α
11	Như trên, màu sẫm	0,65
12	Đá granit mài nhẵn, màu xám nhạt	0,55
13	Đá granit màu xám, đánh bóng	0,60
14	Gạch trắng men, màu trắng	0,26
15	Như trên, màu nâu sáng	0,55
16	Gạch thông thường, có bụi bẩn	0,77
17	Như trên, màu đỏ mới	0,70 - 0,74
18	Gạch ốp mặt, màu sáng	0,45
19	Mặt bê tông nhẵn phẳng	0,54 - 0,65
20	Mặt trát vữa, quét màu vàng - trắng	0,42
21	Như trên, màu sẫm	0,73
22	Như trên, màu trắng	0,40
23	Như trên, màu lam nhạt	0,59
24	Như trên, màu xi măng nhạt	0,47
25	Như trên, màu trắng như tuyết	0,32
26	Silicat hơi	0,56 - 0,59
27	Gỗ mộc	0,59
28	Gỗ sơn màu sẫm	0,77
29	Gỗ sơn màu vàng nhạt	0,60
30	Tre nhẵn bóng	0,43
31	Tre thông thường	0,60
	3. Mặt mái	
32	Tấm fibrô xi măng mới, màu trắng	0,42
33	Như trên, sau 6 tháng sử dụng	0,61
34	Như trên, sau 12 tháng sử dụng	0,71
35	Như trên sau quét lại bằng nước xi măng	0,59
36	Như trên, sau 6 năm sử dụng	0,83
37	Tấm bông khoáng gọn sóng	0,61
38	Tấm bông khoáng màu nâu sáng nhạt	0,53
39	Giấy dầu lợp nhà, để thô	0,91
40	Như trên, rắc hạt khoáng phủ mặt	0,84
41	Như trên, rắc hạt cát màu xám	0,88
42	Như trên, rắc hạt cát màu sẫm	0,90

Bảng 2. (tiếp theo)

STT	Bề mặt. Vật liệu và màu sắc	Hệ số α
43	Tôn màu sáng	0,26
44	Tôn màu đen	0,86
45	Ngói màu đỏ hay màu nâu	0,65 - 0,72
46	Ngói ximăng màu xám	0,65
47	Thép đánh bóng hay mạ màu trắng	0,45
48	Như trên, màu xanh	0,76
49	Thép tráng kẽm, mới	0,30
50	Như trên, bị bẩn bụi	0,90
51	Nhôm không làm bóng	0,52
52	Nhôm đánh bóng	0,26
	4. Mặt quét sơn	
53	Sơn màu đỏ sáng (màu hồng)	0,52
54	Sơn màu xanh da trời	0,64
55	Sơn bằng chất cõban, màu xanh sáng	0,58
56	Như trên, màu tím	0,83
57	Sơn màu vàng	0,44
58	Sơn màu đỏ	0,63
	5. Mặt vỉa hè và mặt đường	
59	Atphan mới	0,89
60	Atphan cũ	0,67
61	Bê tông xi	0,89
62	Đá dăm granit	0,80
63	Cát lẫn sỏi	0,66
64	Cát ẩm ướt	0,80
65	Đá sỏi granit	0,67
	6. Vật liệu xuyên sáng	
66	Màng polyclovinin dày 0,1 mm	0,096
67	Màng polyamit AFF dày 0,08 mm	0,164
68	Màng pôlyetylen dày 0,085 mm	0,109
69	Kính dày 7 mm	0,076

Bảng 2. (tiếp theo)

STT	Bề mặt. Vật liệu và màu sắc	Hệ số α
70	Kính cửa dày 4,5 mm	0,04
71	Kính có bề mặt hấp thụ nhiệt dày 6 mm	0,306
72	Kính ảnh dày 17 mm	0,02
73	Kính hữu cơ không màu sắc dày 1,2 mm	0,123
74	Như trên, màu vàng, dày 2,7 mm	0,46
75	Như trên, màu xanh, dày 1,4 mm	0,34

**Bảng 3. Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt của kết cấu bao che h , $W/m^2.K$
(theo TCVN 298:2003 và ISO 6946:1996)**

Tên hệ số	Hướng dòng nhiệt		
	Nằm ngang (đối với tường)	Đi lên (đối với mái)	Đi xuống (đối với mái)
Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài h_N , $W/m^2.K$	25	25	25
Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong h_T , $W/m^2.K$	7,692	10	5,882

**Bảng 4. Nhiệt trở lớp không khí không được thông gió R_a , $m^2.K/W$
(theo TCVN 298:2003 và ISO 6946:1996)**

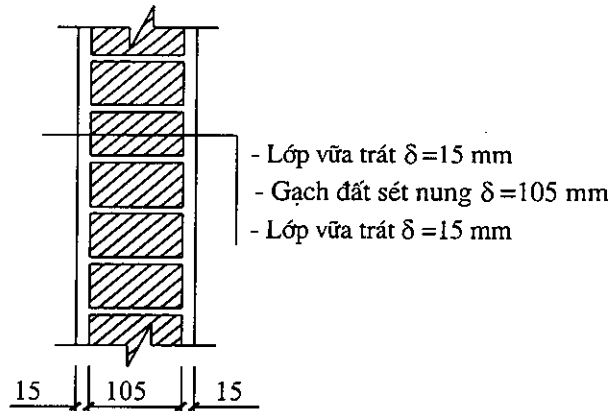
Chiều dày lớp không khí, mm	Hướng dòng nhiệt		
	Nằm ngang (đối với lớp không khí thẳng đứng)	Đi lên (đối với lớp không khí nằm ngang)	Đi xuống (đối với lớp không khí nằm ngang)
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,17	0,16	0,17
25	0,18	0,16	0,19
50	0,18	0,16	0,21
100	0,18	0,16	0,22
300	0,18	0,16	0,23

Chú thích: Các giá trị trung gian có thể tính toán theo nội suy tuyến tính

3. MỘT SỐ CẤU TẠO TƯỜNG NGOÀI VÀ MÁI THÔNG DỤNG VÀ TỔNG NHIỆT TRỞ R_o ĐƯỢC TÍNH TOÁN THEO CÔNG THỨC (1)

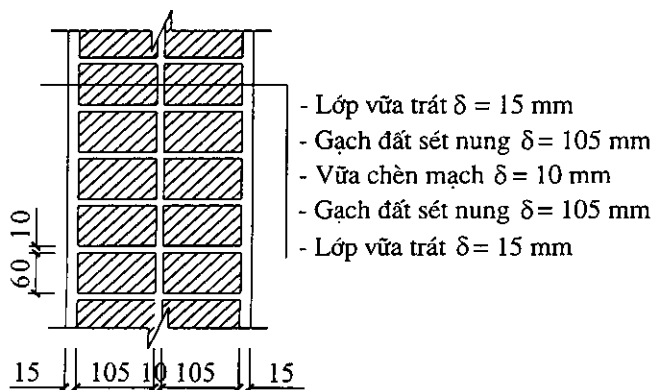
3.1. Tường

T1. Tường đơn (bề dày quy ước: 110 mm) gạch đặc đất sét nung



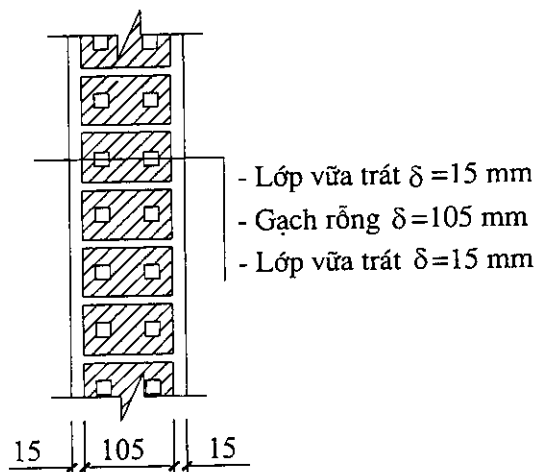
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,332	$R_o < 0,56$ $m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch đặc đất sét nung xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,105	0,81		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T2. Tường đôi (bề dày quy ước: 220 mm) gạch đặc đất sét nung



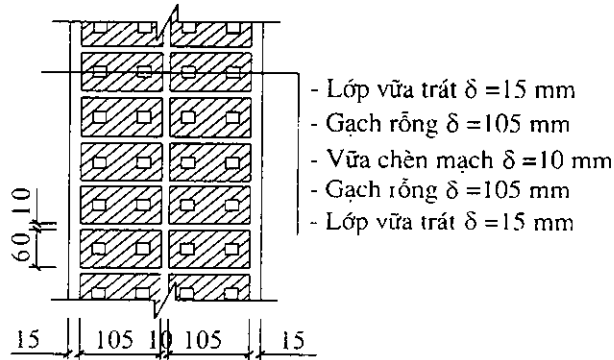
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,474	$R_o < 0,56$ $m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch đặc đất sét nung xây vữa nặng (vữa xi măng)	0,220	0,81		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T3. Tường đơn (bề dày quy ước: 110 mm) gạch rỗng đất sét nung



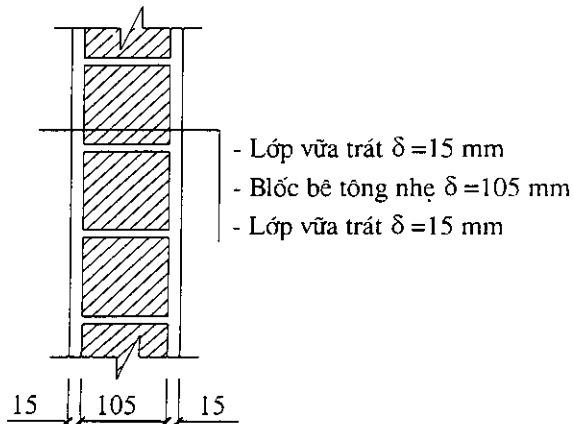
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,383	$R_o < 0,56$ $m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch rỗng ($\gamma = 1300$) xây vữa nhẹ ($\gamma = 1400$)	0,105	0,58		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T4. Tính toán nhiệt trở tường đôi (bề dày quy ước: 220 mm) gạch rỗng đất sét nung



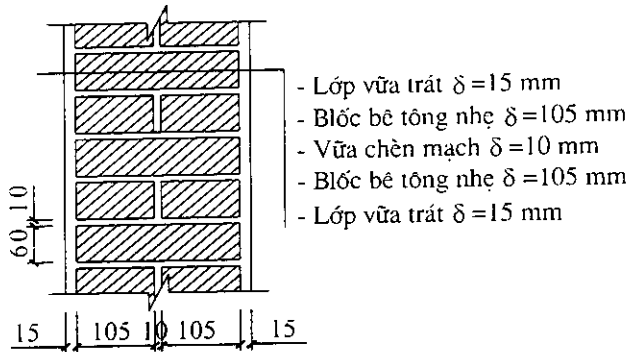
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,584 hoặc 0,625	$R_o > 0,56$ $m^2.K/W$ Đạt yêu cầu hoặc Đạt và vượt yêu cầu
2	Gạch rỗng ($\gamma = 1300$) xây với vữa nhẹ ($\gamma = 1400$) hoặc Gạch nhiều lỗ xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,220	0,58 hoặc 0,52		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T5. Tường gạch, bloc bê tông bọt, tường đơn (bề dày quy ước: 110 mm)



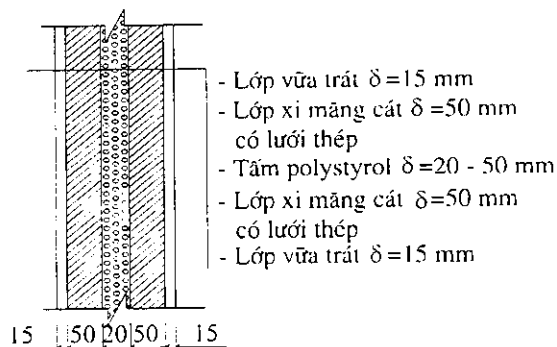
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,486	$R_o < 0,56 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Blốc bê tông bọt	0,105	0,37		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T6. Tường gạch, bloc bê tông bọt, tường đôi (bề dày quy ước: 220 mm)



STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,797	$R_o > 0,56 m^2.K/W$ Đạt và vượt yêu cầu.
2	Blốc bê tông bọt	0,220	0,37		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T7. Panel 3D dày 180 mm



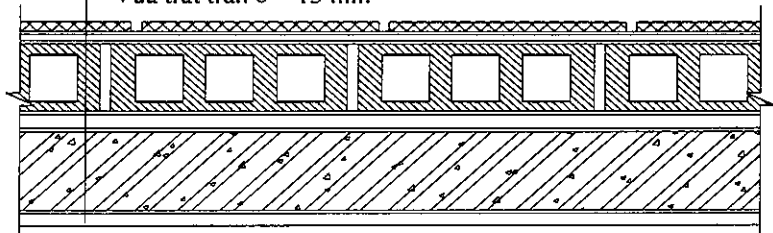
STT	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,81 ÷ 1,56	$R_o > 0,56 m^2.K/W$ Đạt và vượt hoặc vượt xa yêu cầu
2	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
3	Lớp cách nhiệt bằng xốp polystyrol	0,02 ÷ 0,05	0,04		
4	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
5	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

Ghi chú: Tổng nhiệt trở của tường ngoài được tính với hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài là $h_N = 25 W/m^2.K$ và hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong là $h_T = 7,692 W/m^2.K$ - xem bảng 3, Phụ lục.

3.2. Mái

M1. Cấu tạo mái với lớp cách nhiệt bằng gạch rỗng dày 105 mm

- Gạch lá nem $200 \times 200 \times 15$ mm
- Vữa lát $\delta = 10$ mm
- Gạch chống nóng $200 \times 200 \times 105$ mm, $\delta = 105$ mm
- Vữa xi măng lưới thép chống thấm $\delta = 20$ mm
- Bê tông cốt thép mái $\delta = 120$ mm
- Vữa trát trần $\delta = 15$ mm



STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	0,640	$R_o < 1,0 m^2.K/W$
2	Vữa lát	0,01	0,93		

STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
3	Gạch đất sét nung (phần liên tục)	0,105	0,81		Không đạt yêu cầu
4	Gạch đất sét nung (phần vách)	0,053	0,81		
5	Không khí lỗ rỗng $R_a = 0,22 m^2.K/W$	0,053			
6	Vữa xây mạch dọc	0,105	0,93		
7	Vữa xi măng lưới thép	0,02	0,93		
8	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
9	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

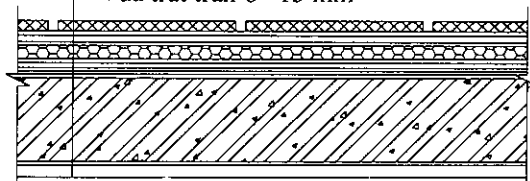
M2. Cấu tạo mái với lớp cách nhiệt bằng gạch rỗng dày 105 mm và bê tông xi $\gamma = 1000 kg/m^3$ dày 150 mm.

Cấu tạo như mái M1, nhưng bên trên lớp gạch chống nóng có thêm lớp bê tông nhẹ - bê tông xi $\gamma = 1000 kg/m^3$ - $\lambda = 0,41 W/(m.K)$ dày 150 mm, lúc đó tổng nhiệt trở của mái M2 sẽ là $R_o = 1,006 m^2.K/W$ - đạt yêu cầu.

STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	1,006	$R_o > 1,0 m^2.K/W$ Đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Lớp bê tông nhẹ-bê tông xi ($\gamma = 1000 kg/m^3$)	0,150	0,41		
4	Gạch đất sét nung (phần liên tục)	0,105	0,81		
5	Gạch đất sét nung (phần vách)	0,053	0,81		
6	Không khí lỗ rỗng $R_a = 0,22 m^2.K/W$	0,053			
7	Vữa xây mạch dọc	0,105	0,93		
8	Vữa xi măng lưới thép	0,02	0,93		
9	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
10	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

M3. Mái với tấm xốp polystyrol dày 30 mm

- Gạch lá nem $200 \times 200 \times 15$ mm
- Vữa lát $\delta = 10$ mm
- Tấm xốp polystyrol $\delta = 30$ mm
- Vữa xi măng $\delta = 5$ mm
- Xi măng polimer chống thấm $\delta = 2$ mm
- Bê tông cốt thép mái $\delta = 120$ mm
- Vữa trát trần $\delta = 15$ mm



STT	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , $W/(m.K)$	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	1.140	$R_o > 1,0 m^2.K/W$ Đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Tấm polystyrol	0,03	0,04		
4	Vữa xi măng	0,05	0,93		
5	Vữa xi măng polymer chống thấm	0,002	0,93		
6	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
7	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

Ghi chú: Tổng nhiệt trở của mái được tính với hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài là $h_N = 25 / m^2.K$ và hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong là $h_T = 5,882 W/m^2.K$ – xem bảng 3. Phụ lục.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

1. Bộ Xây dựng. *QCVN09:2013/BXD - Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia - Công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả.* (Energy Efficiency Building Code). Hà Nội - 2013.
2. Phạm Ngọc Đăng. *Cơ sở khí hậu học của thiết kế kiến trúc.* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội - 1981.
3. Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà. *Nhiệt và khí hậu kiến trúc.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2002.
4. Phạm Đức Nguyên. *Phát triển kiến trúc bền vững, kiến trúc xanh ở Việt Nam.* Nhà xuất bản Trí thức, Hà Nội - 2012.
5. UNEP - Bộ Xây dựng. *Thiết kế công trình xanh - Tài liệu đào tạo.* Chủ biên: TS Nirmal Kailankaje. Hà Nội- 2011
6. UNEP-Bộ Xây dựng. *Hướng dẫn kỹ thuật công trình sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.* Chủ biên: C.K. Tang. Hà Nội- 2011
7. Việt Nam-Đan Mạch. *Hợp phần “Phát triển bền vững môi trường trong các khu đô thị nghèo” (SDU)-Bộ Xây dựng. Hướng dẫn kỹ thuật Xây dựng Bền vững - Thiết kế, xây dựng & vận hành công trình xanh* (Tài liệu tham khảo). Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Hà Nội - 2010.

Tiếng nước ngoài:

8. Bộ Nội chính Đài Loan. *Sở nghiên cứu kiến trúc. Sổ tay kỹ thuật thiết kế kiến trúc xanh ở Đài Loan* (Bản tiếng Trung văn). Đài Bắc- 2005.
9. California Building Standards Commission (CBSC). *California Green Building Standards, 2010.* California Code of Regulations Title 24, Part 11.
10. E-book. *LANL Sustainable Design Guide* - Los Alamos National Laboratory. December 2012.
11. Jon Kristinsson (Author). *Intergrated Sustainable Design.* Edited by Andy Van Dobbelen. Published and distributed by Delftdigitalpress. Delft/Deventer - 2012.
12. San Kubba. Ph.D, LEED AP. *Handbook of Green Building Design and Construction.* USA - 2012.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	3
Chương I. Tổng quan và phát triển công trình xanh trên thế giới và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam	
1.1. Khái niệm về công trình xanh, kiến trúc xanh, thành phố xanh và một số khái niệm khác có liên quan	10
1.2. Xu hướng phát triển công trình xanh trên thế giới	23
1.3. Hệ thống đánh giá, công nhận và cấp chứng chỉ công trình xanh trên thế giới	32
1.4. Một số công trình xanh điển hình đầu tiên của các nước Châu Á	48
1.5. Tình hình phát triển khu nhà ở xanh ở một số nước trên thế giới	62
1.6. Lợi ích của phát triển công trình xanh và bài học kinh nghiệm đối với Việt Nam	78
Chương II. Phát triển công trình xanh ở Việt Nam, thuận lợi và trở ngại	
2.1. Phát triển công trình xanh là xu hướng tất yếu và là sự lựa chọn thông minh của ngành xây dựng - kiến trúc Việt Nam	90
2.2. Sự khởi đầu phát triển công trình xanh ở Việt Nam	93
2.3. Kiến trúc khí hậu nhiệt đới, kiến trúc truyền thống và kiến trúc xanh ở nước ta	107
2.4. Chiến lược quốc gia về phát triển công trình xanh đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 của nước ta	113
2.5. Những thuận lợi và trở ngại trong phát triển công trình xanh ở Việt Nam	127
Chương III. Chất lượng môi trường sống trong công trình xanh	
3.1. Chất lượng môi trường không khí trong nhà	137
3.2. Tiện nghi môi trường vi khí hậu trong nhà	148

3.3. Ô nhiễm tiếng ồn trong công trình	161
3.4. Môi trường chiếu sáng tự nhiên và tầm nhìn của phòng	168
Chương IV. Thiết kế thông gió và chiếu sáng tự nhiên	
4.1. Thiết kế thông gió tự nhiên	173
4.2. Thiết kế chiếu sáng tự nhiên	207
Chương V. Thiết kế kết cấu bao che công trình xanh	
5.1. Yêu cầu thiết kế cách nhiệt đối với kết cấu bao che	227
5.2. Tiêu chí đánh giá và chỉ dẫn thiết kế kết cấu bao che	248
5.3. Thiết kế che nắng cho cửa sổ	252
5.4. Thiết kế cách nhiệt cho tường	263
5.5. Thiết kế mái cách nhiệt	283
5.6. Đặc điểm kết cấu bao che của nhà siêu cao tầng	295
5.7. Thiết kế nền nhà chống nồm	297
Chương VI. Lựa chọn các hệ thống thiết bị trong công trình xanh	
6.1. Lựa chọn và vận hành hệ thống thiết bị thông gió cơ khí và điều hòa không khí	304
6.2. Sử dụng năng lượng mặt trời để cung cấp nước nóng	317
6.3. Các giải pháp chiếu sáng nhân tạo xanh tiết kiệm năng lượng điện	319
6.4. Các giải pháp thiết kế tận dụng ánh sáng tự nhiên, giảm thiểu chiếu sáng điện	324
6.5. Lựa chọn các hệ thống thiết bị khác	328
Chương VII. Thiết kế cấp thoát nước trong công trình xanh	
7.1. Thiết kế cấp nước trong công trình hiệu quả và tiết kiệm	332
7.2. Thu gom và sử dụng nước mưa	350
7.3. Giải pháp thoát nước mưa bền vững (SUDS), chống úng ngập	359
7.4. Thoát nước, xử lý và tái sử dụng nước thải	371
7.5. Quản lý vận hành, bảo dưỡng hệ thống cấp thoát nước trong công trình xanh	387

Chương VIII. Sử dụng vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường

8.1. Sử dụng vật liệu và cấu kiện hàm chứa năng lượng thấp	391
8.2. Sử dụng nguyên vật liệu địa phương và vật liệu tái sinh nhanh	394
8.3. Vật liệu và cấu kiện ít hoặc không phát thải chất ô nhiễm độc hại đối với môi trường	395
8.4. Giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế chất thải xây dựng	399
8.5. Giới thiệu một số vật liệu và cấu kiện xây dựng xanh đang được sử dụng ở các nước Đông Nam Châu Á	408
8.6. Cải thiện cung cấp thông tin về vật liệu và cấu kiện xây dựng thân thiện môi trường	423

Chương IX. Cây xanh đối với công trình xanh

9.1. Tác dụng giảm bức xạ, hấp thụ khí nhà kính (CO ₂)	424
9.2. Tác dụng đối với nhiệt độ và độ ẩm không khí	426
9.3. Tác dụng cây xanh đối với chất lượng môi trường không khí	429
9.4. Tiết kiệm sử dụng năng lượng trong công trình do tác dụng của cây xanh	432
9.5. Tổ chức cây xanh công trình và cây xanh trong đô thị	435
9.6. Thiết kế vườn cây xung quanh nhà, cây xanh trên tường và cây xanh trên mái nhà	444
9.7. Cây xanh và mặt nước [8]	461

Phụ lục. Thông số vật lý của vật liệu, cấu tạo và tính toán nhiệt trở của kết cấu bao che (KCBC)	465
---	-----

Tài liệu tham khảo	481
---------------------------	-----

CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XANH Ở VIỆT NAM

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc - Tổng biên tập

TRINH XUÂN SƠN

Biên tập : TRẦN CƯỜNG

Chế bản : PHẠM HỒNG LÊ

Sửa bản in : TRẦN CƯỜNG

Trình bày bìa : NGUYỄN NGỌC DŨNG

In 200 cuốn khổ 17 x 24cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng số 10 Hoa Lư - Hà Nội.
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3017-2016/CXBIPH/03-149/XD ngày 12 - 9 - 2016.
ISBN: 978-604-82-0083-1. Quyết định xuất bản số 235-2016/QĐ-XBXD ngày 12-9-2016. In xong nộp lưu chiểu tháng 9 - 2016.

**CÁC GIẢI PHÁP THIẾT KẾ
CÔNG TRÌNH XANH
Ở VIỆT NAM**



**THƯ VIỆN
HUBT**

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ

**NHỮNG SÁCH ĐÃ XUẤT BẢN CỦA
GS.TSKH.NGND. PHẠM NGỌC ĐĂNG**

1. **Vật lý kiến trúc: tập 1 - Nhiệt Kiến trúc**, NXB Giáo dục (1966)
2. **Vật lý kiến trúc: tập 2 - Kỹ thuật chiếu sáng**, NXB Giáo dục (1967)
3. **Vật lý kiến trúc: tập 3 - Âm học kiến trúc**, NXB Giáo dục (1967)
4. **Vật lý Xây dựng (I) - Nhiệt và Khí hậu**. NXB Xây dựng (1981)
5. **Cơ sở khí hậu học của thiết kế kiến trúc**. NXB Khoa học & Kỹ thuật (1981)
6. **Ô nhiễm Môi trường không khí đô thị và khu công nghiệp**. NXB Khoa học & Kỹ thuật (1992)
7. **Environment and Bioresources of Vietnam (đồng tác giả)**. Thế giới Publishers (1995)
8. **Môi trường không khí**. NXB Khoa học & Kỹ thuật (1997)
9. **Urban environment and Industrialization in VN**. Vietnamese Studies. No 3/1998
10. **Kinh tế chất thải đô thị ở Việt Nam (đồng tác giả)**. NXB Chính trị QG (1999)
11. **Quản lý môi trường đô thị và khu công nghiệp**. NXB Xây dựng (2000)
12. **Nhiệt và khí hậu kiến trúc (đồng tác giả)**. NXB Xây dựng - (2002)
13. **Môi trường không khí (tái bản có bổ sung)**. NXB Khoa học & Kỹ thuật (2003)
14. **Việt Nam - Môi trường và Cuộc sống (đồng tác giả)**. Hội Bảo vệ TN&MT VN, Nhà Xuất bản Chính trị Quốc gia (2004);
15. **Đánh giá diễn biến và dự báo môi trường 2 vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc và phía Nam (đồng tác giả)**. NXB Xây dựng - (2004)
16. **Đánh giá Môi trường Chiến lược - Phương pháp luận và thử nghiệm ở VN (đồng tác giả)**. NXB Xây dựng (2006)
17. **Đánh giá môi trường chiến lược các Dự án chiến lược, quy hoạch và kế hoạch phát triển**. NXB Khoa học & Kỹ thuật (2010)
18. **Các giải pháp thiết kế công trình xanh ở Việt Nam (Chủ biên, đồng tác giả)**. NXB Xây dựng. (Hà Nội - 2014)



978-604-82-083-1



9 786048 200831

Giá : 228.000đ



THƯ VIỆN
HUBT

TÀI LIỆU PHỤC VỤ THAM KHẢO NỘI BỘ