

TỔ CHỨC CÂY XANH TIỂU CẢNH CHO MẶT ĐỨNG CÔNG TRÌNH CAO TẦNG

DESIGN OF SMALL GARDENS ON FACADES OF HIGH-RISE BUILDINGS

Nguyễn Ngọc Bình

Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; binhkts@gmail.com

Tóm tắt - Mục tiêu chính của nghiên cứu là đưa ra các giải pháp có tính khả thi cho việc cải thiện vi khí hậu và diện mạo cho công trình cao tầng bằng cách bố trí tiểu cảnh sân vườn, góp phần ứng phó với việc biến đổi khí hậu và việc xây dựng quá bằng quan sát khoa học, phương pháp tổng kết kinh nghiệm, phương pháp dựa trên các cơ sở khoa học. Các kết quả của nghiên cứu có tính khả thi và có thể ứng dụng cho các công trình cao tầng ở Việt Nam.

Từ khóa - Không gian xanh; bố trí không gian xanh; phát triển; ứng dụng; tiện nghi

1. Đặt vấn đề

Những năm gần đây quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa làm cho quỹ đất ở các đô thị lớn, trong đó có thành phố Đà Nẵng, bị thu hẹp nhanh chóng. Dẫn đến việc xây dựng các công trình cao tầng như là một giải pháp khả dĩ để đối phó với tình trạng thiếu đất xây dựng.

Với khí hậu đặc trưng, thành phố Đà Nẵng thuộc khu vực từ đèo Hải Vân trở vào Nam, không có mùa đông lạnh, vùng đồng bằng quanh năm nóng ẩm và chia ra 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô. Với khí hậu như vậy, việc đảm bảo tiện nghi trong nhà là hết sức quan trọng trong thiết kế công trình.

Những tòa nhà bê tông thô đặc khiến cho người sử dụng có cảm giác căng thẳng khi làm việc, hoặc là lớp vỏ công trình là những mảng kính được bao phủ xung quanh cùng với điều kiện tự nhiên nóng ẩm như nói trên khiến cho vi khí hậu bên trong công trình trở nên nghiêm trọng hơn. Giải pháp đối phó thường là sử dụng các loại máy móc để hấp thu hoặc phát nhiệt điều tiết vi khí hậu, làm tiêu tốn rất nhiều năng lượng. Giá trị OTTV (W/m^2) – lượng nhiệt bức xạ mặt trời trung bình truyền qua $1m^2$ kết cấu bao che vào nhà - càng lớn, công suất của Hệ thống điều hòa không khí càng cao, càng phải tiêu thụ nhiều năng lượng. Năng lượng tiêu thụ cho hệ thống Điều hòa không khí (ĐHKK) trong nhà văn phòng thường chiếm khoảng 40% tổng năng lượng tiêu thụ toàn tòa nhà [1].

Hiện nay, có rất nhiều nhà cao tầng được xây dựng với những mục đích sử dụng khác nhau. Do quỹ đất hạn hẹp, đặc điểm của các cao tầng dạng này là hầu hết đều được xen cây vào các dãy phố mặt tiền, với mật độ xây dựng gần như chiếm trọn khu đất. Xung quanh công trình không còn khoảng trống dành cho cây xanh, mặt nước hoặc có thì quá nhỏ không đáp ứng đủ diện tích để tổ chức cây xanh tiểu cảnh cho công trình.

Với thực trạng đó, tác giả đã bắt tay vào nghiên cứu đề xuất các giải pháp “Tổ chức cây xanh tiểu cảnh cho mặt

Abstract - The main objective of the study is to provide feasible solutions for improving the microclimate and appearance for high-rise buildings by arranging small gardens, contributing to responding to climate change and excessive building density. The author has proposed reasonable solutions with specific examples for the development of green space in high-rise buildings. The main research methods which were referenced and used include: archival research (research related to documents stored in different archives), scientific observation (on realworld practice), experience-based analysis, method based on scientific evidences. The results of the study are feasible and applicable to high-rise buildings in Vietnam.

Key words - Green Space; green design; Development, Application; comfort

đứng công trình cao tầng”. Mục đích tạo ra những không gian thoáng mát giúp cho người sử dụng bên trong công trình thoải mái, giảm stress, tăng năng suất hiệu quả làm việc và tạo ra được một cảnh quan cho thành phố xanh giúp cải thiện vi khí hậu trong thành phố vào những thời điểm bất lợi.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu và đề xuất các không gian xanh tích hợp mặt đứng công trình cao tầng.

Nghiên cứu nhằm thúc đẩy vi khí hậu thích hợp cho không gian sống và góp phần tiết kiệm năng lượng cho công trình.

Nhân rộng các giải pháp không gian tiểu cảnh sân vườn ngoài công trình.

3. Tổng quan về nghiên cứu liên quan

Trong phần này, tác giả nghiên cứu và giới thiệu các trường hợp điển hình trong việc tổ chức không gian xanh trên mặt đứng nhà cao tầng.

3.1. Chung cư xanh Bosco Verticale

Dự án chung cư xanh cao tầng Bosco Verticale được xây dựng tại một thành phố đẹp và thơ mộng ở Milan (Ý) do công ty kiến trúc Stefano Boeri Architetti thiết kế hình thành một khu rừng thẳng đứng đầu tiên trên thế giới với 730 cây xanh, 5.000 cây bụi, 11.000 dây leo và cây cỏ phủ khắp 27 tầng. Sự kết hợp của các cây to và nhỏ được trồng ở ban công trên bốn mặt của các tòa nhà, bao gồm 800 cây xanh và 1.400 thực vật nhỏ trang trí cho các căn hộ tại đây (Hình 1). Nhóm thiết kế cho hay cây cối sẽ có chức năng hấp thụ bụi trong không khí giúp giảm ô nhiễm môi trường và chắn bức xạ mặt trời, điều hòa vi khí hậu trong căn hộ bên trong. Ở đây các Kiến trúc sư đã tranh thủ các diện tích ban công để đưa cây xanh lên mặt đứng công trình, vừa làm tốt nhiệm vụ kiến trúc, vừa được người dân chăm sóc hàng ngày.



Hình 1. Chung cư sử dụng ban công để trồng các loại cây

3.2. ParkRoyal – Khách sạn xanh tại Singapore

ParkRoyal được thiết kế là một tổ hợp khách sạn văn phòng, ParkRoyal đã thành công trong việc tạo ra một không gian có diện tích xanh bao phủ lên đến 15000 mét vuông, khu vực xanh trong tòa nhà thực sự lớn hơn nhiều so với khuôn viên của nó với số lượng thực vật đáng kinh ngạc ngay cả trong một nước có khí hậu nhiệt đới như Singapore. Đây là một thiết kế kiến trúc bền vững (Hình 2).



Hình 2. ParkRoyal – Khách sạn xanh tại Singapore

ParkRoyal không chỉ được thiết kế hài hòa với cảnh quan xung quanh mà còn tiết kiệm năng lượng tối đa. Nước được thu từ trên mái công trình, sau đó được sử dụng để tưới cho toàn bộ cây xanh. Không gian bên ngoài khung cửa kính thực sự ấn tượng với thảm thực vật phong phú. Cây trồng đa dạng về chủng loại, từ các loại cây lớn như cây lấy bóng mát, cọ đến các loại cây nhỏ, cây bụi, hoa và dây leo... Các kiến trúc sư đã thiết kế không gian xanh liên mạch, xuyên suốt toàn bộ công trình, từ ngoài vào trong.

3.3. Công trình thương mại phức hợp đa chức năng Phi Long Technology Building

Phi Long Technology building là một công trình thương mại phức hợp đa chức năng với quy mô không dưới 10.000 m² sàn được xây dựng tại Đà Nẵng - Việt Nam. Dưới sức ép của kinh tế, các khuôn mẫu cao tầng như một hộp kín đã và sẽ làm cho các tuyến phố thương mại trở thành những bức tường thành theo nhiều nghĩa. Sự thiếu

hụt các mảng xanh và khoảng trống khiến cho cư dân thành phố cảm thấy bị bức bách. Trên cấu trúc tổng thể đó, các lối giao thông đứng và khu vực chức năng phụ trợ được sắp đặt bao quanh mặt hướng Tây – Tây Bắc tòa nhà, tối đa hóa khả năng cách ly các không gian chức năng bên trong với sức nóng từ bức xạ mặt trời và lớp “màn” cây xanh có tác dụng điều tiết một cách tự nhiên nhất lượng ánh sáng mặt trời phía Đông, giảm thiểu sự ô nhiễm Bức xạ nhiệt và tiếng ồn của đô thị. Và dĩ nhiên đó là một cảnh quan lý tưởng nhất có thể phục vụ cho một môi trường làm việc, sinh hoạt và dịch vụ trên cao (Hình 3).



Hình 3. Phi Long computer sử dụng lam và cây xanh hướng Tây Nam

4. Cơ sở khoa học nghiên cứu

4.1. Đặc điểm chung khí hậu Việt Nam

Việt Nam nằm hoàn toàn trong vành đai nhiệt đới của nửa cầu Bắc, thiên về vĩ tuyến hơn là xích đạo.

Số giờ nắng: 1400 – 3000 h/năm, nhiệt bức xạ trung bình năm 100 kcal/cm².

Việt Nam có một nền nhiệt độ cao, nhiệt độ trung bình năm cao trên 22°C đến 27°C.

Lượng mưa lớn từ 1500 – 2000 mm/năm.

Độ ẩm không khí thường trên 50%.

4.2. Đặc điểm của không gian cây xanh, tiểu cảnh

4.2.1. Tính phổ biến

Dù hiện nay đang có rất nhiều biện pháp được sử dụng đối với các kiểu nhà ở thấp tầng và đặc biệt là kiểu nhà vườn, rất dễ bắt gặp hình ảnh các không gian xanh ở địa phương. Như là hòn non bộ, ao cá, cây cảnh, ... hệ sinh thái thu nhỏ được hiện hữu. Nhưng vẫn rất ít được bắt gặp ở các thành phố.

4.2.2. Các yếu tố cấu tạo nên không gian cây xanh tiểu cảnh

a. Vật liệu cơ bản

Cát - đá - sỏi xây dựng; Gạch nung và gạch không nung; Hỗn hợp xi măng; Bê tông; Các loại vôi: vôi địa kỹ thuật; Bọt biển, xốp; Kim loại: Sắt, thép, inox, đồng, nhôm ... nhựa; Giấy và màng.

Theo phong thủy, đá tượng trưng cho sự trường thọ, vì vậy đá không chỉ đóng vai trò kết tinh của thẩm mỹ mà còn mang lại ý nghĩa tâm linh.

Cách chọn đá non bộ: thường dùng đá vôi, đá tự nhiên gần bờ sông thác bị sóng, gió bào mòn tạo thành những lỗ vết tích tự nhiên trên đá (Hình 4).



Hình 4. Đá bị bào mòn tự nhiên

b. Linh vật, cây cảnh trang trí, hoàn thiện

Hệ động, thực vật: Bao gồm các loại động vật: như cá, chim,... và các loại thực vật như cây cảnh, hoa, cỏ góp phần tạo sinh khí cho không gian tiểu cảnh.

Các loại cây cảnh thường sử dụng trong hòn non bộ như cây Si, Sung, bạch đầu ông, hồ nhĩ, tùng la hán, trắc bách diệp... (xem Hình 5).



Hình 5. Cây cảnh

c. Tượng

Tượng sản phẩm nghệ thuật điêu khắc của con người, khi đưa vào hòn non bộ nó mang lại vóc dáng phóng phú, thích thú cho cảnh vật hữu tình và sinh động.

Thông thường tượng được sử dụng trong hòn non bộ như các nhân vật cổ tích (Hình 6), danh lam thắng cảnh, tượng phật quan âm, điêu khắc...



Hình 6. Tượng đồng quê

d. Mặt nước

Mặt nước giúp tạo ra một màng ảnh phản chiếu lại mọi thứ trên mặt nước, hay còn gọi là phản xạ.

Mặt nước giúp cải thiện vi khí hậu tạo ra một cảnh quan hợp nhất, gắn kết giữa những yếu tố cây xanh, tượng, đá non bộ. Có thể nuôi cá nhằm giữ gìn vệ sinh môi trường và giúp không gian được sinh động hơn, tự nhiên hơn đồng thời nâng cao hiệu quả sử dụng mặt nước. Tuy nhiên, phải có sự cân đối thích hợp giữa sản lượng cá nuôi, diện tích mặt nước và chất lượng nước hồ.

4.2.3. Đánh giá cây xanh tiểu cảnh đối với công trình cao tầng

- Ưu điểm:

Thân thiện với môi trường, tiếp xúc được với thiên nhiên qua một không gian thiên nhiên thu nhỏ.

Giảm thiểu sự ô nhiễm Bức xạ nhiệt và tiếng ồn của môi trường xung quanh.

Tạo ra oxy và điều chỉnh vi khí hậu (nhiệt độ tiện nghi) bên trong công trình.

Tiết kiệm năng lượng cho công trình.

Môi trường trong thành phố được cải thiện.

- Nhược điểm:

Giá thành cao, sử dụng vật liệu mới, thi công phức tạp.

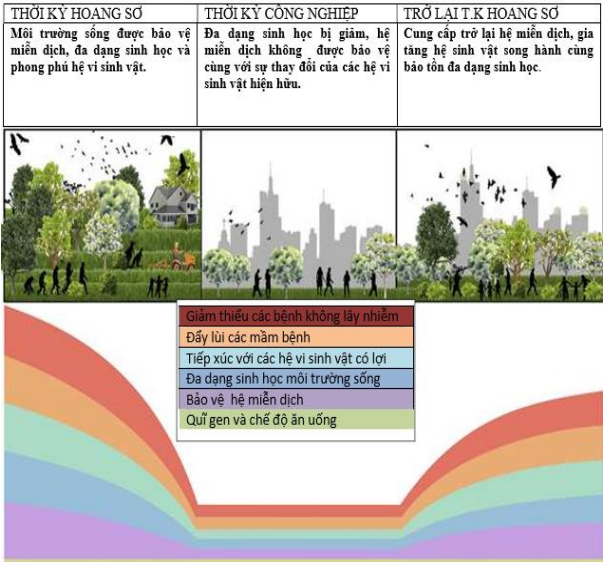
Chi phí chăm sóc bảo dưỡng thường xuyên.

Chi phí hệ thống thiết bị công nghệ duy trì sự sống cho cây xanh.

5. Các cơ sở khoa học

5.1. Mối quan hệ giữa môi trường sống của con người với hệ sinh vật

Mối quan hệ giữa môi trường sống của con người và hệ sinh vật được mô tả ở Hình 7. Tổng lược có ba thời kỳ chính: Thời kỳ hoang sơ; Thời kỳ công nghiệp; Thời kỳ trở lại hoang sơ [2]. Điều này cho thấy, xu hướng quay trở lại với thiên nhiên trong kiến trúc thời gian gần đây là rất hợp lý.



Hình 7. Mối quan hệ giữa môi trường sống người và hệ sinh vật (nguồn: <https://www.frontiersin.org>)

5.2. Tính toán diện tích không gian xanh để đảm bảo sự tiện nghi

5.2.1. Tiện nghi nhiệt

Duy trì tiện nghi nhiệt của một môi trường có nghĩa là đảm bảo cho người sử dụng không cảm thấy quá nóng hay quá lạnh. Tức là giữ cho nhiệt độ, độ ẩm, luồng khí đối lưu và các nguồn nhiệt trong phạm vi cho phép.

Cụ thể: Chúng ta thường điều hòa nhiệt độ trung tâm của cơ thể trong một khoảng hẹp từ $36,5^{\circ}\text{C} - 37,1^{\circ}\text{C}$ (Trung bình là $36,8^{\circ}\text{C}$) khi tiếp xúc với một khoảng biến thiên nhiệt độ rộng của môi trường. Nhiệt độ môi trường thuận lợi cho cơ thể làm việc là $20 - 25^{\circ}\text{C}$.

5.2.2. Tiện nghi chiếu sáng

Duy trì tiện nghi thị giác nghĩa là đảm bảo con người có đủ ánh sáng cho các hoạt động của họ ánh sáng phải đủ chất lượng, cân bằng và đem lại tầm nhìn tốt.

Cụ thể: Chiếu sáng hiệu quả khi được phân tán đều, không quá mờ cũng không quá chói và sử dụng năng lượng ở mức tối thiểu. Ánh sáng được đo bằng lượng ánh sáng rơi trên bề mặt (độ rọi) hoặc lượng ánh sáng phản xạ khỏi bề mặt (độ chói). Đây là biện pháp mang tính khách quan, nhưng cảm nhận của con người về tiện nghi ánh sáng lại mang tính chủ quan. Tiện nghi thị giác tốt thông thường đồng nghĩa với việc có càng nhiều ánh sáng tự nhiên hài hòa càng tốt. Con người gắn liền với ánh sáng mặt trời và đồng thời việc này còn giúp tiết kiệm năng lượng.

5.2.3. Tiện nghi thông gió, không khí

Ngoài việc không khí phải có nhiệt độ và độ ẩm phù hợp để có thể đạt được tiện nghi nhiệt, việc có được không khí sạch trong lành và lưu thông một cách có hiệu quả trong không gian cũng vô cùng quan trọng.

Cụ thể, cơ thể ở trạng thái tĩnh sẽ hít thở 16 lần mỗi phút, mỗi lần hít lượng khí sẽ khoảng 500ml. Theo đó, mỗi ngày một người lớn sẽ cần 10.000 lít không khí mới có thể đáp ứng nhu cầu cơ thể [3]. Do đó, việc thiết kế thông gió tự nhiên (hoặc cơ học) là hết sức cần thiết nhằm duy trì trạng thái khỏe mạnh, tỉnh táo cho con người.

5.3. Tăng tính thẩm mỹ cho công trình

Mang cây xanh vào trong mỗi công trình không chỉ đơn giản là vì sở thích cá nhân hay là lợi ích khoa học mà cây xanh hay mặt nước mang lại, mà nó còn làm tăng giá trị của công trình, giúp thay đổi môi trường sống, làm sạch không khí và tăng thêm tính thẩm mỹ của mỗi ngôi nhà.

Cây xanh sẽ giúp tăng thêm sự tĩnh lặng cho công trình. Những bức tường bằng cây xanh vừa có thể giúp làm đẹp không gian sinh hoạt, vừa mang lại cảm giác thư giãn cho các người sử dụng trong mỗi công trình [4].

6. Đề xuất giải pháp

6.1. Giải pháp về tiện nghi cho không gian

6.1.1. Giải pháp về tiện nghi nhiệt

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, giải pháp ưu tiên trong giải pháp tiện nghi nhiệt là giảm lượng nhiệt.

Lợi dụng tính chất của một số loại cây để đáp ứng được tính cách nhiệt tốt.

Cụ thể như là: Loại cây dây leo sẽ tạo điểm nhấn xanh cho bức tường vốn thô cứng, và từ những ban công có thể trồng các loại cây leo này để phủ xanh phần dưới ban công. Đồng thời tạo cảm giác mát lạnh cho căn nhà vào ngày hè. Các cây hoa dây leo dễ trồng có thể mọc bò bám vào tường hay gỗ đá tạo thành những mảng xanh mượt đầy vẻ cổ kính cho các bức tường, mái hiên, hàng rào (Hình 8).



Hình 8. Một số loại cây leo được sử dụng nhiều: Cúc tần ẩn độ, cúc khuy, dây tơ hồng thái...

Ưu điểm của các loại hoa leo, cây dây leo chống nóng ngoài sân vườn là khả năng phát triển theo phương thẳng đứng, khả năng chịu nắng, khả năng uốn lượn che phủ theo giàn được thiết kế, hơn nữa những cây hoa leo đẹp còn mang lại vẻ đẹp và hương thơm dễ chịu (Hình 9).



Hình 9. cây xanh leo tường, mặt nước

Nhược điểm là các loại cây này (ví dụ: Cúc tần Ẩn Độ, dây thần lân...) thường phát triển rất nhanh phải chăm sóc thì mới có thể kiểm soát được tốc độ phát triển của cây [5].

Sử dụng nước, mặt nước làm tăng hơi ẩm giúp cải thiện nhiệt độ bên trong công trình.



Hình 10. Thác nước nhân tạo từ tường

Tạo thác nước trên tường nên ốp đá và ốp đá cho các mảng tường cao dựng trần và cố gắng khéo léo chọn đá để tạo nên bức tranh thiên nhiên, mang lại một góc không gian đẹp, thư giãn thoải mái thay vì những viên gạch ốp đá không

hình thái độc đáo, giảm giá trị thẩm mỹ [6] (Hình 10).

6.1.2. Giải pháp về tiện nghi thông gió, không khí và ánh sáng

a. Bố trí

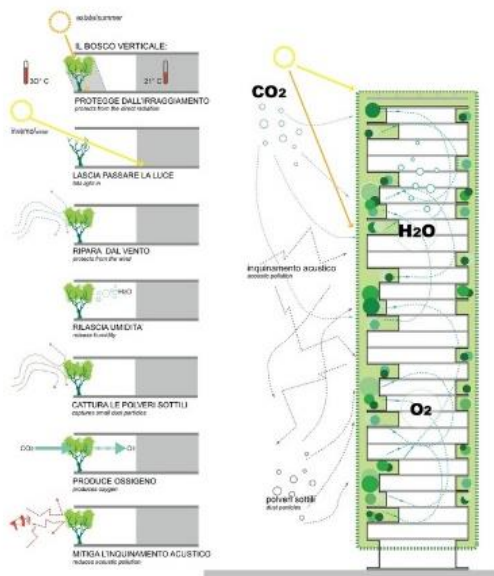
Về mặt giải pháp thông gió cần phân chia bố trí các loại cây hợp lý không dày quá để cản trở luồng gió vào công trình (Hình 11).

Một mảng thực vật tạo ra một vi khí hậu và lọc ánh sáng mặt trời phù hợp, và loại bỏ các giải pháp liên quan đến công nghệ máy móc và cơ học đối với sự bền vững của môi trường.



Hình 11. Mặt bằng bố trí cây

Các bồn cây xanh trên mặt đứng giúp xây dựng một vi khí hậu trong lành mát mẻ và lọc các hạt bụi mịn có trong môi trường đô thị. Sự đa dạng của thực vật giúp phát triển vi khí hậu tạo ra độ ẩm, hấp thụ CO₂ và các hạt, tạo ra oxy và bảo vệ chống lại bức xạ và ô nhiễm tiếng ồn (Hình 12).



Hình 12. Mô phỏng nhiệt độ

b. Chọn cây

Việc chọn cây xanh cho công trình là khá khó khăn do phải đáp ứng các điều kiện ràng buộc của công trình. Chọn các loại cây có tính chịu được thời tiết khắc nghiệt, phát triển mạnh. Chăm sóc cắt tỉa cây thường xuyên để cây không mọc mất kiểm soát dẫn đến việc không lưu thông được gió. Chọn những cây có lá vừa không lớn cũng không

nhỏ và có lá quanh năm ít bị rụng lá (Hình 13).

Số lượng cây cần phải được tính toán kỹ lưỡng, ví dụ của một loại cây “Sung Dâu” tiêu thụ trung bình 1 năm 21,7 khí CO₂.

Theo tỷ lệ khối lượng CO₂ ra O₂ thì ta sẽ tính được lượng khí oxy mà 1 loại cây sung dâu trưởng thành tạo ra trong 1 năm: $21,77 \times 32 / 44 = 15,83 \text{ kg}$.



Hình 13. Chọn các loại cây

Trung bình một người sẽ cần 9,5 tấn không khí để thở trong vòng 1 năm, với khí oxy chiếm 23% số lượng này. Tức là một năm mỗi người chúng ta cần 2,185 tấn O₂ để tồn tại, giả sử Trái Đất được bao phủ bởi chỉ nguyên loại cây sung dâu kể trên thì số lượng cây cần thiết để sản xuất đủ khí oxy đủ cho một người trong 1 năm là: $2,185 \times 1000 / 15,83 = 138$ cây.

6.2. Biện pháp thi công

6.2.1. Biện pháp thi công cây xanh tiểu cảnh trên sàn

Nghiên cứu này đề xuất biện pháp thi công chống thấm cho việc trồng cây và bể nước như Hình 14.



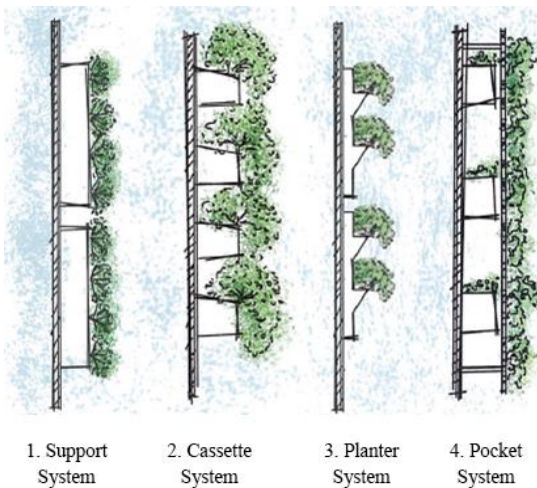
Hình 14. Cấu tạo chống thấm

Cấu tạo chống thấm như Hình 14 như sau:

1. RC Floor slab: Lớp bê tông chính là sàn bê tông tầng thượng của nhà.
2. Waterproofing: Lớp chống thấm để nước không thấm xuống tầng dưới nhà.
3. Protection: Lớp vữa bảo vệ.
4. VersiCell: Vi thoát nước và chống ngập úng mái sân vườn ($2,5\text{kg}/\text{m}^2$). Được làm bằng nhựa cứng, chịu tải trọng cao, có ngàm âm dương theo cả hai chiều ngang và đứng nên dễ dàng lắp trên bề mặt sàn và tường.
5. Geotextile: Lớp vải địa kỹ thuật là một loại chất liệu được chế tạo từ những sản phẩm phụ của dầu mỏ, có sức chịu kéo, độ dẫn, độ bền cao, có tính thấm, khi sử dụng lót trong đất nó có khả năng phân cách, lọc, bảo vệ, gia cường và thoát nước, ngăn cho tầng đất, cát phía trên không rơi xuống các lỗ thoát nước của VersiCell gây nghẽn hệ thống thoát nước.
6. Sand: Lớp cát sông lọc lại phần đất sét, ngăn không cho đất sét bịt kín các lỗ thoát nước của vải địa giúp thoát nước tốt hơn.
7. Soil: Lớp đất trồng, tùy theo nhu cầu trồng loại cây gì thì lớp đất này sẽ dày hay mỏng.
8. Big trees: Lớp cây trồng tùy vào điều kiện khí hậu, ánh sáng và thiết kế sân vườn để sử dụng cây trồng phù hợp.
9. Drain pipe: Ống thoát nước.

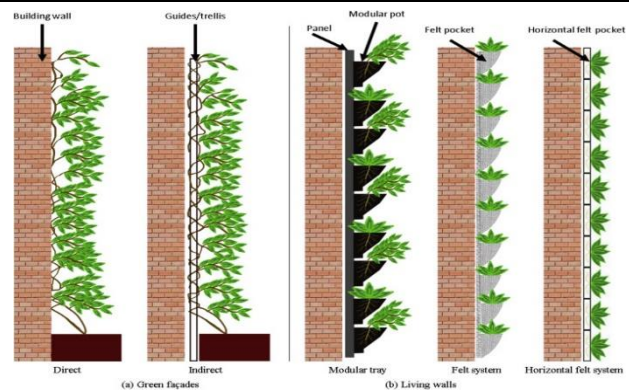
6.2.2. Cách bố trí thi công cây leo tường

Một số dạng bố trí cây gắn tường hoặc leo tường đối với họ cây leo (Hình 15 và Hình 16).



Hình 15. Các hình thức bố trí cây gắn tường

(BBT nhận bài: 12/12/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 15/01/2020)



Hình 16. Cấu tạo giải pháp thi công cây gắn tường

7. Kết luận

Bài báo giới thiệu một số giải pháp phát triển không gian xanh cho các công trình cao tầng dựa trên thực trạng chung của các khu đô thị ở Việt Nam hiện nay, cũng như các thành phố khác trên thế giới. Đề xuất dựa trên nhu cầu về các đặc điểm chung trong các tòa nhà cao tầng dùng để sinh hoạt, làm việc... Mô hình nghiên cứu vẫn còn một vài hạn chế nhưng nhìn chung vẫn đáp ứng được nhu cầu tiên nghi nhiệt, vì khí hậu tốt cho người sử dụng.

Nghiên cứu cho thấy, cần phải mở rộng phát triển các không gian cây xanh tiểu cảnh xanh, để giảm triệt để hiện tượng biến đổi khí hậu hiện nay, mặt dù vẫn đang trong quá trình nghiên cứu để giảm tối đa thấp nhất cho mức chi phí đầu tư không gian xanh này. Các giải pháp cây xanh trên mặt đứng hứa hẹn sẽ mang lại nhiều giá trị về xã hội và cảnh quan môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Đức Nguyên. Nhà ở cao tầng xanh, *Tạp chí Kiến trúc*, số 08-2019, 2019.
- [2] Jacob G. Mills, Justin D. Brookes, Nicholas J. C. Gellie, Craig Liddicoat, Andrew J. Lowe, Harrison R. Sydnor, Torsten Thomas, Philip Weinstein, Laura S. Weyrich and Martin F. *frontiersin.org*. 2019.
- [3] Nguyễn Anh Tuấn. *Chiếu sáng kiến trúc, Nhiệt và khí hậu Kiến Trúc*, Bài giảng (lưu hành nội bộ), 2018.
- [4] Nguyễn Thị Thu Thủy. *Kiến Trúc Phong Cảnh*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, 1996.
- [5] Du Khổng Quyên. *Phong Thủy Cảnh Quan*. Nhà xuất bản Đà Nẵng, 2006.
- [6] Lương Trọng Nhân. *Phong Thủy Vườn Cảnh*. Nhà xuất bản Trẻ, 2006.