

BẢO TRÌ KẾT CẤU BAO CHE NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

Hồ Ngọc Khoa¹

Tóm tắt: Trong điều kiện Việt Nam chưa có tiêu chuẩn, quy định riêng cho công tác thiết kế, thi công và vận hành nhà siêu cao tầng thì việc nghiên cứu công tác bảo trì loại công trình đặc thù này là cần thiết trên góc độ lý thuyết, thực tế và quản lý xây dựng. Bài báo thể hiện kết quả phân tích tổng quan về khái niệm bảo trì công trình, làm rõ mục đích, nội dung, ảnh hưởng của nó đến công năng, tuổi thọ và vận hành an toàn công trình. Phân tích đặc thù về kiến trúc, cấu tạo và điều kiện làm việc của kết cấu bao che nhà siêu cao tầng; đưa ra quy trình và nội dung bảo trì từ giai đoạn thiết kế, thi công, vận hành công trình. Từ đó đề xuất được mô hình thực hiện công tác bảo trì kết cấu bao che nhà siêu cao tầng áp dụng cho điều kiện Việt Nam.

Từ khóa: Nhà siêu cao tầng; bảo trì; quy trình bảo trì; kết cấu bao che; công năng thiết kế; tuổi thọ công trình.

Summary: In terms of theory, practice and construction management, because there has not been any specific standards and regulations for design, construction and operation works of super high-rise buildings in Vietnam, it is essential to conduct researches on maintenance of these buildings. This paper shows the comprehensive analyzed findings of the definition of building maintenance; clarifies its purposes, contents and impacts to performance, longevity and safe operation; analyzes architecture, structure characteristics and operating conditions of super high-rise building cladding; and indicates effective maintenance procedures and methods during design, construction and operation phases. Maintenance performance model is proposed that can be applied to cladding structures of super high-rise buildings under Vietnamese conditions.

Keywords: Super high-rise buildings; maintenance; maintenance procedure; cladding structures; design performance; building longevity.

Nhận ngày 01/11/2013, chỉnh sửa ngày 15/11/2013, chấp nhận đăng 28/2/2014



1. Mở đầu

Hiện nay, ở nước ta đã có hai công trình nhà siêu cao tầng được đưa vào sử dụng là Keangnam Hanoi Landmark Tower và Bitexco Financial Tower (TP. Hồ Chí Minh). Nhiều dự án sắp hoàn thành như tòa nhà Lotte Center Hanoi, Saigon One Tower, đang thi công như Vietinbank Tower (Hà Nội). Sự xuất hiện của các tòa nhà siêu cao tầng như là một biểu tượng thể hiện sự đẳng cấp của đô thị về kiến trúc và xây dựng, phản ánh phần nào sự phát triển kinh tế của Việt Nam.

Kết cấu bao che nhà siêu cao tầng chịu sự tác động trực tiếp, liên tục và thường xuyên của các yếu tố khí hậu, môi trường dẫn đến chất lượng và công năng sử dụng bị ảnh hưởng với cường độ xuống cấp nhanh. Vì vậy, trong nội dung bảo trì, công tác bảo trì kết cấu bao che nhà siêu cao tầng nhằm duy trì trạng thái thẩm mỹ, sử dụng an toàn và hiệu quả là quan trọng và phải được thực hiện thường xuyên.

¹ TS, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: hnnkhoa@yahoo.com

Công tác bảo trì công trình xây dựng nói chung ở Việt Nam được quy định tại Nghị định 114/2010/NĐ-CP ngày 06/12/2010 của Chính phủ [1]. Đối với bảo trì nhà siêu cao tầng chưa có văn bản pháp lý và tiêu chuẩn kỹ thuật hướng dẫn, dẫn đến việc triển khai và quản lý bảo trì còn nhiều bất cập, lúng túng. Vì vậy, việc nghiên cứu đề xuất quy trình, nội dung, mô hình quản lý công tác bảo trì hệ kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam là cần thiết.

2. Bảo trì và sự cần thiết của bảo trì trong giai đoạn vận hành khai thác công trình xây dựng

2.1 Khái niệm về bảo trì công trình xây dựng

Bảo trì công trình xây dựng được hiểu như là một tập hợp các hành động để đảm bảo cho công trình hoạt động hiệu quả, an toàn nhất theo đúng mục đích và công năng thiết kế để phục vụ con người. Ở Việt Nam các từ "duy tu", "sửa chữa", "bảo dưỡng" công trình được sử dụng nhiều trong các văn bản và thực tế xây dựng. Những năm gần đây, sau khi hình thành và phát triển những quan niệm, cơ sở khoa học mới về chính sách bảo tồn và phát triển bất động sản ở nước ta, cụm từ "bảo trì công trình xây dựng" mới dần được sử dụng và phổ biến. Bảo trì công trình xây dựng bao gồm bảo trì kiến trúc, kết cấu bao che, chịu lực và các hệ thống kỹ thuật của công trình (tòa nhà).

Trước đây ở nước ta, các công việc liên quan đến bảo trì công trình xây dựng được đề cập đến chỉ trong giai đoạn vận hành sử dụng công trình. Lần đầu tiên vào năm 1994, trong Nghị định số 177/CP của Chính phủ về Điều lệ quản lý đầu tư và xây dựng quy định: sau khi nhận bàn giao công trình, chủ đầu tư có trách nhiệm khai thác, sử dụng năng lực công trình, hoàn thiện tổ chức và phương pháp quản lý nhằm phát huy đầy đủ các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật đề ra trong dự án. Quy định này được hiểu như một nội dung của công tác bảo trì mà người sở hữu công trình phải thực hiện trong quá trình khai thác sử dụng. Tiếp theo, năm 1999, Nghị định số 52/1999/NĐ-CP của Chính phủ về Quy chế quản lý đầu tư và xây dựng nêu rõ: chủ đầu tư hoặc tổ chức được giao quản lý sử dụng công trình có trách nhiệm thực hiện bảo trì công trình. Có thể nói, đây là lần đầu tiên cụm từ "bảo trì công trình xây dựng" được xuất hiện trong văn bản pháp lý của nhà nước.

Tuy nhiên, các văn bản pháp lý của nhà nước về đầu tư và xây dựng sau này như Luật Xây dựng số 16/2003/QH11 [2] và các nghị định liên quan của Chính phủ cũng không đưa ra một khái niệm hay định nghĩa cơ bản về bảo trì, mặc dù có quy định sự cần thiết, cấp độ, nội dung và quy trình bảo trì. Năm 2005, Luật Nhà ở số 56/2005/QH11 [3] là văn bản pháp lý đầu tiên nêu lên định nghĩa về bảo trì nhà: bảo trì nhà ở là việc duy tu, bảo dưỡng nhà ở theo định kỳ và sửa chữa khi có các hư hỏng nhằm duy trì chất lượng nhà ở. Sau đó, khái niệm bảo trì công trình xây dựng được làm rõ, cụ thể hơn trong một số văn bản pháp lý của Bộ Xây dựng [4, 5]. Nghị định 114/2010/NĐ-CP và sau đó là Thông tư số 02/2012/TT-BXD [6] là những văn bản pháp lý chính thức quy định tổng thể và cơ bản nhất về công tác bảo trì công trình xây dựng ở Việt Nam. Nội dung của [1, 6] làm rõ hơn khái niệm bảo trì công trình xây dựng: là tập hợp các công việc nhằm bảo đảm và duy trì sự làm việc bình thường, an toàn của công trình theo quy định của thiết kế trong suốt quá trình khai thác sử dụng; quy định về quy trình, nội dung, kế hoạch thực hiện bảo trì công trình xây dựng của các chủ thể và trách nhiệm quản lý của các cơ quan quản lý nhà nước.

Ở Liên bang Nga và các nước thuộc Liên Xô cũ, công tác bảo trì công trình, nhà ở (công trình xây dựng) nằm trong nội dung vận hành kỹ thuật công trình. Quy định và tiêu chuẩn về vận hành kỹ thuật quỹ nhà ở được phê duyệt bởi Ủy ban xây dựng cơ bản của Chính phủ Nga [17]: bảo trì công trình xây dựng là một tổ hợp các công việc nhằm duy trì thông số thiết kế, tình trạng làm việc ổn định, nhịp nhàng của các bộ phận, hệ thống kết cấu và hệ thống kỹ thuật của công trình. Hệ thống vận hành kỹ thuật tòa nhà là tổng hợp các nguồn lực, sử dụng các loại vật liệu, cấu kiện xây dựng, áp dụng các phương pháp tổ chức và quản lý để duy trì tòa nhà hoạt động bình thường, an toàn cho cuộc sống và sức khỏe của công dân, đảm bảo nguyên vẹn tài sản, an toàn vệ sinh môi trường trong suốt quá trình sử dụng của các công trình xây dựng theo đúng quy định [18].

Tiêu chuẩn bảo trì công trình xây dựng của Cộng hòa Bêlarút-xia [19] quy định nội dung của vận hành kỹ thuật công trình xây dựng bao gồm: bảo trì kỹ thuật các cấu kiện, kiến trúc, kết cấu bao che, hệ thống kỹ thuật, khu vực xung quanh nhà; sửa chữa; kiểm tra, theo dõi quá trình thực hiện các quy định sử dụng khu vực nhà ở. Nhiệm vụ chính của vận hành kỹ thuật nhà là: đảm bảo khả năng làm việc và vận hành an toàn, đúng thiết kế các cấu kiện và hệ thống kỹ thuật. Vận hành kỹ thuật nhà cần tiến hành theo đúng thiết kế, các tài liệu chỉ dẫn sử dụng được cung cấp trong quá trình xây lắp.

Ở Hàn Quốc, năm 1995 đã ban hành “Luật đặc biệt về quản lý các công trình hạ tầng” (cầu, hầm, cảng, đập, nhà cửa, công trình sông/nước và taluy), quy định một cách hệ thống về kiểm tra an toàn, bảo trì và thúc đẩy thể chế xây dựng lòng tin cộng đồng, ràng buộc các chủ sở hữu công trình về công việc và trách nhiệm. Ngoài ra còn quy định việc thành lập “Tổng công ty An toàn và Công nghệ hạ tầng Hàn Quốc” (KISTEC) và vai trò của nó trong việc đảm bảo sự an toàn và bảo trì các công trình xây dựng quốc gia bao gồm việc thiết lập và vận hành một quy hoạch tổng thể về an toàn và bảo trì, hướng dẫn và thực hiện kiểm tra an toàn và thanh tra.

Tại Singapore, Luật Xây dựng quy định chủ sở hữu bắt buộc phải tiến hành kiểm tra định kỳ tòa nhà, xem xét các tác động về mặt cơ học cũng như ảnh hưởng về kết cấu trong quá trình vận hành để khẳng định công trình đảm bảo an toàn cho người ở. Bất kỳ một sự ảnh hưởng kết cấu, sự hư hỏng hay lạm dụng nào liên quan tới công trình đều phải được xác định sớm để tiến hành bảo trì, sửa chữa kịp thời trước khi công trình bị hư hỏng nặng. Đối tượng kiểm tra bao gồm tất cả các công trình nhà, trong đó có các tòa nhà siêu cao tầng.

Ở Mỹ, Canada và các nước châu Âu công tác bảo trì công trình xây dựng được quan tâm đặc biệt xuyên suốt quá trình thực hiện và vận hành dự án. Trong [12] nêu rõ: bảo trì công trình là sự kết hợp của tất cả các công tác kỹ thuật, hành chính và quản lý trong suốt vòng đời của một tòa nhà (hay một phần của tòa nhà), với mục đích duy trì, hay sửa chữa lại tòa nhà để nó có thể đáp ứng chức năng sử dụng theo yêu cầu.

2.2 Bảo trì công trình và tuổi thọ công trình xây dựng

Nhu cầu bảo trì của công trình xây dựng hiện hữu bắt nguồn từ những thách thức của nó, về cơ bản có thể kể đến: nhu cầu duy trì giá trị bất động sản theo thời gian; khả năng công trình có thể thay đổi mục đích sử dụng ban đầu; sự đa dạng và phức tạp về chủ thể bảo trì (chủ đầu tư, nhà quản lý, người thuê nhà, người sử dụng,...) và vấn đề tuổi thọ của công trình. Tuổi thọ của công trình về nguyên tắc được xác định theo quy định của thiết kế, tuy nhiên thực tế nó lại phụ thuộc rất nhiều vào quá trình vận hành sử dụng ở nhiều khía cạnh: tuân thủ quy định vận hành, vận hành đúng công suất, bảo trì đúng kế hoạch và các yếu tố tác động từ môi trường.

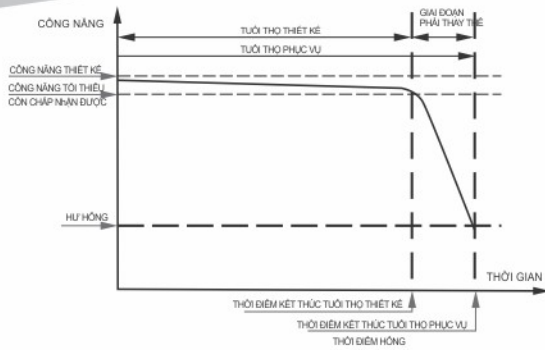
Ở Việt Nam niên hạn sử dụng và tuổi thọ của một công trình xây dựng căn cứ vào tiêu chí bền vững của công trình đó. Khái niệm niên hạn sử dụng được hiểu trong mối liên hệ với một số khái niệm cơ bản như cấp công trình, độ bền vững, bậc chịu lửa và tuổi thọ công trình. Cấp công trình được xác định căn cứ vào: mức độ an toàn cho người và tài sản; độ bền và tuổi thọ công trình chịu được mọi tác động bất lợi của điều kiện khí hậu, tác động lý học, hóa học và sinh học trong suốt niên hạn sử dụng; độ an toàn khi có cháy trong giới hạn chịu lửa cho phép. Tuổi thọ công trình là khả năng của công trình đảm bảo các tính chất cơ lý và các tính chất khác được thiết lập trong thiết kế và đảm bảo điều kiện sử dụng bình thường trong suốt thời gian vận hành. Theo đó, nhà siêu cao tầng là công trình cấp đặc biệt, có niên hạn sử dụng trên 100 năm với công năng phức hợp, quá trình sử dụng liên quan đến an toàn của rất nhiều người [7].

Tuổi thọ công trình phụ thuộc vào chất lượng xây dựng và chất lượng bảo trì công trình, trong đó yếu tố vận hành đúng công năng, công suất thiết kế, duy trì chính sách bảo trì đúng kế hoạch là vô cùng quan trọng. Trên thực tế có rất nhiều bộ phận công trình có tuổi thọ khá ngắn, thậm chí ngắn hơn nữa nếu không được bảo trì thường xuyên, trong đó có các bộ phận của hệ kết cấu bao che.

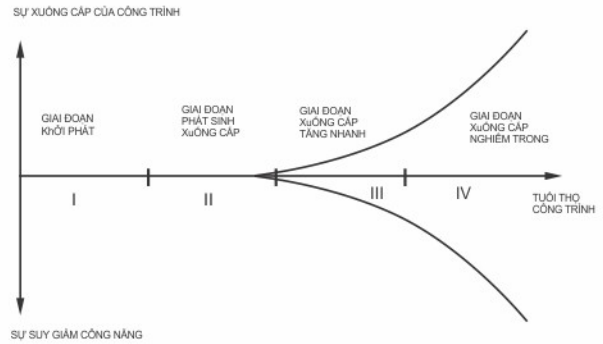
Công trình được khai thác dài hơn niên hạn sử dụng mà vẫn đảm bảo đầy đủ công năng là một trong những yếu tố làm tăng hiệu quả đầu tư và giá trị của công trình, đạt được điều đó phải giải quyết được bài toán mối quan hệ giữa giá trị, thời gian sử dụng và tuổi thọ công trình. Trên thực tế các nghiên cứu khoa học liên quan đến tuổi thọ công trình còn khá mơ hồ, chưa có nhiều cơ sở và phương pháp tính toán chắc chắn, tin cậy. Do vậy, hướng nghiên cứu lý thuyết kết hợp thực nghiệm, thí nghiệm liên quan đến tuổi thọ công trình tính đến sự thay đổi trong tương lai các thành phần, bộ phận, chi tiết của công trình phục vụ cho việc lập kế hoạch quản lý vận hành và bảo trì là rất cần thiết. Đảm bảo tuổi thọ công trình ngày nay đã trở thành nội dung quan trọng của chiến lược quản lý tài sản ở nhiều nước trên thế giới [8].

Theo [9] tuổi thọ công trình có hai mức: tuổi thọ thiết kế và tuổi thọ phục vụ (bao gồm tuổi thọ thiết kế và giai đoạn phải thay thế). Trong giai đoạn tuổi thọ thiết kế, công năng công trình suy giảm từ thiết kế đến mức tối thiểu trong giới hạn chấp nhận được. Giai đoạn phải thay thế là giai đoạn công năng suy giảm rất nhanh, đến thời điểm kết thúc tuổi thọ công trình (hình 1).

Quan điểm trong [10] cho rằng sự suy giảm công năng của công trình có quan hệ tuyến tính với sự xuống cấp công trình. Cả hai yếu tố này phụ thuộc vào 4 giai đoạn của tuổi thọ công trình theo tiêu chí xuống cấp: khởi phát, phát sinh xuống cấp, xuống cấp tăng nhanh và xuống cấp nghiêm trọng. Công năng của công trình sẽ suy giảm nhanh bắt đầu ở giai đoạn xuống cấp tăng nhanh (hình 2).

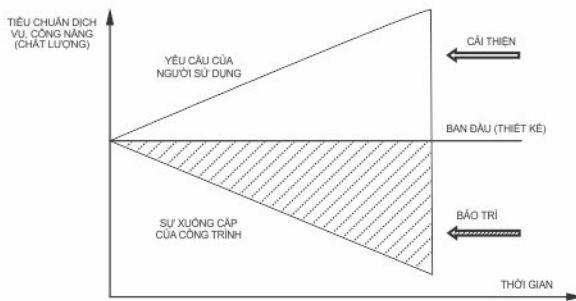


Hình 1. Quan hệ giữa công năng phục vụ và thời gian (tuổi thọ) công trình

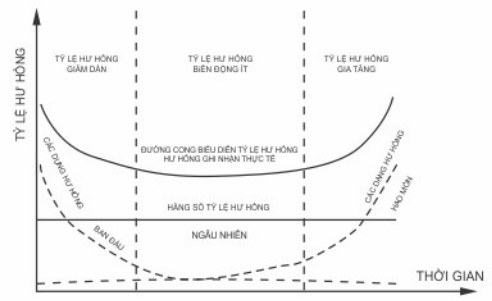


Hình 2. Sự xuống cấp và suy giảm công năng theo thời gian sử dụng công trình

Sự xuống cấp của công trình bắt đầu ngay sau khi đưa công trình vào khai thác và tăng dần theo thời gian, đồng thời theo thời gian yêu cầu sử dụng của con người cũng thay đổi với mức độ ngày càng cao so với tiêu chuẩn thiết kế (chất lượng) ban đầu. Điều này làm cho quá trình xuống cấp càng nhanh và nhu cầu bảo trì càng lớn (hình 3). Các hư hỏng xuất hiện đồng thời với sự xuống cấp, tỷ lệ hư hỏng xuất hiện ở 3 giai đoạn thời gian với đặc tính khác nhau. Ở giai đoạn đầu là các dạng hư hỏng ban đầu do nguyên nhân của quá trình thi công và sử dụng bước đầu với tỷ lệ giảm dần. Tỷ lệ hư hỏng ổn định ở giai đoạn tiếp theo và ít biến động trong thời gian dài. Giai đoạn cuối thời gian khai thác là giai đoạn xuất hiện các hư hỏng hao mòn với tỷ lệ xuất hiện cao và gia tăng nhanh (hình 4) [9].



Hình 3. Tương quan giữa yêu cầu dịch vụ, sự xuống cấp, thời gian sử dụng và mức độ bảo trì công trình



Hình 4. Các dạng hư hỏng, tỷ lệ hư hỏng theo thời gian sử dụng công trình

Giá thành công trình xây dựng theo tuổi thọ là giá thành chuyển đổi tất cả các chi phí cho công trình trong tương lai bao gồm chi phí quản lý vận hành về giá trị hiện tại. Nhà siêu cao tầng là một tài sản cố định đặc biệt cần có sự hoàn vốn nhanh. Chiến lược quản lý loại tài sản này phải được thiết lập trên cơ sở đảm bảo chất lượng dài hạn và vận hành hiệu quả thông qua chế độ bảo trì công trình.

3. Đặc điểm về kết cấu bao che nhà siêu cao tầng

Nhà siêu cao tầng là công trình phức hợp đa chức năng: trung tâm thương mại, văn phòng, khách sạn, căn hộ cao cấp. Vật liệu cơ bản được sử dụng để xây dựng khung chịu lực của nhà siêu cao tầng là thép, liên hợp thép - bê tông và bê tông cốt thép. Các tòa nhà siêu cao tầng đều có kiến trúc dạng tháp với chiều cao rất lớn. Hiện nay chưa có một tiêu chí nhất quán về chiều cao của nhà siêu cao tầng, ở nước ta chấp nhận khái niệm tương đối là nhà siêu cao tầng là những công trình có số tầng không nhỏ hơn 40. Về hình khối nhà siêu cao tầng thường được bố trí với 3 không gian khối độc lập: phần tầng hầm (basement), khối đế thấp tầng (podium) và phần tháp siêu cao tầng, các khối liên kết với nhau bởi hệ thống giao thông đứng. Kiến trúc phần tháp siêu cao tầng bố trí theo chiều thẳng đứng, có chiều cao lớn hơn chiều rộng gấp nhiều lần. Do đặc điểm chịu lực, tổ chức không gian kiến trúc thường theo kiểu hợp khối, bố cục chặt, đặc. Các tường bên có diện tích rất lớn, đón gió và nắng mặt trời từ 4 hướng.

Các nhà siêu cao tầng thế hệ cũ, xây dựng đầu thế kỷ 20 thường sử dụng tường bao là các khối xây hoặc bê tông kết hợp vách kính, nhưng trong vòng hai thập kỷ trở lại đây, để đảm bảo các yêu cầu về thẩm mỹ và hiệu quả kinh tế thì kết cấu bao che đã thay đổi rất cơ bản. Tòa tháp Empire State ở New York (1931)

và Bank of China ở Hồng Kông (1992) là hai ví dụ tiêu biểu đại diện cho phong cách thiết kế cũ và mới. Thiết kế kiến trúc và kết cấu bao che nhà siêu cao tầng đòi hỏi sự tham gia của các kiến trúc sư, kỹ sư kết cấu, công nghệ ngay từ giai đoạn đầu tiên của quá trình thiết kế. Sự phối hợp chặt chẽ này đảm bảo một giải pháp thiết kế bảo trì phù hợp và an toàn khi vận hành tòa nhà. Kết cấu bao che nhà siêu cao tầng hiện nay sử dụng các vách kính cường lực với nhiều hình thức và chủng loại khác nhau, liên kết với kết cấu chịu lực của tòa nhà thành từng mảng lớn, phổ biến là các hệ vách kính Stick, Unitized và Spider.

Vách kính hệ Stick bao gồm khung hợp kim nhôm được lắp dựng trước bằng các chi tiết liên kết với khung chịu lực của tòa nhà, các tấm kính được lắp dựng sau, liên kết với khung và với nhau bằng keo chuyên dụng. Hệ Stick có thể sử dụng cho mọi loại bề mặt bên ngoài của tòa nhà, đặc biệt phù hợp với bề mặt tòa nhà có kiến trúc phức tạp, nhiều gãy khúc và điểm nổi. Vách kính hệ Unitized là các panel kính 2 lớp và khung hợp kim nhôm (modul) sản xuất ở nhà máy, liên kết với khung chịu lực của tòa nhà bằng các bản mã đặt trước trong kết cấu bê tông, các tấm panel liên kết với nhau bằng các rãnh sập và gioăng. Hệ Unitized sử dụng phù hợp cho kết cấu bao che có mặt ngoài đồng nhất, các tầng có chiều cao như nhau. Vách kính hệ Spider (chân nhện) là hệ thống tường kính không khung, các tấm kính liên kết với các spider chuyên dụng bằng thép không gỉ, các spider liên kết trực tiếp với khung chịu lực của tòa nhà hoặc qua một khung thép trung gian.

Ngoài công năng bảo vệ, kết cấu kính bao che đóng vai trò điều tiết và có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất sử dụng năng lượng của tòa nhà. Kính phản quang hoặc phản nhiệt với mức độ khác nhau được lựa chọn phù hợp với yêu cầu chiếu sáng và mức tiêu thụ năng lượng của diện tích bên trong. Trong quá trình sử dụng, kết cấu bao che bằng kính của nhà siêu cao tầng chịu ảnh hưởng lớn của các tải trọng từ bên ngoài và các yếu tố khí hậu của môi trường tự nhiên khiến cho sự hư hỏng có thể diễn ra đồng loạt. Về phương diện an toàn, sự nứt gãy, rơi rớt của một hay nhiều bộ phận của kết cấu bao che có ảnh hưởng lớn tới an toàn và tính mạng của người ở trong và ngoài nhà.



4. Công tác bảo trì kết cấu bao che nhà siêu cao tầng trên thế giới

Hiện nay, công tác bảo trì các tòa nhà siêu cao tầng được thực hiện theo các tiêu chuẩn và quy định riêng của pháp luật từng nước [12,13,14,15,16], các bộ tiêu chuẩn bảo trì của các nước luôn được hoàn thiện và đổi mới. Phương án bảo trì kết cấu bao che được xem xét từ giai đoạn thiết kế công trình và được thực hiện kể từ khi thi công. Quy trình bảo trì được phê duyệt cùng hồ sơ vận hành tòa nhà. Công tác bảo trì kết cấu bao che tòa nhà là một gói thầu độc lập và được thực hiện bởi một công ty bảo trì chuyên nghiệp qua một hợp đồng kinh tế chặt chẽ.

Ví dụ, việc bảo trì hệ thống kết cấu bao che với khối lượng 120.000 m² kính của tòa nhà Burj Khalifa ở Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất do một Công ty của Australia đảm nhiệm. Công việc bảo trì và vệ sinh kính được thực hiện với 12 cỗ máy lau kính, mỗi chiếc có nhiệm vụ đảm bảo vệ sinh cho 40 tầng nhà, di chuyển dọc theo những đường ray được gắn cố định phía ngoài tòa nhà, có thể hoạt động trong những điều kiện thời tiết khắc nghiệt (hình 5).



Hình 5. Bảo trì kính bao che tòa nhà Burj Khalifa

Tuy nhiên, ở một số nước, như tại Malaysia, công tác bảo trì của phần lớn các tòa nhà được duy trì bởi đội ngũ nhân viên của công ty thay vì thuê nhà thầu. Đội ngũ này được đào tạo chuyên nghiệp về công tác vận hành và bảo trì. Khoa Xây dựng và Kiến trúc của Đại học Công nghệ MARA là một trong các cơ sở đào tạo có các chương trình chuyên ngành dịch vụ xây dựng, cung cấp cho sinh viên những kiến thức về vận hành kỹ thuật, sửa chữa, bảo trì và quản lý bảo trì công trình xây dựng. Bên cạnh đó, Hội đồng Đào tạo và Dạy nghề Quốc gia (NVTC) của Malaysia cũng điều phối và cung cấp các chương trình đào tạo kỹ năng thực hành trong lĩnh vực vận hành kỹ thuật và bảo trì công trình xây dựng đáp ứng được nhu cầu của xã hội [11].

Ở Việt Nam, tòa nhà Bitexco Financial Tower được quản lý bởi Công ty Colliers Internationnal (Canada), công tác bảo trì hệ kết cấu bao che được thực hiện bởi Eagon Windows & Doors Co Ltd và Công ty TNHH xây dựng và thương mại Quân Đạt. Tòa nhà Keangnam Landmark Tower do Công ty TNHH Chestnut Vina quản lý vận hành và bảo trì. Việc bảo dưỡng vệ sinh vách kính ở tòa nhà Keangnam bộc lộ nhiều sai sót về quy trình, biện pháp quản lý và an toàn, đã xảy ra sự cố lồng bảo trì bị gió cuốn va đập vỡ kính ở tầng 23, gây nguy hiểm cho công nhân bảo trì và người dân trong tòa nhà.

5. Quy trình và quản lý thực hiện bảo trì kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

5.1 Thiết kế, thi công và thiết bị đảm bảo khả năng bảo trì công trình

Trong giai đoạn thiết kế nhà siêu cao tầng, vấn đề bảo trì hệ kết cấu bao che và các hệ thống khác của tòa nhà phải được xem xét, tính toán để đảm bảo khả năng bảo trì thuận lợi và an toàn. Dựa trên tuổi thọ sử dụng, nên áp dụng hai chiến lược bảo trì: bảo trì tại chỗ đối với bộ phận, cấu kiện công trình có tuổi thọ lớn, các kết cấu chịu lực; và bảo trì thay thế áp dụng đối với bộ phận, cấu kiện công trình có tuổi thọ ngắn hoặc các bộ phận không trực tiếp chịu lực như kết cấu bao che, bộ phận kiến trúc, sơn, trần thạch cao... Về phương pháp bảo trì, phân loại ra hai hình thức: bảo trì dựa trên các phương tiện, thiết bị từ bên ngoài; và bảo trì dựa trên phương tiện, thiết bị gắn liền với công trình. Đối với kết cấu bao che nhà siêu cao tầng phải kết hợp sử dụng đồng thời cả hai phương pháp trên.

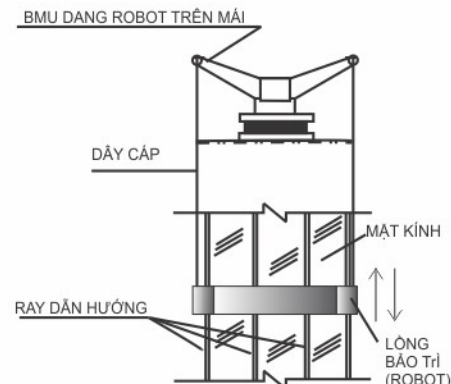
Để đảm bảo đảm khả năng bảo trì hệ kết cấu bao che, khi thiết kế nhà siêu cao tầng cần lựa chọn phương án mặt bằng tập trung cân đối, tránh dùng các mặt bằng trải dài hoặc mặt bằng có các cánh mảnh. Theo phương thẳng đứng nên lựa chọn hình dạng đều hoặc thay đổi đều theo từng cụm tầng với chiều cao các tầng không đổi, tránh sử dụng những hình dạng mở rộng ở các tầng trên hoặc nhô ra cục bộ. Giải pháp mặt đứng cần đơn giản, hài hòa, tránh sử dụng các chi tiết trang trí rườm rà. Các chi tiết kiến trúc trên mặt đứng của nhà siêu cao tầng như khung, viền phân tầng sẽ đóng vai trò như khung tựa và neo giữ cho các thiết bị, lồng bảo trì trong khi vận hành, do đó phải làm bằng vật liệu có độ bền cao, khả năng chịu lực tốt và liên kết chắc chắn với khung chịu lực của tòa nhà.

Phần mái của nhà siêu cao tầng phải đảm bảo chức năng cách nhiệt, chống thấm và thoát nước mưa dễ dàng. Phải tính toán và thiết kế hệ thống cơ cấu phục vụ bảo trì kiến trúc bên ngoài như hệ thống ray di chuyển phục vụ các Building Maintenance Unit (BMU) liên kết chắc chắn vào kết cấu chịu lực của mái, các chi tiết neo thang di động, neo lồng bảo trì...

Thiết bị chính phục vụ công tác bảo trì hệ kết cấu bao che là hệ thống BMU (hệ thống thường và tự động) liên kết với lồng thang bảo trì (lồng thang thường có vai trò như sàn công tác và lồng thang dạng rôbốt tự động) (Hình 6a,b).



Hình 6a. Hệ thống (BMU) thường

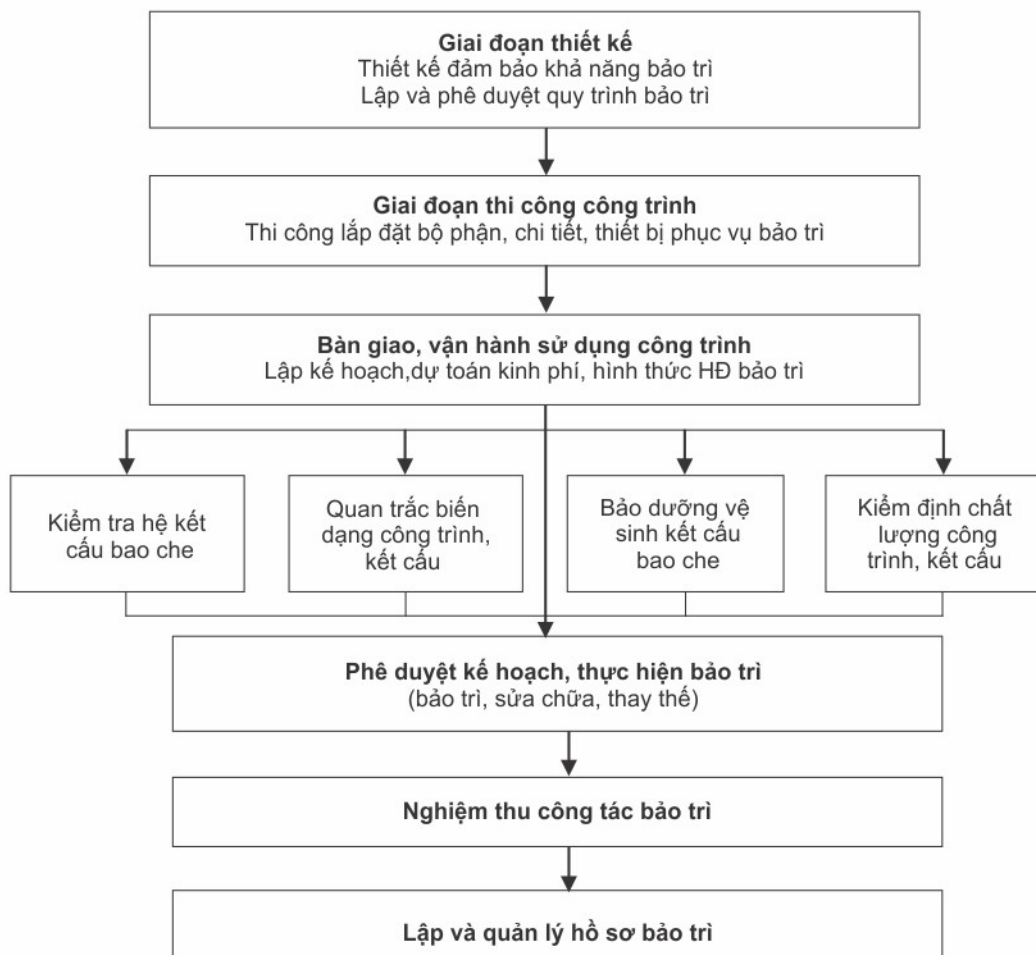


Hình 6b. Hệ thống (BMU) tự động dạng rôbốt

Trong quá trình thiết kế nhà siêu cao tầng (có lõi cứng và gây hiệu ứng xoắn) bắt buộc phải thử nghiệm mô hình trong ống thổi khí động. Kết quả thử nghiệm không chỉ là các số liệu liên quan đến giá trị áp lực gió và sự phân bố tải trọng gió lên bề mặt công trình mà còn là sự thay đổi luồng gió khi có sự hiện hữu của tòa nhà, có thể ảnh hưởng đến sự an toàn tính mạng cho người đi bộ gần tòa nhà và khi thực hiện công tác bảo trì kính bao che. Ngoài ra để bảo đảm khả năng chịu lực và tuổi thọ của kết cấu kính bao che nhà siêu cao tầng, các thí nghiệm sau cần phải tiến hành: thử nghiệm lọt khí; thử nghiệm lọt nước tĩnh; thử nghiệm lọt nước động hoặc tuần hoàn; thử nghiệm các tính năng kết cấu; thử nghiệm khả năng chịu va đập; thử nghiệm các tính năng liên quan đến sự thân thiện với môi trường và thử nghiệm mức độ lão hóa của vật liệu.

5.2 Quy trình, kế hoạch và nội dung bảo trì

Quy trình bảo trì hệ kết cấu bao che nhà siêu cao tầng tại Việt Nam được lập trong giai đoạn thiết kế và bàn giao cho chủ đầu tư cùng hồ sơ thiết kế công trình. Các nội dung mà quy trình cần làm rõ ở các giai đoạn và trình tự thực hiện bảo trì thể hiện ở hình 7. Căn cứ lập quy trình bảo trì: quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho công trình, chỉ dẫn của nhà sản xuất thiết bị, các kết quả thí nghiệm cấu kiện, vật liệu bao che, điều kiện tự nhiên nơi xây dựng công trình, kinh nghiệm quản lý, phương tiện thiết bị phục vụ bảo trì và các quy định pháp lý có liên quan. Chủ đầu tư tổ chức thẩm định, có thể thuê tư vấn thẩm tra một phần hoặc toàn bộ quy trình bảo trì để phê duyệt trước khi nghiệm thu và đưa công trình vào sử dụng. Đơn vị quản lý tòa nhà có trách nhiệm lập kế hoạch và dự toán kinh phí bảo trì hàng năm, làm rõ phạm vi và khối lượng công việc bảo trì, thời gian, phương pháp, tổ chức và quản lý thực hiện.



Hình 7. Quy trình thực hiện bảo trì kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

Kế hoạch bảo trì kết cấu chịu lực là công cụ quản lý chủ đạo cho các hoạt động bảo trì, nó sắp xếp thời gian cho các can thiệp sửa chữa, nhận biết và chỉ định nguồn lực cần thiết cho quá trình thực hiện. Mục tiêu của kế hoạch là tối ưu hóa toàn bộ khả năng của từng bộ phận cấu thành kết cấu bao che bằng cách quyết định mức bảo trì được thực hiện và tần suất can thiệp sửa chữa. Để đạt được mục tiêu này, nội dung kế hoạch bảo trì nên lưu ý các vấn đề sau:

- Sự phân chia kết cấu bao che tòa nhà thành các khu vực với những yếu tố, trật tự kỹ thuật tương đồng (phần mái, các tầng cao có tính đến sự thay đổi kích thước mặt bằng, theo phương đứng của tòa nhà...).

- Phân tích rủi ro của toàn bộ hệ thống và của từng khu vực, so sánh phân tích rủi ro với chiến lược bảo trì đã được thiết lập trước đó.

- Xác định tần suất, phương pháp và nội dung bảo trì sẽ tiến hành cho mỗi khu vực.

- Xác định nguồn lực (có sẵn, thuê ngoài, dạng hợp đồng), phương pháp tổ chức thực hiện và các hỗ trợ khác cho công tác bảo trì.

Kế hoạch bảo trì phải được cập nhật trên cơ sở các thông tin phản hồi và phải xác định được các nội dung:

- Phương pháp kiểm tra định kỳ, thường xuyên, dựa vào tầm quan trọng của công tác vận hành và hậu quả do hư hỏng (rủi ro, vấn đề phát sinh).

- Kế hoạch can thiệp sửa chữa và thay thế.

- Phương pháp thực hiện bảo trì, can thiệp sửa chữa cùng với biện pháp bảo đảm an toàn lao động đi kèm (phương án chọn lựa vật liệu, thiết bị thi công, v.v...).

- Phương thức lựa chọn nhà thầu thực hiện hoạt động bảo trì.

- Tiêu chí cho công tác kiểm định, đo lường và giám sát hoạt động.

- Nguồn và dự toán ngân sách bảo trì.

Công tác kiểm tra hệ kết cấu bao che bao gồm kiểm tra ban đầu, thường xuyên, định kỳ và kiểm tra đột xuất khi có các nghi ngờ về hư hỏng và sự cố. Công tác kiểm tra được thực hiện bởi các kỹ sư phụ trách hoặc khi cần thiết là các công ty có chuyên môn. Thông qua kết quả quan trắc biến dạng tòa nhà để dự đoán và đánh giá tình trạng chất lượng của kết cấu kính bao che. Khi hệ kết cấu khung chịu lực biến dạng, kết cấu kính bao che có thể bị biến dạng theo, cong vênh, hư hỏng ở các mức độ khác nhau.

Kiểm tra ban đầu được thực hiện ngay sau khi bàn giao công trình thông qua việc kiểm tra về tổng thể hệ thống kết cấu bao che bằng trực quan kết hợp với xem xét hồ sơ hoàn công nhằm phát hiện những sai sót chất lượng sau thi công so với yêu cầu thiết kế để có biện pháp khắc phục ngay. Kiểm tra thường xuyên là công tác được tiến hành hàng ngày, hàng tuần qua việc kiểm tra, xem xét các bộ phận kết cấu bao che để phát hiện kịp thời dấu hiệu hư hỏng. Kiểm tra định kỳ phải được thực hiện bởi một nhóm kỹ sư và nhân viên kỹ thuật có chuyên môn, thường được kết hợp với việc kiểm tra các bộ phận kết cấu, kiến trúc, hệ thống kỹ thuật khác của tòa nhà. Đối với kết cấu kính bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam đề xuất chu kỳ thực hiện kiểm tra định kỳ là 06 tháng/lần. Kết quả kiểm tra định kỳ lập thành báo cáo kèm theo những kiến nghị, đề xuất cần thiết. Kiểm tra bất thường tiến hành khi bộ phận kết cấu bao che có hư hỏng đột xuất (do ngoại lực, ảnh hưởng yếu tố thời tiết, thiên tai, hỏa hoạn v.v...), kiểm tra bất thường đi liền với kiểm tra chi tiết. Kết quả kiểm tra phải xác định được nguyên nhân hư hỏng, cơ chế, mức độ xuống cấp và giải pháp sửa chữa cụ thể.

Công tác bảo dưỡng, vệ sinh kết cấu bao che là công việc định kỳ nhằm duy trì tình trạng làm việc và tính thẩm mỹ cho công trình. Trong quá trình vệ sinh kết cấu, công tác kiểm tra được kết hợp thực hiện. Công tác vệ sinh được tiến hành từ các tầng trên xuống, các bụi bẩn lắng đọng trên bề mặt kính được làm sạch bằng hóa chất tẩy rửa công nghiệp. Vệ sinh khung hợp kim nhôm dùng hóa chất chuyên dùng có tính năng làm sạch, tạo bóng và bảo vệ bề mặt nhôm, chống bám bụi, chống oxy hóa. Trước khi thực hiện, các thiết bị BMU và lồng thang phải được lắp ráp, có các biện pháp neo giữ và các phương án đảm bảo an toàn cho người, kết cấu và thiết bị. Tại mỗi vị trí thao tác, lồng bảo trì phải được liên kết với các chi tiết thiết kế sẵn ở bề mặt kết cấu bao che, trong suốt quá trình bảo trì lồng phải được cố định bằng các sợi cáp nối từ đỉnh tòa nhà tới mặt đất để hạn chế lồng sắt bị đưa ra xa khi có gió mạnh bất ngờ. Không tiến hành công tác vệ

sinh kết cấu bao che trong điều kiện không đủ ánh sáng, điều kiện thời tiết nguy hiểm. Việc cập nhật thông tin thời tiết, có các phương án xử lý khi thời tiết thay đổi đột ngột ngoài dự đoán và luôn giữ thông tin liên lạc giữa nhân viên thao tác trong lồng bảo trì và bộ phận chỉ huy là những vấn đề cần tuân thủ. Chu kỳ bảo dưỡng vệ sinh kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam có thể áp dụng là 3 tháng/lần.

Công tác kiểm định chất lượng kết cấu bao che công trình có thể được thực hiện định kỳ theo quy trình bảo trì đã duyệt, hoặc khi kết cấu có biểu hiện hư hỏng, xuống cấp sớm hơn dự tính và có nguy cơ không bảo đảm an toàn vận hành, hoặc khi cần có cơ sở để quyết định kéo dài thời hạn sử dụng theo chủ ý của chủ sở hữu công trình. Việc kiểm định phải do tổ chức có năng lực thực hiện. Trong báo cáo kết quả kiểm định phải đánh giá được hiện trạng chất lượng, dự báo xu hướng và đề xuất phương án khắc phục.

Trước khi quyết định sửa chữa, thay thế, chủ sở hữu cần xác định mức độ xuống cấp và hư hỏng của các bộ phận kết cấu bao che cũng như nguyên nhân, cơ chế tác động đến chúng trên cơ sở các số liệu kiểm tra, kiểm định. Cần tập trung vào các yếu tố thuộc về thiết kế, thi công và sử dụng công trình, trong đó chủ yếu đề cập tới các vấn đề như: cường độ sử dụng, tần suất thực hiện vệ sinh, bảo dưỡng, môi trường làm việc, tác động của ngoại lực và sự xuất hiện biến dạng trong suốt quá trình khai thác. Công tác sửa chữa thay thế thực hiện theo biện pháp được duyệt, nội dung có thể bao gồm sửa chữa nhỏ, lớn và thay thế bộ phận kết cấu mới. Hồ sơ công tác bảo trì phải được nghiệm thu, lập thành bảng biểu và lưu giữ theo quy định.

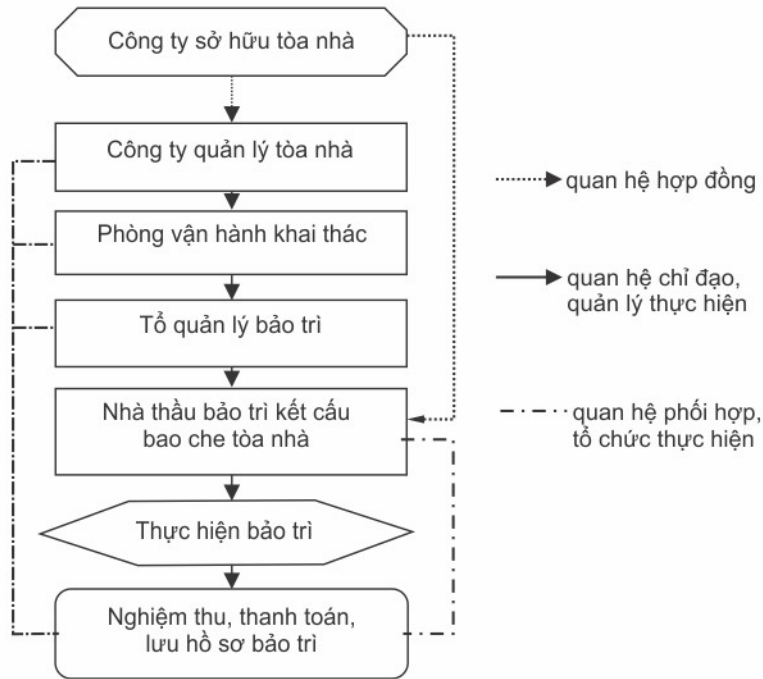
5.3 Quản lý thực hiện công tác bảo trì

Nguồn vốn bảo trì, hình thức thực hiện và quản lý công tác bảo trì được quyết định bởi chủ thể chịu trách nhiệm bảo trì. Vì thế chủ thể chịu trách nhiệm bảo trì phải được xác định ngay trong giai đoạn đầu chuẩn bị dự án đầu tư xây dựng. Đối với các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam, chủ đầu tư thường đóng vai trò chủ sở hữu (hoặc người đại diện) trong quá trình khai thác sử dụng và là người chịu trách nhiệm bảo trì. Công tác bảo trì tòa nhà được quản lý thực hiện bởi công ty quản lý tòa nhà do chủ sở hữu tòa nhà thuê trên các điều khoản quy định mức độ trách nhiệm và quyền lợi khác nhau tùy theo nhu cầu và khả năng đáp ứng của các bên.

Mô hình cơ bản thực hiện công tác bảo trì thể hiện ở hình 8, trong đó chức năng quản lý bảo trì do Phòng vận hành khai thác phụ trách thông qua Tổ quản lý bảo trì. Phòng Vận hành khai thác là bộ phận tiếp nhận và xử lý thông tin, lập và đệ trình phê duyệt kế hoạch bảo trì, tham mưu lựa chọn nhà thầu và soạn thảo Hợp đồng bảo trì. Tổ quản lý bảo trì chịu trách nhiệm quản lý việc kiểm tra, quan trắc, phân tích số liệu và kết nối với các bộ phận chức năng khác trong việc theo dõi giám sát thực hiện bảo trì. Nhiệm vụ bảo trì được thực hiện bởi các công ty chuyên nghiệp trong nước phù hợp thông qua hợp đồng kinh tế cụ thể với Công ty quản lý tòa nhà.

Công tác quản lý bảo trì sẽ hiệu quả hơn nếu thiết lập được một hợp đồng bảo trì với mức độ tin cậy cao. Nên hướng đến hợp đồng kỳ hạn, căn cứ khối lượng và độ phức tạp của bảo trì để xác định kỳ hạn của hợp đồng. Kỳ hạn thông thường là ba năm, như vậy có thể bù đắp được chi phí lập ra ban đầu của nhà thầu, và trao cho các bên cơ hội làm việc bền vững với nhau. Tuy nhiên với hợp đồng bảo trì kỳ hạn có thể giá sẽ không được cạnh tranh tại thời điểm ký hợp đồng. Các công việc bảo trì đơn lẻ, đột xuất thì nên thực hiện theo hợp đồng dự án để tăng tính linh hoạt và cạnh tranh. Trong việc lựa chọn nhà thầu, cần xem xét một cách cẩn thận các tiêu chí năng lực, tài chính, bảo hiểm, nguồn lực, sự quản lý, phương pháp hoạt động và kinh nghiệm. Ngoài ra hai vấn đề cần phải quan tâm đó là sức khỏe nhân viên thực hiện và biện pháp an toàn cũng như khả năng phản ứng một cách nhanh chóng với các trường hợp khẩn cấp và xử lý vấn đề của nhà thầu. Việc quản lý nội dung hợp đồng tập trung vào các vấn đề: phạm vi công việc, lịch làm việc của thiết bị, lịch làm việc của vị trí, thỏa thuận mức độ dịch vụ, chất lượng bảo trì và giá.

Hình thức quản lý kinh phí bảo trì các tòa nhà sẽ khác nhau phụ thuộc vào loại hình khai thác sử dụng công năng và các tiện ích, dịch vụ của tòa nhà. Đối với các dự án nhà siêu cao tầng là văn phòng cho thuê, khách sạn thì kinh phí để vận hành dự án cũng như kinh phí cho việc bảo hành, bảo trì, sửa chữa công trình sẽ do chủ sở hữu tòa nhà thực hiện. Đối với những công trình là phức hợp đa chức năng, trong đó có các căn hộ bán với nhiều chủ sở hữu khác nhau, thì các chủ căn hộ phải trả phí sử dụng dịch vụ và các tiện ích của tòa nhà, một phần phí đó sẽ chi trả cho công tác bảo trì, trong đó có bảo trì kết cấu bao che. Chủ sở hữu tòa nhà sẽ thay mặt các chủ căn hộ quản lý và sử dụng kinh phí bảo trì chung theo thỏa thuận được thống nhất giữa các bên.



Hình 8. Mô hình quản lý thực hiện bảo trì nhà siêu cao tầng tại Việt Nam



6. Kết luận và kiến nghị

- Bảo trì công trình xây dựng là một tập hợp các công việc nhằm bảo đảm và duy trì sự làm việc bình thường, an toàn, đúng thiết kế của các bộ phận, hệ thống và toàn bộ công trình trong suốt quá trình khai thác sử dụng phục vụ con người. Chất lượng bảo trì ảnh hưởng rất lớn đến công năng sử dụng, tuổi thọ và giá trị tài sản của công trình xây dựng.

- Quy trình bảo trì hệ kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam phải được lập bởi nhà thiết kế ở giai đoạn thiết kế công trình, nội dung phải làm rõ được các vấn đề cơ bản ở tất cả các giai đoạn thực hiện dự án, bao gồm: thiết kế đảm bảo khả năng bảo trì; phương tiện thiết bị bảo trì; bộ phận, chi tiết phục vụ bảo trì; chế độ kiểm tra, kiểm định; kế hoạch bảo trì, nhà thầu và hợp đồng bảo trì, kinh phí bảo trì, phương thức tổ chức và thực hiện bảo trì. Nội dung thực hiện bảo trì hệ kết cấu bao che nhà siêu cao tầng ở Việt Nam thể hiện ở các công tác cơ bản: kiểm tra; vệ sinh, bảo dưỡng; sửa chữa và thay thế.

- Qua mô hình quản lý thực hiện bảo trì đề xuất áp dụng ở Việt Nam, Công ty Quản lý tòa nhà sẽ thay mặt chủ sở hữu chịu trách nhiệm bảo trì hệ kết cấu bao che công trình. Chức năng quản lý bảo trì do Phòng vận hành khai thác phụ trách. Tổ quản lý bảo trì chủ động phối hợp với các bộ phận khác trực tiếp theo dõi giám sát quá trình thực hiện bảo trì. Nội dung bảo trì được thực hiện bởi các công ty chuyên nghiệp trong nước thông qua hợp đồng kinh tế với Công ty sở hữu tòa nhà.

- Kiến nghị cần đầu tư đào tạo nhân lực chuyên nghiệp về vận hành, bảo trì công trình; xúc tiến liên doanh với các công ty quản lý vận hành cao ốc chuyên nghiệp của nước ngoài để thực hiện các hợp đồng quản lý vận hành các dự án nhà siêu cao tầng đang và sắp đưa vào sử dụng, từ đó học hỏi kinh nghiệm quản lý, tiến đến làm chủ công nghệ vận hành, bảo trì tòa nhà ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Thủ tướng Chính phủ (2010), *Nghị định 114/2010/NĐ-CP ngày 6/12/2010 về Bảo trì công trình Xây dựng*.
2. Quốc hội Việt Nam (2003), *Luật xây dựng số 16/2003/QH11*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
3. Quốc hội Việt Nam (2005), *Luật nhà ở số 56/2005/QH11*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. Bộ Xây dựng (2006), *Quyết định số 15/2006/QĐ-BXD ngày 02/6/2006 quy định chế độ bảo trì công sở các cơ quan hành chính nhà nước*.

5. Bộ Xây dựng (2006), *Thông tư số 08/2006/TT-BXD ngày 24/11/2006 hướng dẫn công tác bảo trì công trình xây dựng*.
6. Bộ Xây dựng (2012), *Thông tư số 02/2012/TT-BXD ngày 12/06/2012 ban hành "Hướng dẫn một số nội dung về bảo trì công trình xây dựng, công trình công nghiệp vật liệu xây dựng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị"*.
7. Bộ Xây dựng (2012), QCVN số 12/2012/TT-BXD Nguyên tắc phân loại, phân cấp công trình dân dụng, công nghiệp và hạ tầng kỹ thuật đô thị.
8. Trần Chung (2007), "Vấn đề bảo trì công trình xây dựng ở Việt Nam", *Tạp chí Xây dựng*, Hà Nội.
9. Herbert W. Stanford (2010), *Effective Building Maintenance*, The Fairmont Press, Inc.
10. Koji Takewaka, Yuichi Kaneko (2010), *Maintenance of Concrete Structure and Its Future Strategy*, TOKYO.
11. Emma Marinie Ahmad Zawawi (2009), "Personnel Characteristics of Maintenance Practice: A Case of High-Rise Office Buildings in Malaysia", *Journal of Sustainable Development*, Vol.2, No.1, 111-116.
12. BS EN 15331-2011 (2011), *Criteria for design management and control of maintenance services for build*, BSi, UK.
13. Virginia Uniform Statewide Building Code (2011), *Virginia Maintenance Code, Part I, II, III*.
14. Code of New York State (2010), *Property Maintenance*.
15. Australian Standard 1851-2005, *Maintenance of Fire Protection Systems and Equipment*.
16. JSCE Standard (2001), *Specifications for Concrete Structures, Maintenance part*.
17. Госстрой России (2003), *Правила и нормы тех эксплуатации жилищного фонда*.
18. Диса О.С., Гардер Е.А. (2003), *Техническая эксплуатация зданий*, РИО НФИ КемГУ, Новокузнецк.
19. Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь (2006), *Методические рекомендации по технической эксплуатации жилищного фонда*.