

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

Trần Phương Mai

**KHÔNG GIAN LÁNH NẠN TRONG KIẾN TRÚC
NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM**

CHUYÊN NGÀNH KIẾN TRÚC

MÃ SỐ: 9580101

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Hà Nội - 2022

Luận án được hoàn thành tại:

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học: GS.TS. Doãn Minh Khôi

Phản biện 1: PGS.TS. Chế Đình Hoàng

Phản biện 2: TS. Lê Thị Bích Thuận

Phản biện 3: PGS.TS. Nguyễn Tuấn Anh

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án Tiến sĩ cấp Trường, họp tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội vào hồi giờ
ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia
- Thư viện trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

MỞ ĐẦU

1) Tính cấp thiết của đề tài:

An toàn (AT) thoát người khi có sự cố do chủ quan và khách quan xảy ra là vấn đề quan trọng nhất trong thiết kế và tổ chức thi công nhà siêu cao tầng (NSCT). Đối với NSCT khi gặp sự cố cháy nổ, khủng bố ... việc di chuyển từ tầng cao xuống mặt đất là việc khó khả thi đối với người yếu thế, người khuyết tật, người bệnh và thậm chí cả người khỏe mạnh nếu phải di chuyển quãng đường dài từ độ cao hàng chục, hàng trăm mét xuống mặt đất. Cần có một không gian lánh nạn (KGLN) trong NSCT để mọi người có thể lánh tạm trước khi di chuyển xuống mặt đất, hoặc lánh tạm chờ lực lượng cứu nạn cứu hộ tới giải cứu bằng phương tiện cứu hộ chuyên dụng. Tuy nhiên nếu đề không KGLN này sẽ rất lãng phí, nên kết hợp những chức năng khác để KGLN này tăng tính hiệu quả như không gian (KG) xanh, KG công cộng tiện ích, KG kỹ thuật đảm bảo AT lánh nạn, AT thoát nạn, AT cứu nạn cứu hộ mà kiến trúc NSCT mang thêm giá trị nghệ thuật cao trong hình thái đô thị.

KGLN cần được nghiên cứu sao cho phù hợp với điều kiện kinh tế, khí hậu, văn hóa lối sống của người Việt Nam. Tuân thủ Quy chuẩn (QC) và Tiêu chuẩn (TC) hiện hành nhưng vẫn tạo ra lợi ích cho chủ đầu tư và cư dân sinh sống trong tòa nhà. Biến các KGLN an toàn khi có sự cố thành các không gian hữu ích và quen thuộc cho cư dân. Tạo sự hứng khởi cho các kiến trúc sư và các nhà thiết kế đô thị hình thái đô thị hiện đại hài hòa thiên nhiên, cảnh quan cây xanh kết nối theo chiều thẳng đứng với cây xanh mặt đất.

Vì vậy luận án chọn đề tài *“Không gian lánh nạn trong kiến trúc nhà siêu cao tầng ở Việt Nam”* để nghiên cứu, nhằm đề xuất những giải pháp tổ chức KGLN trong NSCT đảm bảo tiêu chí An toàn, Kinh tế, Nhân văn và Bền vững.

2) Mục đích nghiên cứu của luận án:

a. *Mục đích nghiên cứu:* Nghiên cứu các giải pháp kiến trúc tổ chức không gian lánh nạn trong NSCT ở Việt nam theo các tiêu chí đảm bảo an toàn, hiệu quả kinh tế, nhân văn và bền vững.

b. *Mục tiêu nghiên cứu:*

- Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức không gian lánh nạn cho nhà siêu cao tầng tập trung trong và ngoài nhà, kết hợp với giải pháp thoát người đồng thời theo phương đứng và phương ngang.
- Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức KGLN xanh sử dụng tối ưu hiệu quả của KGLN khi kết hợp với các chức năng như khác (vườn trên cao, các dịch vụ công cộng tiện ích, tầng kỹ thuật...) mang lại giá trị nhân văn và bền vững.
- Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức không gian lánh nạn phân tán (gian lánh nạn) trong nhà Siêu cao tầng.
- Xây dựng tiêu chí đánh giá tổ chức không gian lánh nạn ở Việt nam khi bố trí không gian lánh nạn theo TCXD và QC hiện hành kết hợp với các đề xuất trên để đảm bảo hiệu quả theo các tiêu chí an toàn, kinh tế, nhân văn và bền vững.

3) Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:

a. *Đối tượng nghiên cứu:* KGLN trong kiến trúc NSCT đa chức năng, chung cư và tổ hợp đa chức năng.

b. *Phạm vi nghiên cứu:*

- Về không gian: NSCT tại các thành phố lớn ở Việt Nam: Hà Nội, Đà Nẵng, TP Hồ Chí Minh;
- Về thời gian: đến năm 2050.

4) Phương pháp nghiên cứu: phương pháp khảo sát; phương pháp thống kê, so sánh, đối chiếu; phương pháp liên ngành; phương pháp chuyên gia; phương pháp dự báo.

5) Nội dung nghiên cứu:

- Quá trình phát triển NSCT; TLN và thoát hiểm; bài học kinh nghiệm về an toàn cháy trên Thế giới và ở Việt Nam;
- Tập hợp các cơ sở khoa học về an toàn cháy; an toàn sinh mạng,

cứu nạn cứu hộ, tính chất hóa lý và cơ chế dập cháy, chống cháy lan; TLN, tính toán thoát người trong NSCT;

- Các cơ sở pháp lý tác động đến thiết kế và tổ chức KGLN;
- Phân loại và xu hướng phát triển NSCT ở Việt Nam;
- Các quan điểm; mục tiêu; nguyên tắc; đề xuất tổ chức KGLN; đề xuất tiêu chí đánh giá KGLN trong NSCT ở Việt nam
- Kiến nghị bổ sung quy chuẩn/tiêu chuẩn về TLN, GLN cho phù hợp với điều kiện phát triển các đô thị lớn ở Việt Nam.

6) Các đóng góp mới:

- Đề xuất được 3 giải pháp tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT ở Việt Nam (KGLN tập trung trong nhà và kết nối các KGLN khác nhau trên cùng cao độ; KGLN xanh; KGLN phân tán).
- Đề xuất được tiêu chí đánh giá tính hiệu quả của KGLN khi kết hợp chức năng lánh nạn của KGLN với các chức năng tiện ích khác trong điều kiện Việt Nam.

7) Ý nghĩa khoa học và thực tiễn:

- *Giá trị lý thuyết:* bổ sung kiến thức mới có tính chất nguyên lý về thiết kế kiến trúc NSCT đảm bảo an toàn cháy, an toàn sức khỏe và sinh mạng, KTX, giá trị nhân văn và bền vững; Ngoài KGLN an toàn còn có KGLN xanh, KGLN nhân văn và bền vững phù hợp với điều kiện Việt Nam.
- *Giá trị thực tiễn:* có giá trị tham khảo cho các nhà đầu tư, các KTS, các KSXD trong công tác tư vấn, thiết kế NSCT ở Việt Nam; Tiêu chí đánh giá được tính điểm số cho các NSCT có giá trị và sức hấp dẫn để lựa chọn của chủ đầu tư và người sử dụng.

8) Cấu trúc luận án: Ngoài phần Mở đầu và Kết luận, phần Nội dung gồm 3 chương:

- Chương 1: Tổng quan tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT
- Chương 2: Cơ sở khoa học tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT ở Việt Nam
- Chương 3: Mô hình và giải pháp tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT ở Việt Nam

NỘI DUNG

Chương 1: TỔNG QUAN TỔ CHỨC KHÔNG GIAN LÁNH NẠN TRONG KIẾN TRÚC NHÀ SIÊU CAO TẦNG

1.1 Thực trạng tổ chức không gian lánh nạn trong các tòa nhà siêu cao tầng trên Thế Giới và ở Việt Nam

1.1.1 Thực trạng xây dựng nhà siêu cao tầng trên thế giới

1.1.2 Thực trạng xây dựng nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

1.1.3 Tổng quan về không gian lánh nạn trong các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

1.1.4 Thực trạng các vụ cháy liên quan đến thoát nạn.

1.2 Tình hình nghiên cứu về tổ chức không gian lánh nạn trong nhà siêu cao tầng trên Thế giới

1.2.1 Những vấn đề Thế giới và Việt Nam đã nghiên cứu về không gian lánh nạn

1.2.2 Tham khảo tiêu chuẩn một số nước trên Thế giới về không gian lánh nạn

1.3 Những vấn đề chính cần nghiên cứu của luận án

+ Tổng quan và xu hướng phát triển NSCT trên Thế giới và ở Việt Nam. Xác định quy mô và diện tích KGLN có thể phụ thuộc nhiều vào tính linh hoạt và đa dạng trong tổ chức KGLN ngoài mục đích chính là lánh nạn, đặc biệt đối với Việt Nam là nước nhiệt đới gió mùa, nóng khô và nóng ẩm cháy nổ hay xảy ra do các nhu cầu sử dụng điện làm mát lớn, nhu cầu không gian cây xanh và không gian cộng đồng trong nhà SCT là rất thiết thực

+ Nghiên cứu tổ chức KGLN tập trung trong và ngoài cho NSCT đảm bảo các yêu cầu an toàn lánh nạn và an toàn thoát người đồng thời theo phương đứng và phương ngang ra khỏi tòa nhà một cách an toàn trong khoảng thời gian nhanh nhất.

+ Đa dạng tổ chức KGLN kết hợp các chức năng như không gian xanh, các DVCC tiện ích và có thể kết hợp tầng kỹ thuật phù hợp với điều kiện kinh tế Việt Nam.

+ Đề xuất giải pháp KGLN phân tán (gian lánh nạn) trong NSCT có diện tích nhỏ, hẹp, hoặc có số người sử dụng thấp. Có thể chia nhỏ TLN (20 tầng/1 TLN) xuống thành GLN (4-5 tầng/1GLN) mà sức chứa không thay đổi.

+ Xây dựng tiêu chí đánh giá tính hiệu quả của KGLN, từ đó đề xuất tiêu chí đánh giá KGLN trong nhà SCT đảm bảo KGLN đó vừa an toàn, nhân văn và hiệu quả bền vững, thân thiện với môi trường, sử dụng tài nguyên tiết kiệm.

Chương 2: CƠ SỞ KHOA HỌC TỔ CHỨC KHÔNG GIAN LÁNH NẠN TRONG KIẾN TRÚC NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

2.1 Cơ sở pháp lý

2.1.1 Quy chuẩn 06 và các TC liên quan đến việc tổ chức không gian lánh nạn trong nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

2.1.2 Nhận xét về Quy chuẩn QCVN 06-2020, những bổ sung về KGLN trong QC 06 sửa đổi.

+ Đã đề cập đến KGLN tập trung, tuy nhiên với những NSCT có diện tích sàn nhỏ, hoặc mặt bằng trải dài, đa diện tuyến... khó có thể bố trí TLN tập trung, mặt khác QC không cho phép bố trí các căn hộ hoặc một phần căn hộ trên tầng lánh nạn.

+ Đã đưa ra giải pháp thoát người nhưng chưa đề cập đến giải pháp thoát người kết hợp phương đứng và phương ngang để đạt được nhiều kịch bản thoát người trong NSCT.

+ Chưa đề xuất diện tích TLN không tính vào chỉ tiêu hệ số sử dụng đất và diện tích xây dựng, vẫn còn những bất cập như hạn chế số tầng cao và tổng mức đầu tư, mà TLN thường không mang lại lợi nhuận cho chủ đầu tư. Thang N1 cần tiếp xúc trực tiếp với mặt ngoài công trình, điều này đã khiến cho hình thức mặt dựng công trình bị hạn chế các hình thức của nhà SCT hay gặp như bọc khung kính thép.

+ Chưa đề cập đến các giải pháp thiết kế TLN kết hợp các chức năng DVCC tiện ích khác, TLN thường để không khi không có sự cố

và đôi khi người sử dụng không biết vị trí của TLN.

2.2 Cơ sở lý luận



Hình 2.1. Yếu tố tác động đến thiết kế kiến trúc tầng lánh nạn

Trong quá trình nghiên cứu và đề xuất thiết kế kiến trúc không gian TLN, có rất nhiều yếu tố chi phối đến kết quả từ lý thuyết đến thực tiễn và kinh nghiệm được rút ra. Vấn đề quan trọng nhất vẫn là tính toán an toàn thoát người sau khi đã di chuyển đến và đi từ tầng lánh nạn và an toàn cứu nạn cứu hộ.

2.2.1 Tính chất lý hóa của hiện tượng cháy nổ xảy ra trong các công trình nói chung và nhà siêu cao tầng nói riêng

2.2.2 Xu hướng và giải pháp mới trên Thế giới trong thiết kế trong nhà siêu cao tầng và tầng lánh nạn

Khoảng 5 năm gần đây, xu hướng nhà siêu cao tầng dạng tháp và tổ hợp nhà siêu cao tầng trên Thế giới và ở Việt Nam không chỉ chinh phục độ cao nữa, mà thường mang các đặc điểm theo 2 xu hướng sau:

- Vườn treo (skygarden, vertical farming, urban forest)
- Khu phức hợp (mixed use complex)

2.2.2.1 *Phân loại hình thái kiến trúc nhà siêu cao tầng*

Nhà SCT trên Thế giới và ở Việt Nam cùng theo một hình thái kiến trúc chung là mặt bằng gọn gàng theo hình cơ bản: vuông, chữ nhật, tròn, tam giác, tám dải hình chữ nhật kết hợp thành các mặt bằng có hình chữ U, H, I, T... Mặt dựng là khối kính thép, khung bê tông cốt thép hoặc sàn liên hợp hạn chế các ban công nhô ra hay các góc hút gió làm giảm thiểu gió động trên cao.

Có thể tổng hợp thành 3 dạng hình thái nhà siêu cao tầng như sau:

- Nhà tháp đơn; - Nhà tháp đôi hoặc đa tháp; - Nhà dạng tấm.

2.2.2.2 *Yếu tố Công năng và KGLN*

- a. KGLN trong nhà có chức năng ở
- b. KGLN trong tòa nhà văn phòng
- c. KGLN trong tòa nhà hỗn hợp đa chức năng

2.2.2.3 *Phân loại KGLN trong nhà siêu cao tầng*

- a. Không gian lánh nạn tập trung
- b. Không gian lánh nạn phân tán
- c. Không gian lánh nạn đa chức năng

2.2.3 **Hệ thống không gian thoát hiểm, lối thoát hiểm**

2.2.4 **Cơ sở kỹ thuật và công nghệ**

2.2.4.1 *Kết cấu - Vật liệu*

Trong thiết kế nhà cao tầng, để đạt tới một giải pháp kết cấu hợp lý thì cần phải phối hợp được 3 điều kiện sau: khả năng chịu lực, các yêu cầu sử dụng bình thường (dao động, chuyển vị) và độ ổn định. Yếu tố ảnh hưởng lớn nhất là tải trọng ngang, công trình càng cao thì ảnh hưởng này đối với hình dạng kết cấu càng lớn.

- A. Đặc điểm sử dụng vật liệu
- B. Phân loại kết cấu nhà nhiều tầng
 - B.a. Theo cách phân loại của Khan Fazlur (1966)
 - B.b. Theo cách phân loại chi tiết của Wolfgang Schueller (1976)
 - B.c. Theo hệ kết cấu do CTBUH, group SC phân loại (1980)
 - B.d. Theo các tác giả Trung Quốc về kết cấu gồm 4 loại

C. Hình dáng công trình

C.a. Sơ đồ mặt bằng, sơ đồ kết cấu

C.b. Theo phương thẳng đứng

C.c. Những hình dáng có hiệu quả của ngôi nhà.

D. Tình hình hiện nay về thiết kế hệ kết cấu nhà nhiều tầng

E. Xu thế phát triển hệ kết cấu nhà nhiều tầng trong tương lai.

2.2.4.2 *Trang thiết bị kỹ thuật - Thông gió chiếu sáng*

A. Hệ thống thang máy cứu nạn trong nhà siêu cao tầng

B. Hệ thống trang thiết bị phòng cháy chữa cháy

2.2.4.3 *Tầm quan trọng của chữa cháy tại chỗ và thiết bị hỗ trợ thoát hiểm*

2.3 **Các yếu tố tác động tới KGLN nhà SCT**

2.3.1 **Điều kiện tự nhiên của Việt Nam**

2.3.1.1 *Khí hậu và phân vùng khí hậu xây dựng Việt Nam*

Trong luận án đề cập đến địa điểm nghiên cứu nhà siêu cao tầng ở các thành phố lớn của Việt Nam là Hà Nội, Đà Nẵng và thành phố Hồ Chí Minh nằm trong vùng khí hậu xây dựng IB, IC, IIB, IIC.

2.3.1.2 *Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu ở Việt nam*

2.3.2 **Điều kiện kinh tế và thị trường bất động sản**

2.3.3 **Cơ sở Văn hóa xã hội**

Chương 3: MÔ HÌNH VÀ GIẢI PHÁP TỔ CHỨC KHÔNG GIAN LÁNH NẠN TRONG KIẾN TRÚC NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

3.1 **Quan điểm, mục tiêu tổ chức không gian lánh nạn trong nhà siêu cao tầng**

3.1.1 **Quan điểm tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT**

- An toàn là mối quan tâm hàng đầu trong tổ chức KGLN cho nhà SCT, sự an toàn bao gồm cả 3 giai đoạn: An toàn lánh nạn; An toàn thoát hiểm; An toàn cứu nạn.

- KGLN phải tuân thủ tuyệt đối theo Quy chuẩn về PCCC và Tiêu

chuẩn xây dựng hiện hành, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về vị trí, diện tích, kết cấu, vật liệu để đảm bảo an toàn sinh mạng cho con người. Tổ chức KGLN trong NSCT liên quan đến việc lựa chọn vị trí và quy mô các KGLN trong tòa nhà dưới dạng TLN; GLN; điểm lánh nạn các không gian này đảm bảo an toàn lánh nạn, thoát nạn nhưng đồng thời không phá vỡ cấu trúc không gian kiến trúc tòa nhà, cũng như hình thức mặt dựng, tính thẩm mỹ của công trình.

- KGLN kết nối trực tiếp và dễ thấy đối với tuyến cứu nạn, cứu hộ và thoát hiểm ngay từ khi lập quy hoạch chung cho tòa nhà, kết nối với tuyến hạ tầng kỹ thuật về phòng cháy chữa cháy trong khu vực để đảm bảo lánh nạn cho con người khi xảy ra sự cố trong một khoảng thời gian nhất định; có thể tự thoát hiểm hay được cứu nạn, cứu hộ trong thời gian ngắn nhất.

- KGLN cần kết hợp thêm các ứng dụng và tiện ích mới cập nhật trên Thế giới để tăng thêm tính hiệu quả của việc bố trí KGLN; đảm bảo lợi ích cho chủ đầu tư và người sử dụng

3.1.2 Mục tiêu đề xuất tổ chức KGLN trong NSCT

+ Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức KGLN cho NSCT tập trung kết hợp với giải pháp thoát người đồng thời theo phương đứng và phương ngang trong và ngoài nhà. Mục tiêu của giải pháp này là thoát người trong thời gian ngắn nhất.

+ Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức KGLN tập trung (tầng lánh nạn) kết hợp với các chức năng như khác (không gian xanh, các dịch vụ công cộng tiện ích, tầng kỹ thuật...) nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng. Mục tiêu của giải pháp này là KGLN xanh, an toàn và hiệu quả sử dụng.

+ Đề xuất các giải pháp kiến trúc tổ chức KGLN phân tán (gian lánh nạn) trong NSCT. Mục tiêu của giải pháp này là tiết kiệm diện tích KGLN thay vì để cả một TLN thì có thể chia nhỏ thành nhiều GLN, đề xuất bổ sung vào QCVN 06-2020 là có thể bố trí chức năng ở trên TLN.

+ Xây dựng tiêu chí đánh giá (bảng điểm số/ 100 điểm) KGLN ở

Việt Nam theo các tiêu chí đảm bảo an toàn, hiệu quả kinh tế, bền vững và nhân văn. Mục tiêu để đánh giá tính hiệu quả của việc bố trí KGLN, điểm số đạt được càng lớn thì chất lượng và tầm ảnh hưởng của nó là động lực cho chủ đầu tư và sức hấp dẫn cho người sử dụng.

3.2 Nguyên tắc thiết kế KGLN trong NSCT ở Việt Nam

3.2.1 Nguyên tắc an toàn

- KGLN phải đảm bảo đặt ở vị trí an toàn nhất, tiếp xúc trực tiếp với 2 mặt thoáng của công trình trong đó có ít nhất 1 mặt tiếp cận với đường giao thông chính, nên bố trí ở đầu hướng gió chủ đạo. Đảm bảo sự liên thông với tuyến cứu nạn cứu hộ từ ngoài vào, có đánh dấu từ mặt ngoài hướng tiếp cận của lính cứu hỏa và nhân viên cứu hộ, và tuyến đó cũng phải được ngăn khói, điều áp và chống cháy.

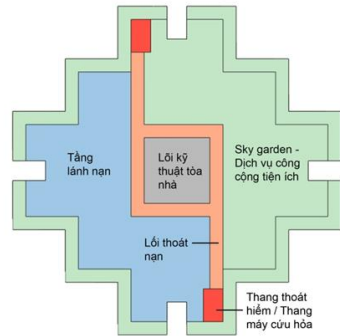
- Tất cả các tòa nhà siêu cao tầng (từ 100 mét trở lên) đều phải bố trí không gian lánh nạn. Các tòa nhà có bố trí không gian lánh nạn đều phải tuân thủ về kết cấu và vật liệu theo các quy định kèm theo.

- Quy mô, diện tích của không gian thoát hiểm được tính toán tùy theo số người và độ an toàn của tòa nhà. Đáp ứng đủ về diện tích: $0,3\text{m}^2 - 0,5\text{m}^2 / 1$ người trên số dân cư trong tòa nhà.

3.2.2 Nguyên tắc kỹ thuật

- Không gian lánh nạn cần tiếp cận không gian kỹ thuật (thang máy, thang thoát hiểm) để đảm bảo khả năng thoát hiểm an toàn hoặc hỗ trợ thoát hiểm an toàn, đảm bảo sự liên thông an toàn với các lối thoát hiểm, thang thoát hiểm, thang máy cứu hộ, sơ tán dọc, sơ tán ngang... Hành lang phải phân chia thành các đoạn không quá

30m với khối căn hộ và không quá 60m đối với nhóm nhà khác đối với các nhà hỗn hợp trên 50m để thoát nạn cho người kịp thời và



Hình 3-1: Nguyên tắc bố trí mặt bằng không gian lánh nạn

không bị cản trở, bảo vệ người trên đường thoát nạn.

KGLN cận tiếp cận trực tiếp không gian mở để tăng cường khả năng hỗ trợ cứu nạn từ bên ngoài. Đối với nhà siêu cao tầng cần tận dụng không gian mở như mái, mặt tường bên ngoài, sân vườn trên khối đế.

- Với những nhà siêu cao tầng đa chức năng cần phân thành các khối chức năng riêng biệt, mỗi khối chức năng này có lối thoát và KGLN riêng, hoặc ngăn chia bằng các khoang đệm có ngăn khói và chống cháy lan.

3.2.3 Nguyên tắc đa chức năng

- Ngoài chức năng chính là lánh nạn còn có thể kết hợp các chức năng khác như không gian xanh, dịch vụ công cộng giải trí, sức khỏe... là điểm đến quen thuộc cho cư dân tòa nhà.

- Không gian lánh nạn có thể đặt ngoài công trình. Ví dụ như mái nhà siêu cao tầng (sky roof), hoặc khối hành lang cầu trên cao (skybridge). Đảm bảo về thẩm mỹ, cảnh quan, kết cấu vật liệu, quy hoạch hạ tầng, cây xanh cảnh quan đô thị ... Tòa nhà siêu cao tầng được coi như landmark của đô thị và khu vực, kết hợp giữa không gian lánh nạn thuần túy công năng kỹ thuật và an toàn với kiến trúc cảnh quan, cây xanh, cầu nổi trên cao sẽ đạt hiệu quả tối ưu cho kỹ thuật - thẩm mỹ - kinh tế.

3.2.4 Nguyên tắc dựa trên tính toán và xây dựng kịch bản thoát người

Thời gian di chuyển trong buồng thang bộ:

Có thể tính toán sơ bộ số lượng người trong công trình & diện tích gian lánh nạn tương ứng (với khoảng cách trung bình 15 tầng và chỉ tiêu 0,3-0,5 m²/người) - để so sánh và tiếp tục làm rõ các khía cạnh liên quan.

+ Với chung cư: $S_{sơ} = 0,23F - 0,38F$ ($\sim 0,25F - 0,4F$)

+ Với văn phòng: $S_{vp} = 0,6F - F$

Xây dựng kịch bản thoát người:

Sơ tán đồng thời - Sơ tán theo giai đoạn

3.3 Hệ thống hóa các phương pháp thiết kế KGLN theo kinh nghiệm của nước ngoài

3.3.1 Phân vùng lánh nạn theo chiều dọc đảm bảo tính an toàn và liên tục trong các hoạt động của tòa nhà

(Kinh nghiệm của Nhật Bản và Trung Quốc)

3.3.2 Thiết kế KGLN như một điểm dừng của thang thoát hiểm hỗ trợ các đối tượng yếu thế

(Kinh nghiệm của Hồng Kong và Singapo)

3.3.3 Thiết kế KGLN tích hợp với tầng kỹ thuật

(Kinh nghiệm của Đài Loan)

3.3.4 Thiết kế KGLN theo hướng phân tán

3.3.4.1 Phân tán tại mỗi tầng thứ 7 (Kinh nghiệm của Ấn Độ)

3.3.4.2 Phân tán tại mỗi tầng

(Kinh nghiệm Hiệp hội PCCC Quốc gia Hoa Kỳ)

3.3.5 Bài học về việc tính toán thoát người trong nhà siêu cao tầng tại một số nước trên Thế giới

- Có thể phân loại thành hai nhóm yếu tố có tác động đến vấn đề thoát người: yếu tố kiến trúc và yếu tố con người.

- Thoát người ra khỏi công trình được xây dựng thành 2 kịch bản sơ tán khi có sự cố xảy ra:

+ Sơ tán đồng thời; + Sơ tán theo giai đoạn

3.4 Đề xuất mô hình KGLN tích hợp các chức năng tiện ích trong kiến trúc nhà SCT ở VN

3.4.1 Mô hình KGLN xanh

Không gian lánh nạn kết hợp vườn trên cao (Sky Garden)

Có 3 dạng vườn trên cao thường thấy trong nhà siêu cao tầng:

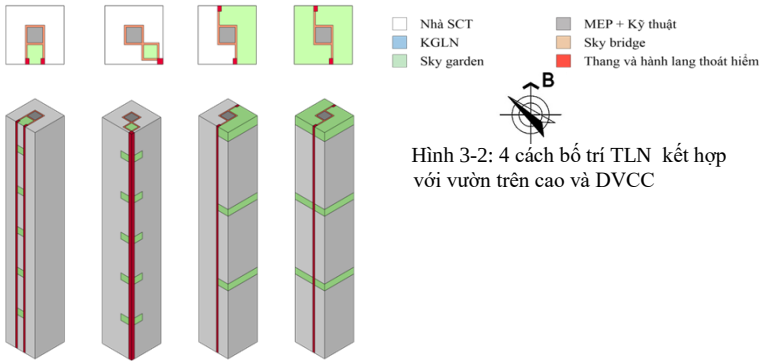
+ Vườn trên mái (roof garden)

+ Vườn trung gian (garden at intermediate level)

+ Vườn trên khối đế (podium garden)

Việc kết hợp KGLN với vườn trên cao làm tăng sự nhận biết (cảm giác thân quen) để khi gặp sự cố cư dân tòa nhà có thể dễ dàng

di chuyển đến TLN gần nhất. Chuỗi vườn trên cao kết nối chuỗi sân vườn đô thị theo tầng bậc xuyên suốt tòa NSCT lên đến mái, tạo ra cảnh quan đô thị xanh theo chiều thẳng đứng. Các vườn trên cao cũng tạo nên các khoảng trống làm giảm áp lực gió lên bề mặt tòa nhà, điều hòa không khí trong tòa nhà, tuy nhiên cũng phải tính đến các khoảng trống hút gió dễ lan truyền lửa và khói. Vì vậy kết hợp với thang chống cháy, tạo ra các khoang ngăn cháy có màn nước, vách ngăn cháy, cửa sập tuân thủ quy chuẩn phòng cháy sẽ có được không gian lánh nạn xanh và an toàn (Hình 3.2).

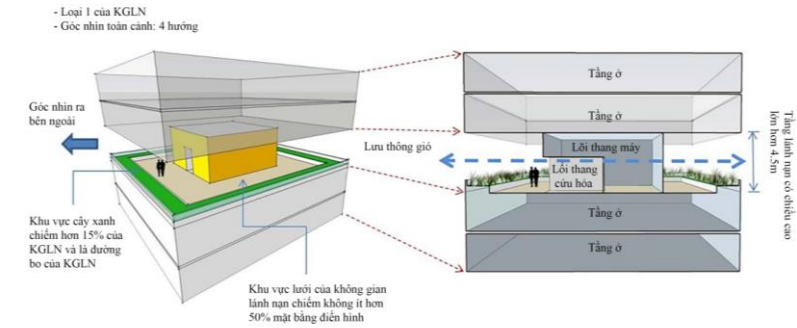


Hình 3-2: 4 cách bố trí TLN kết hợp với vườn trên cao và DVCC

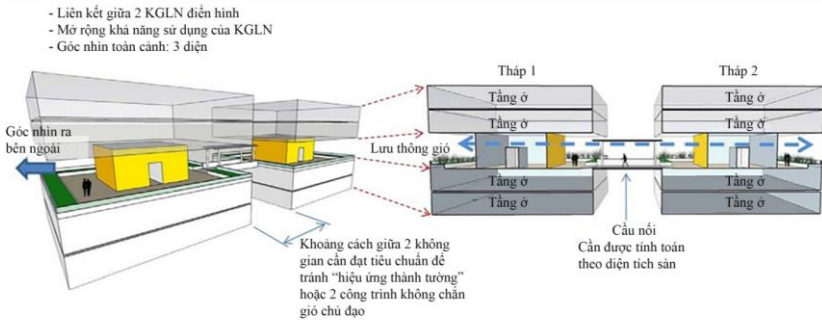
TLN kết hợp với vườn trên cao có thể làm toàn bộ diện tích sàn hoặc một phần diện tích tùy thuộc quy mô và diện tích của tòa nhà. Cũng có thể làm đa dạng mặt dựng NSCT bằng cách dạng vườn treo khác nhau nhưng vẫn nên bố trí đầu hướng gió chủ đạo và quay ra hướng đường giao thông chính. Chiều cao của TLN kết hợp vườn trên cao nên cao hơn chiều cao thông thường của một tầng nhà (lớn hơn 4,5 mét). Khu vực của KGLN lớn hơn 50% diện tích mặt bằng tầng, cây xanh chỉ nên chiếm 15% KGLN, và là đường bo mặt ngoài của không gian lánh nạn. Cây xanh không làm cản trở tầm nhìn ra bên ngoài của KGLN (Hình 3.3).

Nếu 2 tầng lánh nạn cùng cao độ kết hợp với vườn trên cao thì khoảng cách cần tính toán để tránh hiệu ứng gió quần hoặc che mát

gió chủ đạo của tòa nhà bên cạnh (Hình 3.4).



Hình 3-3: Chiều cao tầng lánh nạn và tỷ lệ cây xanh cho phép

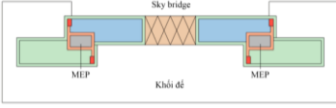
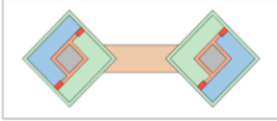
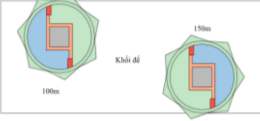
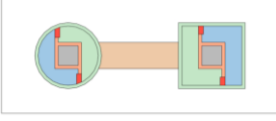
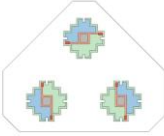
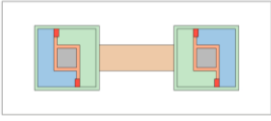
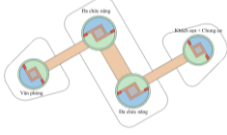
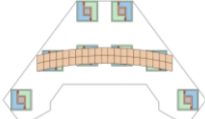


Hình 3.4: Chiều cao và khoảng cách cho phép giữa 2 tầng lánh nạn cùng cao độ

Việc linh hoạt kết hợp vườn trên cao với mái xanh (greenroof) và cầu trên cao (skybridge) tạo ra KGLN xanh và an toàn lý tưởng cho các tòa nhà. Chủ đầu tư có thể giảm được 1 tầng lánh nạn theo quy định về chiều cao nhà vẫn đảm bảo tuân thủ QC,TCXD.

Cấu trúc mặt bằng các NSCT, nhà tháp thường là các dạng chữ nhật, hình vuông, hình tròn và các dạng triển khai của của các hình cơ bản đó như hình lục giác, bát giác, hình oval... Còn các dạng nhà dạng tám, nhà 2 cánh, 3 cánh hình chữ L, chữ U, chữ T...(Bảng 3.1: Đề xuất các dạng cấu trúc mặt bằng NSCT có bố trí KGLN)

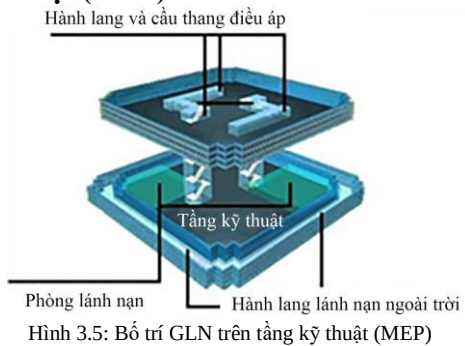
Bảng 3-1: Đề xuất các dạng cấu trúc mặt bằng nhà SCT có không gian lánh nạn

	
Nhà dạng tấm	Nhà tháp đôi có cầu trên cao (skybridge)
	
Nhà tháp đôi chung đế	Nhà tháp đôi có cầu trên cao
	
Nhà đa tháp chung đế	Nhà tháp đôi có cầu trên cao
	
Nhà tổ hợp đa chức năng có cầu trên cao	Nhà tổ hợp đa chức năng chung đế

3.4.2 KGLN kết hợp tầng kỹ thuật (MEP)

Tầng kỹ thuật (MEP) với NSCT thường đồng bộ 4 bộ phận (Hệ thống thông gió và điều hòa không khí; Cấp thoát nước và thiết bị vệ sinh; Hệ thống điện; Hệ thống báo cháy và chữa cháy) được định vị trong mỗi 8-15 tầng tùy thuộc quy mô và khối tích nhà siêu cao tầng.

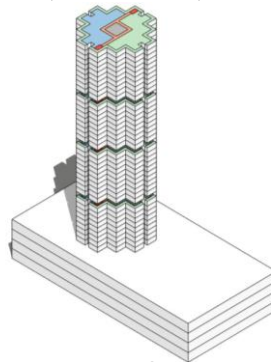
Mỗi tầng kỹ thuật có thể bố trí một đến hai phòng lánh nạn được



tuần thủ phòng chống cháy như gian lánh nạn (được kết nối bởi một hành lang lánh nạn ngoài trời, để đảm bảo mỗi phòng lánh nạn đều có 2 lối thoát nạn và ít nhất 2 cầu thang thoát nạn có chống cháy và điều áp. Có thể bố trí thang máy cứu hỏa phục vụ từ tầng hầm lên tầng trên cùng và chỉ dừng lại ở các tầng chỉ định trước (Hình 3.5).

3.4.3 Mô hình tổ chức KGLN với hình thái kiến trúc mặt ngoài NSCT. KGLN mái kết hợp vườn trên mái (Green Roof)

Mái nhà được coi là một lối thoát người, hướng tiếp cận của lực lượng cứu nạn cứu hộ khi sử dụng máy bay trực thăng cứu nạn. NSCT thường có độ cao từ 100 mét trở lên vượt xa tầm với của phương tiện cứu hỏa (thang nâng ở Việt Nam chỉ với tới 56 mét). Với độ cao của NSCT thì tầng mái được coi như TLN. Việc KGLN kết hợp với vườn trên mái đã tiết kiệm cho chủ đầu tư 1 TLN.



Hình 3.6: KGLN kết hợp vườn trên mái

Giải pháp này mang lại lợi ích rất lớn cho chủ đầu tư và cư dân trong tòa nhà. Ích lợi với cư dân có một vườn sinh hoạt cộng đồng trên mái, còn chủ đầu tư có thể bớt đi 1 TLN trong tổng mức đầu tư, hoặc sẽ thêm được một chức năng thu hút và làm điểm nhấn cho tòa nhà. Mái NSCT thường là nơi chứa hệ thống điều hòa không khí cho tòa nhà (HVAC), hoặc đặt các tấm pin năng lượng mặt trời. Chính hệ thống này rất nhiều khả năng mất an toàn cháy nổ. Nên đề xuất các giải pháp để bố trí kết hợp với hệ thống kỹ thuật của tòa nhà. Vườn trên mái cũng được nghiên cứu đề xuất các loại thực vật giữ nước, thực vật sinh trưởng tốt trong môi trường nắng gió và nhiệt độ cao. Hệ thống thu nước mưa để bổ sung cho lượng nước tưới cây, tiểu cảnh và làm mát mái nhà khi cần thiết. Hệ thống thu nhận nước mưa qua bể lắng lọc xử lý cũng góp phần vào tiết kiệm tài nguyên nước trong tương lai.

3.5 Đề xuất các giải pháp tổ chức KGLN trong nhà SCT ở VN

3.5.1 Giải pháp KGLN xanh

Giải pháp KGLN xanh được áp dụng cho các dạng NSCT sau:

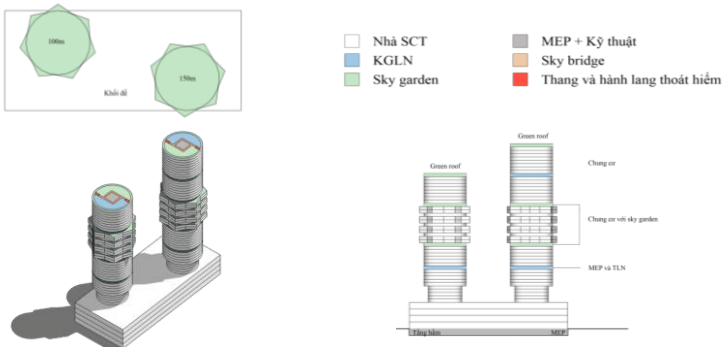
- + NSCT đơn chức năng như nhà ở, văn phòng, khách sạn
- + NSCT đa chức năng trong 1 tòa nhà, tháp đôi hoặc đa tháp có chung đế

Giải pháp này được bố trí theo nguyên tắc sau:

- KGLN được bố trí chung với vườn trên cao hoặc xen kẽ cứ 1 KGLN lại 1 vườn trên cao có kết hợp KGLN. KGLN kết hợp DVCC đảm bảo đủ diện tích lánh nạn và kết hợp các ứng dụng khác như vườn trên cao, vườn trên mái và DVCC tiện ích (phòng sinh hoạt cộng đồng, phòng tập thể dục, bể bơi, thư viện).

- Vườn trên cao có thể chỉ cần bố trí tại nóc khối đế, tầng trung gian và trên mái. Trường hợp này nên bố trí KGLN với MEP hoặc DVCC tiện ích khác.

- Đối với nhà SCT có khối đế lớn thì thang thoát hiểm nên chạy xuống nóc khối đế đồng thời cho lối cứu nạn cứu hộ tiếp cận tại đây và gần nhất trục giao thông chính.

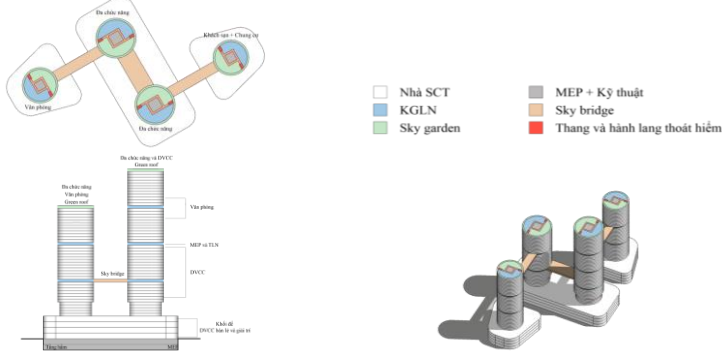


Hình 3.7: KGLN xanh trong nhà với NSCT tháp đơn và đôi

+ Đối với khu phức hợp (mixed use complex) nên bố trí KGLN kết hợp vườn trên cao (skygardens) và cầu trên cao (skybridges).

- Nhà SCT đa chức năng cần phải phân chia thành các khối chức năng độc lập, có KGLN và lối thoát nạn riêng biệt, có khoang đệm

và vách ngăn chống cháy.



Hình 3.8: KGLN tập trung trong nhà với NSCT đa tháp và phức hợp các chức năng

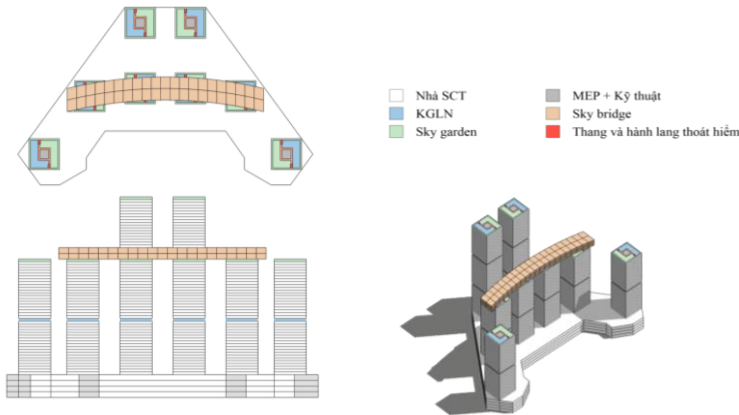
- Nếu là tháp đôi thì nên phân các chức năng làm việc (văn phòng, trung tâm thương mại) tách khối với chức năng ở (căn hộ, khách sạn) bằng KGLN trung gian. Tại các tầng có DVCC nên làm cầu trên cao (skybridge) trùng cao độ với KGLN của khối ở. Giải pháp này giúp cho việc thoát người khi có sự cố ở 1 trong 2 tòa SCT là nhanh nhất, hỗ trợ lẫn nhau.

- Nếu đa tháp thì nên nhóm các chức năng làm việc với nhau, hoặc tách chức năng làm việc, chức năng ở, chức năng thương mại và DVCC thành 3 nhóm, skybridges sẽ nối nhóm 1 với 3 hoặc 2 với 3 vì số lượng người sử dụng KGLN khi có sự cố của 3 nhóm này khác nhau. Cầu trên cao giúp cho thoát người được linh hoạt theo phương đứng và phương ngang có thể có nhiều hướng thoát và kích bản thoát.

- Đối với khu phức hợp đa tháp và chung khối đế, đa chức năng sử dụng nên bố trí KGLN theo khoảng cách mỗi 15 - 20 tầng.

- Tất cả mái NSCT nên phủ xanh bằng vườn trên mái (greenroofs). Có thể nối 1 cầu trên cao với tất cả các mái xanh này, ngoài chức năng cầu trên cao để giao thông, có thể kết hợp các DVCC, bể bơi, thể thao, công viên, thương mại, nhà hàng... tận dụng điểm nhìn trên cao bao quát thành phố, tạo ấn tượng điểm đến cho tòa nhà. Loại tổ hợp này nên đặt tại các vị trí cảnh quan đẹp như

sông, hồ, biển tạo sức hấp dẫn cho du lịch.(Hình 3.9)



Hình 3.9: Không gian lánh nạn xanh nhà với NSCT tổ hợp lớn

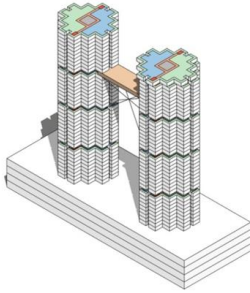
3.5.2 Giải pháp KGLN tập trung trong và ngoài nhà

Giải pháp KGLN ngoài nhà thường được áp dụng cho các trường hợp sau:

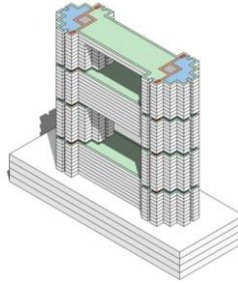
- + Kết nối các KGLN tập trung trong nhà với KGLN ngoài nhà có cùng cao độ với nhau bằng cầu trên cao hoặc có hành lang ngoài trời;
- + Kết nối KGLN của NSCT tháp đôi hoặc đa tháp có đa chức năng trong đó có các yếu tố tập trung đông người như Trung tâm thương mại, văn phòng bằng cầu trên cao. Cầu trên cao có 2 dạng được đề xuất:

- Cầu trên cao chỉ có chức năng là cầu nối giao thông
- Cầu trên cao kết hợp chức năng cầu nối giao thông với các DVCC tiện ích khác. Cả 2 dạng đều phải thỏa mãn các nguyên tắc sau:

- + Kết nối các không gian lánh nạn trên cùng cao độ giữa các nhà siêu cao tầng bằng cầu trên cao hoặc hành lang ngoài trời tại cao độ của KGLN. Việc bố trí cầu trên cao phải lựa chọn để đảm bảo hiệu quả tối đa của giao thông và sau đó mang lại lợi ích cho việc sơ tán (thời gian thoát người nhanh nhất).



Hình 3.10: Cầu trên cao với chức năng là cầu nối giao thông



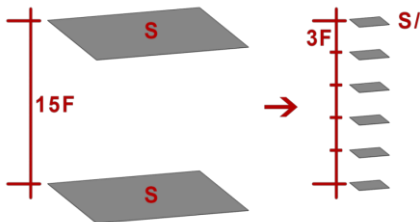
Hình 3.11: Cầu trên cao với chức năng là cầu nối giao thông và DVCC

3.5.3 Giải pháp KGLN phân tán trong nhà

Giải pháp này áp dụng cho NSCT đơn chức năng có diện tích mặt bằng nhỏ, trải dài đa diện tuyến, hoặc số người tập trung không cao có thể chia nhỏ TLN thành các GLN. Có thể sử dụng tầng kỹ thuật hoặc một phần tầng kỹ thuật làm GLN khi đáp ứng các quy định chung như đối với TLN.

KGLN phân tán là một gian lánh nạn, một phần của khu vực sảnh thang hoặc khu vực kỹ thuật tòa nhà bố trí để người sử dụng di chuyển tới đó. Có thể bố trí một gian lánh nạn trên 1 tầng (một cánh trên mặt bằng chạc 3, chữ T), cũng có thể bố trí 2 gian lánh nạn trên 1 tầng ở 2 đầu tòa nhà trong trường hợp nhà có mặt bằng dài, hẹp, hoặc số lượng người sử dụng trong tòa nhà nhỏ. (Bổ sung kiến nghị vào QCVN 06-2020, có thể bố trí các căn hộ trên TLN).

Theo QCVN 06, đối với nhà cao từ 100 mét trở lên phải bố trí TLN, không quá 20 tầng phải có 1 TLN (S) thì với GLN có thể chia nhỏ hơn số tầng, như khoảng từ 3-4 tầng có 1 GLN (s) (Hình 3.12).



Hình 3.12: Gian lánh nạn (chia nhỏ TLN)



Hình 3.13: KGLN phân tán

3.6 Đề xuất tiêu chí đánh giá tổ chức KGLN trong các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

3.6.1 Xây dựng tiêu chí đánh giá KGLN

Thời gian thoát người của toàn bộ tòa nhà trong khoảng từ 1 đến 3 giờ, phụ thuộc vào số lượng tầng nhà. Thông số quan trọng nhất khi đánh giá tính an toàn, hiệu quả của phương án thoát người là số lượng người tối đa được thoát khỏi tòa nhà trong 1 giờ (tốc độ thoát người). Điều đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

+ Số lượng tầng nhà; + Số lượng tầng lánh nạn; + Khoảng cách giữa các tầng lánh nạn; + Bố trí thang thoát nạn...

Các nghiên cứu chỉ ra rằng việc tối ưu được việc bố trí tầng lánh nạn có ý nghĩa rất quan trọng trong việc thoát người.

KGLN khi thiết kế đáp ứng yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế hiện hành. Ngoài tiêu chí theo Tiêu chuẩn thiết kế có thể đề xuất các tiêu chí nâng cao đánh giá tính hiệu quả của việc bố trí KGLN (bảng 3.2)

Bảng 3-2: Bảng điểm đề xuất đánh giá tính hiệu quả của KGLN			
TT	Tiêu chí đánh giá		Điểm
I	Tiêu chí theo TCTK		50/100
II	Các tiêu chí nâng cao		50/100
1	Tính an toàn	An toàn thoát hiểm	5/100
		An toàn sức khỏe	5/100
		An toàn vị trí - Công năng hợp lý	5/100
		An toàn CNCH	5/100
2	Kỹ thuật – Công nghệ	TTB thông gió – Chiếu sáng	5/100
		TTB thông tin-Báo cháy chính xác	5/100
3	Tính kinh tế	Tối ưu MB công năng giảm chi phí	5/100
		Kết hợp tầng kỹ thuật, DVCC	5/100
4	KGLN xanh	Kết nối KG xanh đô thị, vườn treo	5/100
		Tính cộng đồng, nhân văn	5/100

3.6.2 Ứng dụng vào tòa nhà SCT điển hình

Lấy ví dụ từ 3 tòa NSCT đã hoàn thành tại các thời điểm khác

nhau để vận dụng tính điểm (Theo bảng điểm được đề xuất đánh giá tính hiệu quả của KGLN trong Bảng 3.2). Điểm số đạt được của mỗi tòa NSCT cần được công bố như một ưu điểm vượt trội để chủ đầu tư tuân thủ QCVN, TCXD và nâng cao sức hấp dẫn cho tòa nhà. Các nhà đầu tư thứ cấp, người mua nhà sẽ có thói quen quan tâm đầu tiên là sự an toàn và tiện ích tòa nhà mang lại.

Tiêu chí đánh giá được ứng dụng khách quan cho 3 tòa NSCT tại 3 vị trí địa lý khác nhau; hoàn thành 3 thời điểm khác nhau trước và sau khi có QC06/2020; Tư vấn thiết kế khác nhau (tư vấn nước ngoài và tư vấn trong nước); Hình thái kiến trúc khác nhau (nhà tháp dạng tám, nhà tháp đôi có cầu nối trên cao, nhà chọc trời); Chủ đầu tư khác nhau.

Bình luận và đánh giá:

+ Tòa nhà Lotte: Tòa nhà cao 68 tầng cấu trúc mặt bằng dạng tám; có 2 GLN bố trí gần lõi thang tại tầng 33. Đã bổ sung GLN vào giai đoạn sau hoàn thiện để đảm bảo TC PCCC nhưng chưa tạo ra KGLN có kết nối tuyến cứu nạn cứu hộ, diện tích rất nhỏ chỉ đủ cho khoảng 10 tầng phía trên tầng 33. Đạt 75/100 điểm.

+ Tòa nhà Landmark 81: Tòa nhà cao 81 tầng với cấu trúc mặt bằng 4 cánh, lõi kỹ thuật nằm giữa. Có TLN tại tầng 21, 46, 65 tiếp xúc trực tiếp với mặt ngoài. Hỗ trợ thoát hiểm có thang máy cứu hỏa. TLN có kết hợp với MEP. Đạt 90/100 điểm.

+ Tòa nhà Thiên niên kỷ Hà Đông: Tòa nhà cao 44 tầng gồm 2 tháp nối với nhau bằng cầu nối sân vườn tại tầng 17. Có TLN tại tầng 17 ở cả 2 tòa tháp. Tầng lánh nạn mỗi tòa gồm 2 thang thoát hiểm ở lõi. Toàn bộ TLN để trống, kết nối với nhau bởi cầu nối tại tầng 17, cầu nối này là khối cầu trên cao 4 tầng có các căn hộ từ tầng 14 đến tầng 16. Cầu nối này có thể hỗ trợ cho việc thoát người giữa 2 tòa tháp, cùng thoát ra sân vườn tầng 17. Đạt 85/100 điểm.

Cả 3 tòa NSCT đều đã tuân thủ TCXD hiện hành đạt điểm tối thiểu 50/100 điểm, ít hơn số điểm này là đã vi phạm và không được phép xây dựng. Điểm càng cao hiệu quả của bố trí KGLN càng lớn.

KẾT LUẬN - KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ phân tích tổng hợp về kiến trúc, kết cấu NSCT trên Thế giới và ở Việt Nam, các ưu nhược điểm và kinh nghiệm về thiết kế lánh nạn, thoát người cũng như các xu hướng mà kiến trúc nên đi theo để phù hợp với sự phát triển mang tính bền vững và ứng phó với dịch bệnh và biến đổi khí hậu trên toàn cầu. Luận án đã đóng góp được 3 đề xuất và giải pháp tổ chức KGLN trong kiến trúc NSCT ở Việt Nam:

- Đề xuất các giải pháp tổ chức không gian lánh nạn tập trung trong và ngoài nhà siêu cao tầng, xây dựng chiến lược sơ tán người theo phương đứng kết hợp với phương ngang để giải quyết tối ưu bài toán thoát người trong nhà siêu cao tầng trong thời gian nhanh nhất, từ đó ứng dụng vào thiết kế hình thái kiến trúc mới cho nhà siêu cao tầng kết hợp lánh nạn ngoài nhà khi sử dụng cầu trên cao.

- Đề xuất giải pháp kết hợp các chức năng của không gian lánh nạn để sử dụng hiệu quả tối ưu diện tích tầng lánh nạn như kết hợp tầng lánh nạn với tầng kỹ thuật, tầng lánh nạn có các dịch vụ công cộng tiện ích kết hợp với sinh hoạt cộng đồng (tính nhân văn); tầng lánh nạn kết hợp với vườn trên cao, vườn trên mái, phủ xanh mái nhà siêu cao tầng biến nó thành tầng lánh nạn xanh, giảm thiểu cho chủ đầu tư và tăng lợi ích cho người sử dụng.

- Đề xuất giải pháp bố trí các không gian lánh nạn phân tán thay vì tập trung ở các tầng lánh nạn cho những trường hợp nhà siêu cao tầng có diện tích nhỏ, mặt bằng trải dài và đa diện, tuyến.

- Xây dựng được tiêu chí đánh giá không gian lánh nạn, từ đó đề xuất tiêu chí đánh giá KGLN trong nhà SCT gồm tiêu chí bắt buộc và tiêu chí nâng cao, điểm số đánh giá tính hiệu quả của việc đề xuất giải pháp tổ chức không gian lánh nạn trong nhà siêu cao tầng đảm bảo KGLN đó vừa an toàn lại vừa bền vững và nhân văn.

2.Kiến nghị

+ An toàn cháy cho các tòa nhà siêu cao tầng là vấn đề của liên ngành, cần phối kết hợp giữa Bộ Công An, Bộ Xây dựng và Hạ tầng đô thị. Có hướng dẫn linh hoạt cho phù hợp với vị trí vùng miền và định hướng thích hợp.

+ Tiếp tục nghiên cứu các vấn đề liên quan đến tầng lánh nạn để kiến nghị xem xét các quy định cụ thể trong Quy chuẩn về an toàn cháy cho nhà siêu cao tầng như nghiên cứu và đề xuất các ứng dụng liên quan đến không gian lánh nạn: Ứng dụng cầu trên cao, vườn trên cao, phủ xanh mái nhà siêu cao tầng.

+ Nghiên cứu và đề xuất các yêu cầu về kết cấu, vật liệu cho nhà siêu cao tầng bắt buộc sử dụng tầng lánh nạn, các yêu cầu kỹ thuật bắt buộc đồng bộ với phòng cháy, chống cháy và thiết bị chữa cháy tại chỗ.

+ Đào tạo Kiến trúc sư và Kỹ sư xây dựng tại các trường đại học cần bổ sung vào chương trình giảng dạy môn học về An toàn cháy và An toàn sinh mạng.

**Danh mục các công trình khoa học đã công bố
của tác giả có liên quan đến luận án**

1. Doãn Minh Khôi; Trần Phương Mai (2016) *“Một số vấn đề về thiết kế nơi tránh nạn trong nhà cao tầng”*. Tạp chí Xây dựng. ISSN 0866-0762

2. Doan Minh Khoi; Tran Phuong Mai (2017) *“Analyze the Dengers of Fire Hazard Events in High Density Areas of Hanoi”*. Seminar for the 6th FORUM for Advanced Fire Education/ Research in Asia. Đăng tại Centre for Fire Science and Technology. Research Institute for Science and Technology TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE.

3. Doãn Minh Khôi; Trần Phương Mai (2018) *“An toàn cháy tại Việt Nam – Những thách thức và giải pháp tổng thể”*. Kỷ yếu hội thảo Quốc tế: “AN TOÀN PHÒNG CHÁY – THOÁT HIỂM TẠI VIỆT NAM VÀ KINH NGHIỆM CỦA NHẬT BẢN”. Nhà xuất bản Xây dựng. ISBN 978-604-82-2487-5.

4. Trần Phương Mai (2020), *“Những thách thức về an toàn cháy trong tổ chức không gian kiến trúc nhà cao tầng ở Việt Nam”*. Tạp chí khoa học Kiến trúc và Xây dựng -Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Số 37, Hà Nội – tháng 2 - 2020. Trang 18 – 22. ISSN 1859-350X.

5. Trần Phương Mai (2020), *“Giải pháp an toàn thoát người cho nhà cao tầng sử dụng cầu trên cao”*. Tạp chí Xây dựng Việt Nam - Bộ Xây dựng, số 625, Hà Nội – tháng 6 - 2020. Trang 189 - 192. ISSN 0866-8762.

6. Trần Phương Mai (2020), *“Giải pháp thiết kế kiến trúc về không gian lánh nạn xanh trong nhà siêu cao tầng ở Việt Nam”*. Tạp chí Xây dựng Việt Nam – Bộ Xây dựng, số 648, Hà Nội – tháng 5 – 2022. Trang 84 – 89. ISSN 2734-9888.