



NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHỐI HỢP HOẠT ĐỘNG MẠNG LƯỚI VẬN TẢI HÀNH KHÁCH CÔNG CỘNG TRONG ĐÔ THỊ

Vũ Minh Tâm¹, Lương Tuấn Anh², Nguyễn Việt Phương³, Nguyễn Văn Bích⁴

Tóm tắt: Hệ thống vận tải hành khách công cộng (VTHKCC) của Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh đã có những bước phát triển đáng kể, song vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu đi lại ngày càng cao của dân cư đô thị. Trong thời gian sắp tới, với sự xuất hiện của các phương thức vận tải có sức chứa lớn như đường sắt đô thị, BRT, mạng lưới VTHKCC sẽ trở lên ngày càng phức tạp, mỗi phương thức có những đặc điểm riêng làm cho việc kết nối, phối hợp hoạt động trên toàn mạng lưới trở nên phức tạp hơn. Bài báo tổng hợp các kinh nghiệm phát triển mạng lưới VTHKCC tại một số thành phố lớn trên thế giới như London, Berlin; và nghiên cứu một số phương pháp phối hợp hành trình, biểu đồ vận hành hệ thống VTHKCC nhằm nâng cao hiệu quả vận hành cũng như chất lượng dịch vụ VTHKCC, tối ưu nhu cầu đi lại của người dân trong đô thị. Để từ đó có thể làm cơ sở để áp dụng cho hệ thống VTHKCC ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: Vận tải công cộng; mạng lưới xe buýt; tuyến tàu điện ngầm; phối hợp vận hành; điểm trung chuyển.

Summary: Public transport system has been invested and grown rapidly in Hanoi capital and Ho Chi Minh city (HCM city). However, this can not meet increasing travel needs of residents. Mass rapid transit such as metro and BRT are being operated soon in Hanoi and HCM city, which causes public transport networks will be more complicated. Indeed, each public transport mode has individual characteristics, as a result, coordinating these systems in whole networks can be more difficult. This paper summarised experiences about coordinating them in metropolitan cities in the world as London and Berlin; and research on methods to coordinate public transport network in terms of route and operation diagram in order to improve quality of operation and services, and optimise travel needs of inhabitants in cities. Such method can be applied potentially in Hanoi and HCM city.

Keywords: Public transport; bus network; metro line; operation coordination; interchange.

Nhận ngày 13/7/2016, chỉnh sửa ngày 27/7/2016, chấp nhận đăng 20/8/2016



1. Mở đầu

Khi thiết kế mạng lưới vận tải hành khách công cộng (VTHKCC), có hai yếu tố ảnh hưởng đến mức độ phức tạp của mạng lưới tuyến. Thứ nhất là mâu thuẫn giữa yêu cầu của người sử dụng và nhà cung ứng dịch vụ. Người sử dụng luôn mong muốn được sử dụng những kết nối trực tiếp giữa điểm xuất phát và điểm kết thúc hành trình và có thể sử dụng dịch vụ bất cứ lúc nào. Tuy nhiên, trên quan điểm nhà cung ứng dịch vụ, một mạng lưới tối giản cho một khu vực và hoạt động vào những thời điểm cao điểm luôn là lựa chọn tối ưu để cắt giảm chi phí. Từ những mâu thuẫn này, yêu cầu cần thiết phải có vai trò quản lý và điều phối của cơ quan quản lý nhà nước trong việc lựa chọn mạng lưới hành trình VTHKCC nhằm cân đối nhu cầu của người sử dụng và nhà cung ứng dịch vụ VTHKCC. Để phối hợp mạng lưới tuyến VTHKCC hiệu quả trong các đô thị lớn, cần có sự kết hợp giữa các phương thức VTHKCC, giữa đường sắt và đường bộ, giữa phương thức sức chứa lớn và phương thức sức chứa nhỏ, phát huy ưu thế mỗi phương thức trên những điều kiện áp dụng khác nhau.



2. Phối hợp mạng lưới tuyến VTHKCC trong đô thị

a. Các dạng mạng lưới tuyến VTHKCC cơ bản

Căn cứ theo hình dạng, vị trí phân bố tương đối của các tuyến VTHKCC so với khu vực trung tâm đô thị, có thể có nhiều dạng tuyến VTHKCC như: dạng tuyến xuyên tâm, hướng tâm (từ ngoại ô đi vào/đi xuyên qua

¹ThS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: tamvm@nuce.edu.vn.

²ThS, Khoa Vận tải Kinh tế, Trường Đại học Giao thông vận tải.

³TS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng.

⁴ThS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng.

trung tâm), tuyến vành đai/vòng tròn (đi trên các đường vành đai/tạo hình vòng tròn khép kín), tuyến tiếp tuyến (nối trực tiếp giữa hai khu vực trong đô thị, ít đi qua khu vực trung tâm), tuyến ngoại ô (đi từ ngoại ô tiếp cận đến các điểm trung chuyển trên đường vành đai) [1]. Tập hợp các tuyến VTHKCC trong đô thị tạo thành mạng lưới VTHKCC đô thị, nhìn chung có 3 dạng mạng lưới chính và 1 dạng kết hợp giữa các dạng trên, đó là:

- Mạng lưới tuyến trực tiếp: Được xây dựng dựa trên một số lượng lớn các tuyến nhằm có thể cung cấp càng nhiều tuyến trực tiếp càng tốt; Không có sự phân cấp giữa các tuyến khác nhau vì giữa chúng không có sự liên kết; Hầu hết các tuyến đều là tuyến xuyên tâm dẫn đến khu vực trung tâm thành phố nên có khả năng tiếp cận rất tốt ở khu vực trung tâm nhưng hiệu quả cao ở khu vực vành đai; Phương tiện hoạt động thường có sức chứa trung bình, nhỏ có xu hướng làm tăng ùn tắc giao thông ở khu trung tâm thành phố nơi các tuyến xe buýt gặp nhau.

- Mạng lưới tuyến trục-nhánh: Mạng lưới được phân cấp, các tuyến nhánh và tuyến thứ cấp hỗ trợ cho các tuyến trục; Phương tiện sức chứa lớn được triển khai trên tuyến trục cung cấp dịch vụ thường xuyên; Để hạn chế tối đa việc chuyển tuyến, cần chọn lựa kĩ số lượng các điểm hành khách cần chuyển tuyến để thiết kế và bố trí tuyến tốt hơn.

- Mạng lưới tuyến dạng ô bàn cờ: Ở một số thành phố có cấu trúc đường kiểu ô bàn cờ phát triển tốt, mạng lưới giao thông công cộng cũng quy hoạch theo mạng lưới tuyến ô bàn cờ đó. Mô hình này bất lợi ở chỗ rất khó để tối đa hóa các tuyến đi thẳng nhưng mặt khác có thể di chuyển từ bất kì nơi nào giữa hai điểm trong thành phố với 1 lần chuyển tuyến [10].

- Mạng lưới kết hợp: là sự kết hợp từ một số yếu tố từ 3 mạng trên. Đặc điểm phân biệt mạng lưới này với mạng lưới tuyến trục tuyến nhánh là sự tồn tại của các tuyến trục này có vai trò tương đương nhau. Tuy nhiên, các tuyến khác cũng không độc lập và hoạt động đơn lẻ như trong mạng lưới tuyến trực tiếp mà hỗ trợ cho nhau một cách hợp lý.

Thực tế vận hành chứng minh với các đô thị vừa và nhỏ nên sử dụng mạng lưới tuyến trực tiếp đáp ứng tối ưu nhu cầu hành khách. Ngược lại cần các mạng lưới đa phương thức, liên thông tại các đô thị lớn từ 1 triệu dân trở lên, đây là mô hình cần được áp dụng cho Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Với các mạng lưới phân cấp này, vận tải đường sắt đóng vai trò tuyến trục trên các hành lang vận tải xuyên tâm của thành phố (trục Đông-Tây, Bắc-Nam) và tuyến vòng tròn. Các tuyến BRT hoặc đường sắt trên cao phục vụ trên các tuyến hướng tâm từ ngoại ô đến các điểm kết nối với tuyến metro chạy vòng tròn hoặc đến các ga đầu cuối. Xe buýt đóng vai trò trung chuyển kết nối trong đô thị, có thể sử dụng mạng lưới ô bàn cờ hoặc tuyến trực tiếp cho xe buýt trong trường hợp này [1, 6, 8].

Với điều kiện thực tế Hà Nội mới có 1 phương thức là xe buýt, bài báo đề xuất sắp xếp và điều chỉnh lại mạng lưới buýt theo hướng mạng lưới phân cấp. Trong đó các tuyến trục chính phục vụ trên các hành lang xuyên tâm, trùng với lộ trình các tuyến đường sắt đô thị trong tương lai. Khi đường sắt đô thị đi vào vận hành, loại bỏ các tuyến này thay thế bằng tuyến đường sắt, không ảnh hưởng đến vận hành của toàn mạng lưới. Các tuyến khác vẫn được sắp xếp theo nguyên tắc trung chuyển và đảm bảo liên thông đến tuyến trục chính.

Lấy ví dụ trường hợp của Hà Nội. Tuyến buýt 32: Nhổn-BX Giáp Bát là tuyến trục chính trên hành lang Phía Tây-Trung tâm-Phía Nam. Trong tương lai, tuyến Metro số 3: Nhổn-Ga Hà Nội-Hoàng Mai có phương án tuyến hoàn toàn trùng khớp với hướng tuyến của tuyến buýt số 32. Như vậy nếu duy trì đồng thời 2 dịch vụ VTHKCC là ĐSĐT và xe buýt trên cùng 1 hướng tuyến trùng khớp như vậy sẽ khiến lưu lượng hành khách phân chia ra 2 phương thức, không đảm bảo hiệu quả vận hành. Tuy nhiên, xét trên góc độ hành khách, hành khách có mức chi trả khác nhau cho dịch vụ VTHKCC. Có thể mức giá ĐSĐT cao hơn mức chi trả mong muốn của một bộ phận hành khách, trong khi họ không có yêu cầu cao về thời gian vận chuyển và độ tin cậy của dịch vụ VTHKCC, họ mong muốn sử dụng dịch vụ xe buýt với giá thấp hơn. Do đó việc loại bỏ hoàn toàn dịch vụ xe buýt trên những hành lang này cũng không hợp lý.

Để giải quyết vấn đề này, khi nghiên cứu bố trí, sắp xếp lại mạng lưới VTHKCC khi có các tuyến ĐSĐT đi vào hoạt động, thường bố trí lại theo nguyên tắc:

- Giữ nguyên các tuyến buýt “vuông góc”, giao cắt với tuyến ĐSĐT, coi đó là tuyến gom khách tự nhiên của tuyến ĐSĐT.

- Với tuyến trùng hoàn toàn hướng tuyến (như tuyến buýt 32 và tuyến metro số 3) thì loại bỏ tuyến xe buýt.

- Với các tuyến có lộ trình trùng một phần với tuyến metro thì điều chỉnh lại hướng tuyến để các phần trùng nhau này sẽ liên tiếp nhau và bao phủ đủ chiều dài tuyến metro. Trong trường hợp này, hành khách muốn đi dọc hành lang tuyến với thời gian ngắn, không phải trung chuyển, mức giá cao thì có thể lựa chọn phương án đi metro. Ngược lại, nếu hành khách không yêu cầu về thời gian gấp, chấp nhận trung chuyển, thì có thể sử dụng dịch vụ buýt với mức giá thấp hơn [11].

b. Lựa chọn mạng lưới tuyến VTHKCC cho TP. Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

Mạng lưới tuyến cơ bản: bao gồm các tuyến phục vụ nhu cầu cơ bản của mọi đối tượng (thể hiện trong Hình 1), theo đặc điểm phục vụ mạng lưới tuyến buýt cơ bản cần có những loại tuyến sau:

- Tuyến trục: là các tuyến hoạt động trên các hành lang vận tải có lưu lượng hành khách lớn (2000-4000 HK/giờ/hướng), hướng tuyến tương đối thẳng đi xuyên tâm. Đối với các đô thị chỉ cần 2 hay tối đa là 4 tuyến trục đi theo các trục Đông-Tây, Bắc-Nam. Các tuyến trục như là xương sống cho mạng lưới tuyến xe buýt khi chưa có các loại hình vận chuyển khối lượng lớn khác (tramway, metro...). Khi đầu tư xây dựng hệ thống đường sắt đô thị, các tuyến trục đang được khai thác bằng xe buýt sẽ được loại bỏ và thay thế bằng đường sắt đô thị (metro, tàu điện trên cao,...)

- Tuyến chính (1000-2000 HK/giờ/hướng): bao gồm tuyến chính và tuyến vành đai. Trong hệ thống VTHKCC, tuyến chính thường được đảm nhiệm bằng BRT hoặc xe buýt. (1) Tuyến chính: là các tuyến xe buýt hoạt động trên các hành lang vận tải lưu lượng lớn, được tổ chức trên các đường phố chính, hướng tuyến dạng hướng tâm. (2) Tuyến vành đai: là tuyến xe buýt hoạt động trên các hành lang vận tải có hướng đi vòng trên các đường vành đai, không đi qua trung tâm.

- Tuyến nhánh (350-1000 HK/giờ/hướng): bao gồm tuyến nhánh loại 1, loại 2 và tuyến vòng đáp ứng các nhu cầu đi lại có cự ly ngắn hoạt động trong khu vực vùng hoặc liên vùng trong đô thị, liên kết các điểm phát sinh, thu hút hành khách với các tuyến trục, tuyến chính và các đầu mối trung chuyển. (1) Tuyến nhánh loại 1: là các tuyến hoạt động trong phạm vi nội bộ từng khu vực của đô thị hoặc các tiểu khu vực của phân vùng. (2) Tuyến nhánh loại 2: là tuyến hoạt động liên kết giữa các khu vực, tiểu khu vực, cung cấp hành khách cho các tuyến chính, tuyến trục và ngược lại. (3) Tuyến vòng: có dạng số 8 hoặc vòng tròn có điểm đầu điểm cuối trùng nhau chủ yếu để kết nối các điểm thu hút hành khách trong các khu vực trung tâm.

- Tuyến thu gom (<350 HK/giờ/hướng): là các tuyến gom hành khách từ các khu dân cư ra các điểm đầu cuối, điểm dừng của các tuyến chính, tuyến nhánh, nó hoạt động trên địa bàn của từng quận hoặc từng cụm dân cư, đảm bảo mạng lưới tuyến xe buýt phủ khắp các điểm dân cư và người dân có thể tiếp cận xe buýt dưới 300m theo đường chim bay. Các tuyến thu gom chỉ giao cắt với các tuyến buýt khác một đoạn ngắn để gom và trả khách, tránh giao cắt dài gây cản trở giao thông.

Mạng lưới tuyến chuyên dùng: chuyên trách phục vụ nhu cầu của các nhóm đối tượng cụ thể, hình thành do nhu cầu đặc biệt trong không gian và thời gian đặc biệt, bao gồm:

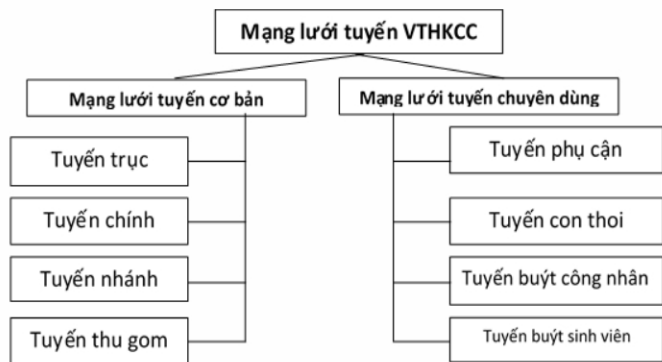
- Tuyến phụ cận: hoạt động vận chuyển hành khách từ nội đô tới các khu phụ cận. Tuyến phụ cận thường sử dụng BRT kết nối từ khu vực trung tâm đến các khu dân cư, các thành phố vệ tinh như kinh nghiệm đã được áp dụng ở Bangkok (Thái Lan), Curitiba (Brazil), Melbourne (Australia). Hiện nay ở Hà Nội, các tuyến phụ cận chủ yếu được phục vụ bằng dịch vụ buýt như các tuyến 06, 20, 35, 54, 56,...

- Tuyến con thoi (tuyến chuyển tải): là tuyến phục vụ hành khách có nhu cầu đi lại nhanh chóng giữa các đầu mối giao thông như bến xe liên tỉnh, nhà ga, sân bay, bến tàu khách... Phương tiện chỉ đỗ tại hai điểm đầu và cuối để cho hành khách lên xuống.

- Tuyến xe buýt công nhân: là loại tuyến chuyên phục vụ cho đối tượng là công nhân đi từ các khu nhà ở tập trung, các trạm trung chuyển hoặc các điểm định sẵn trong đô thị đến các khu công nghiệp theo một lịch trình xác định sẵn, có mật độ tập trung cao vào giờ cao điểm. Tuyến công nhân chỉ hoạt động vào giờ cao điểm buổi sáng và buổi chiều.

- Tuyến buýt sinh viên: là loại tuyến chuyên phục vụ cho sinh viên đi từ các khu vực khác nhau trong đô thị, các khu ký túc xá sinh viên đến các trường đại học, làng đại học theo một lịch trình xác định sẵn có mật độ tập trung cao vào giờ cao điểm [2].

Để tạo được mạng lưới buýt cơ bản theo cấu trúc đề xuất ở trên và hoạt động có hiệu quả, thì trước hết mạng lưới tuyến phải được phủ kín, rộng khắp. Ở đâu có tuyến giao thông ở đó phải có hành trình VTHKCC chạy qua. Phương án tối ưu nhất là trên 1 tuyến đường trục, đường chính bố trí 1 tuyến VTHKCC hoạt động với tần suất cao đảm bảo năng lực chuyên chở lớn, tốc độ nhanh, hướng tuyến tương đối thẳng và dịch vụ tốt. Tuyến gom và tuyến nhánh được kết nối với tuyến chính và tuyến trục thông qua việc bố trí điểm đầu cuối hoặc điểm dừng dọc tuyến tại gần giao cắt, lộ trình của tuyến nhánh cho phép trùng một đoạn vừa phải với tuyến trục, chính



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc mạng lưới tuyến VTHKCC [1]

nhằm tiếp chuyển hành khách nhưng không làm tăng độ trùng lặp không cần thiết trên các hành lang vận tải. Các tuyến chính và tuyến trục được kết nối với nhau thông qua điểm dừng dọc tuyến tại gần giao cắt hoặc thông qua điểm trung chuyển (ĐTC), đảm bảo tính liên thông trên toàn mạng [3].

Tuy nhiên hiện nay, nếu bố trí ngay như vậy sẽ gây ra sự xáo trộn lớn trong hệ thống, bên cạnh đó hành khách đi xe buýt chưa có thói quen trung chuyển. Lý do đầu tiên là do năng lực vận hành của toàn bộ mạng lưới xe buýt hiện nay đã đạt mức bão hòa, rất khó có khả năng tăng thêm được nữa, nếu sắp xếp lại hoàn toàn theo phân cấp chức năng từng tuyến thì những tuyến trục chính sử dụng xe buýt làm phương tiện vận chuyển sẽ không đáp ứng được nhu cầu đi lại của người dân, nếu bố trí trùng lặp tuyến cao thì dễ dẫn đến khả năng ùn tắc giao thông trên những trục chính. Do đó cần chờ đợi khi có sự bổ sung năng lực của hệ thống ĐSDT thì mới có thể sắp xếp lại mạng lưới VTHKCC hợp lý theo cấu trúc phân cấp trục nhánh kết hợp cùng các dạng mạng chuyên dùng. Nguyên nhân về thói quen trung chuyển của hành khách được kết luận trong các nghiên cứu về tuyến metro số 2 TP.HCM: Bến Thành - Tham Lương và số 3: Nhổn - Ga Hà Nội, do người dân Việt Nam vẫn phụ thuộc chủ yếu vào xe máy, sử dụng PTCC chủ yếu trong trường hợp cự ly tiếp cận bằng đi bộ ngắn (200-300m), cự ly dài; đối với các chặng ngắn và phải trung chuyển thường sử dụng xe máy [11].

Do vậy trong giai đoạn đến 2017, khi mà khả năng tổ chức các tuyến xe buýt có quyền sử dụng đường riêng (BRT hoặc làn đường dành riêng) khá hạn chế, đồng thời hệ thống vận tải đường sắt chưa được đưa vào khai thác, mạng lưới buýt Hà Nội có thể điều chỉnh theo nguyên tắc sau: (1) Củng cố mạng lưới tuyến theo dạng kết hợp hiện nay với một tỷ lệ cao các tuyến xe buýt cấp I vận hành trong dòng giao thông hỗn hợp. Duy trì nguyên trạng các tuyến xe buýt đang có sản lượng vận tải lớn, đã vận hành ổn định từ năm 2004 đến nay nhằm tránh gây sự xáo trộn lớn và giữ được tính ổn định của dịch vụ xe buýt. (2) Tối ưu hóa sử dụng các điểm trung chuyển hiện hữu trong mạng lưới bằng cách điều chỉnh lộ trình cục bộ hoặc thiết lập các tuyến mới kết nối các điểm trung chuyển. (3) Lấy vành đai 3 làm giới hạn, hạn chế mở mới tuyến cho đến năm 2017 trong phạm vi khu vực nằm trong vành đai 3, mở mới các tuyến ở ngoài vành đai 3 của thành phố, tập trung chủ yếu ở khu vực tỉnh Hà Tây cũ. (4) Lựa chọn điều chỉnh các tuyến: trên đoạn đường có hệ số trùng lặp tuyến lớn, lộ trình trùng nhau $\geq 50\%$ chiều dài tuyến sẽ gộp lại thành 1 tuyến trên cơ sở tuyến chạy suốt tuyến đường, phần lộ trình của các tuyến bị cắt bỏ sẽ được xem xét kết nối với các tuyến khác chung hướng tuyến trên đoạn bị cắt. (5) Mở thêm các tuyến ngắn gom khách sử dụng phương tiện sức chứa nhỏ để thuận tiện cho hành khách tiếp cận mạng lưới. (6) Xem xét mô hình các tuyến buýt có trợ giá đưa đón học sinh, sinh viên.

c. Phương pháp đánh giá mạng lưới tuyến VTHKCC

Để đánh giá mạng lưới tuyến VTHKCC cũng như chất lượng dịch vụ VTHKCC, có thể có nhiều phương pháp đánh giá khác nhau dựa trên mức độ khả dụng, độ tin cậy của dịch vụ, mức độ hài lòng của hành khách, tính hiệu quả về chi phí,... Tuy nhiên để làm cơ sở cho việc phối hợp hoạt động của mạng lưới tuyến, chuyên đề đi sâu phân tích phương pháp đánh giá mức độ khả dụng của hệ thống theo phương pháp “Đánh giá mức độ tiếp cận vận tải công cộng” của Sở Giao thông vận tải London. Đây là phương pháp tương đối đơn giản, dễ áp dụng, có thể minh họa trực quan, thuận tiện cho công tác đánh giá và điều chỉnh hoạt động của mạng lưới VTHKCC.

Phương pháp “Đánh giá mức độ tiếp cận vận tải công cộng” (PTAL) là phương pháp chi tiết và chính xác đánh giá khả năng tiếp cận đến 1 điểm trên hệ thống vận tải công cộng căn cứ trên thời gian đi bộ tiếp cận VTHKCC và mức độ khả dụng của dịch vụ [4]. Phương pháp là cách đánh giá hiệu quả mật độ mạng lưới VTHKCC tại bất cứ điểm nào của London. Phương pháp PTAL được thực hiện theo các bước như sau: Xác định điểm phát sinh/thu hút nhu cầu vận tải (Points of Interest - POI); Tính toán thời gian tiếp cận từ POI đến điểm tiếp cận dịch vụ VTHKCC (Service access points - SAPs); Xác định các tuyến vận hành tại mỗi SAP để tính toán thời gian chờ đợi trung bình; Với mỗi tuyến đang vận hành tại các SAP tính toán thời gian tiếp cận trung bình; Chuyển đổi giá trị tổng thời gian tiếp cận sang hệ số EDF (Equivalent Doorstep Frequency - EDF) để so sánh lợi ích của mỗi tuyến với những cự ly khác nhau; Tổng hợp các giá trị EDF với trọng số theo yêu cầu để xác định tuyến có ưu thế nhất của mỗi phương thức vận tải; Giá trị PTAL sau đó được thể hiện theo 6 mức khác nhau.

Thời gian đi bộ được từ POI đến SAP: được xác định thông qua điều tra nhu cầu đi lại, được thể hiện trên mạng lưới đường bộ hoặc mạng lưới vận tải tích hợp.

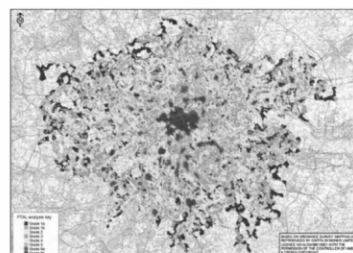
Tổng thời gian tiếp cận

Tổng thời gian tiếp cận = Thời gian đi bộ + Thời gian chờ đợi trung bình

Cho mỗi tuyến xác định, thời gian chờ đợi theo biểu đồ vận hành được tính bằng $\frac{1}{2}$ giãn cách chạy xe. Để xác định thời gian chờ đợi trung bình chung cho cả mạng, hệ số độ tin cậy được áp dụng theo từng phương thức vận tải khác nhau, độ tin cậy của xe buýt là thấp nhất (do mức độ đúng giờ của dịch vụ xe buýt kém nhất trong các phương thức VTHKCC). Thời gian chờ đợi trung bình theo tính toán là khoảng 2 phút cho xe buýt và 0.75 phút cho dịch vụ đường sắt. (Khi áp dụng cho Việt Nam, thời gian chờ đợi này có thể tăng lên nhiều do giãn cách chạy xe lớn và điều kiện hạ tầng giao thông còn hạn chế).

[illegible]
$$AI_{ROI} = \sum (AI_{mode1} + AI_{mode2} + \dots + AI_{moden})$$

PTAL	Range of Index	Map Colour	Description
1a (Low)	0.01 – 2.50		Very poor
1b	2.51 – 5.00		Very poor
2	5.01 – 10.00		Poor
3	10.01 – 15.00		Moderate
4	15.01 – 20.00		Good
5	20.01 – 25.00		Very Good
6a	25.01 – 40.00		Excellent
6b (High)	40.01 +		Excellent



TẠP CHÍ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ **XÂY DỰNG** SỐ 30
8 - 2016

khách trên các tuyến. Do mỗi tuyến VTHKCC đều có rất nhiều điểm dừng, thời gian phương tiện đi giữa các điểm dừng rất khác nhau do cự ly giữa các điểm dừng, tốc độ kỹ thuật, tình trạng tổ chức giao thông khác nhau nên việc phối hợp biểu đồ vận hành được quan tâm chủ yếu tại các điểm đầu cuối, điểm trung chuyển đảm bảo hành khách trung chuyển thuận lợi giữa các tuyến, các phương thức vận tải khác nhau.

Đối với metro, các ke ga khác mức, mỗi ke ga phục vụ 1 tuyến theo 1 hướng duy nhất nên các phương tiện khi vào ke ga không bị cản trở. Giãn cách giữa các đoàn tàu thông thường 2-5 phút, thường nhỏ hơn thời gian di chuyển giữa các vị trí điểm dừng và thời gian chờ đợi mua vé, check-in lên phương tiện. Do đó biểu đồ vận hành đường sắt lập tối ưu cho lưu lượng hành khách, không lập tối ưu cho việc giảm thời gian chờ đợi của hành khách (thời gian này coi như là nhỏ, hành khách có thể chấp nhận). Việc phối hợp hoạt động của metro thường được chú ý đến việc phối hợp hoạt động của mạng lưới tuyến VTHKCC sao cho hợp lý và bố trí mặt bằng ga đảm bảo khoảng cách kết nối cho hành khách trung chuyển giữa các tuyến metro hoặc giữa metro và các phương thức vận tải khác là đơn giản và ngắn nhất.

Ngược lại, đối với hệ thống xe buýt hoạt động trong hệ thống giao thông chung, có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến thời gian chuyển đi như tắc đường, ảnh hưởng của các công trình xây dựng trên lộ trình,... nên ngay trong phương án tổ chức vận hành của xe buýt luôn được dự trữ 5-10 phút trong thời gian chuyển đi dự phòng cho các tình huống này. Biểu đồ vận hành khi được lập vẫn cho phép điều chỉnh thủ công tại trung tâm vận hành để xử lý khi có sự cố chậm trễ hoặc nhận thấy mật độ quá dày hoặc quá mỏng tại một số vị trí điểm dừng. Ngoài ra, đối với xe buýt, quan tâm đến việc phối hợp vận hành cho phương tiện ra vào tại các điểm trung chuyển lớn. Thời gian phương tiện dừng tại 1 điểm dừng gồm thời gian ra vào điểm dừng, thời gian đóng mở cửa phương tiện, thời gian hành khách lên xuống, trung bình mất từ 30s-2 phút, hai phương tiện không thể vào cùng 1 vị trí điểm dừng trong 1 thời điểm nên cần tính toán năng lực thông qua tại điểm dừng, điểm trung chuyển, tính thời gian các phương tiện đến điểm dừng, và có thể điều chỉnh thủ công (đẩy thời gian phương tiện đến điểm dừng sớm hơn hoặc chậm hơn để 2 phương tiện không vào điểm dừng cùng lúc).

a. Phối hợp biểu đồ vận hành các tuyến VTHKCC

Xác định thời gian hoạt động của các tuyến: Thời gian hoạt động của tuyến là khoảng thời gian được tính kể từ khi mở tuyến (thời điểm chuyển xe đầu tiên bắt đầu hoạt động) cho đến khi đóng tuyến (thời điểm ứng với hoạt động của chuyển xe cuối cùng). Với các tuyến trục và tuyến chính thời gian hoạt động của tuyến được xác định trên cơ sở điều tra nhu cầu đi lại của hành khách trên tuyến. Với các tuyến nhánh và đặc biệt là các tuyến thu gom, thời gian hoạt động của tuyến được xác định theo thời gian hoạt động của tuyến trục và tuyến nhánh có liên quan, cụ thể như sau:

$$T_{H-nhánh,gom} = T_{H-trục} + \frac{L_i}{V_K} \text{ (Giờ)} \quad (1)$$

trong đó: $T_{H-nhánh,gom}$ là thời gian hoạt động của tuyến buýt nhánh hoặc tuyến thu gom, (giờ); $T_{H-trục}$ là thời gian hoạt động của tuyến trục hoặc tuyến chính, (giờ); L_i là chiều dài của tuyến buýt nhánh hoặc tuyến buýt thu gom khách, (Km); V_K và tốc độ khai thác của phương tiện, (Km/h).

Xác định khoảng cách chạy xe trên các tuyến: Khoảng cách chạy xe trên các tuyến được xác định theo công suất luồng hành khách và loại xe hoạt động trên đó. Thông thường:

Khoảng cách chạy xe trên các tuyến trục và tuyến chính không quá 5 phút 1 chuyển xe vào giờ cao điểm ($I_{min} \leq 5$ phút) và không quá 10 phút 1 chuyển xe vào giờ bình thường ($I \leq 10$ phút).

Khoảng cách chạy xe trên các tuyến gom khách không lớn hơn khoảng cách chạy xe trên các tuyến trục, tuyến chính và tuyến nhánh để đảm bảo hành khách có thể tiếp cận tuyến xe buýt một cách thuận lợi và giảm thiểu thời gian chờ đợi của hành khách.

Ngoài ra, để đảm bảo phối hợp nhịp nhàng giữa các tuyến xe buýt khi sử dụng chung điểm dừng tại điểm trung chuyển, thì khoảng cách chạy xe của từng tuyến phải được tính toán cân đối theo thời gian xe ra vào các điểm dừng để tránh tình trạng ùn tắc xe tại điểm dừng, đảm bảo an toàn cho hành khách.

Tính toán thời gian phương tiện và điểm đón trả khách

Xác định năng lực phục vụ của điểm trung chuyển (ĐTC)

Công suất cung (năng lực thông qua) của ĐTC được hiểu là số chuyển xe tối đa mà ĐTC có thể phục vụ trong 1 giờ hay số hành khách tối đa thông qua ĐTC trong 1 giờ. Công suất cung của ĐTC được xác định bằng tổng năng lực cung của từng vị trí dừng đỗ. Năng lực cung của từng vị trí dừng đỗ được tính theo công thức sau:

$$f_{MAX} = B_s = \frac{3600}{t_c + t_d + Z \cdot C_V \cdot t_d} \text{ (Chuyển xe/giờ)} \quad (2)$$

trong đó: B_s là công suất điểm dừng đỗ xe buýt; $f_{\max}$ là tần suất chạy xe lớn nhất mà điểm dừng đáp ứng được; t_c là thời gian giải phóng vị trí dừng đỗ (s); t_d là thời gian dừng đỗ (s); Z là tiêu chuẩn thường biến ứng với tỷ lệ không mong muốn; C_v là hệ số biến đổi thời gian dừng.

Xác định thời gian dừng đỗ xe buýt tại ĐTC.

Bước 1: Tính toán các số liệu ước lượng hành khách theo giờ. Những ước lượng này phải dựa trên số liệu thực tế đủ yêu cầu. Khối lượng hành khách trong lần dừng cao nhất.

Bước 2: Tính hệ số giờ cao điểm PHF.

Bước 3: Xác định thời gian lên xuống trung bình của mỗi cửa lên xe buýt.

Bước 4: Tính toán thời gian dừng đỗ theo công thức trình bày dưới đây.

Thời gian dừng đỗ là thời gian cần thiết để phục vụ hành khách tại cửa có lưu lượng hành khách lớn nhất cộng với thời gian cần thiết để đóng mở cửa.

$$t_d = t_{oc} + \max(P_a t_a; P_b t_b) \quad (3)$$

trong đó: t_d là thời gian dừng đỗ đón trả khách (s); t_{oc} là thời gian đóng mở cửa xe trung bình (s); P_a là số hành khách xuống tại cửa có lưu lượng hành khách lớn nhất; P_b là số hành khách lên tại cửa có lưu lượng hành khách lớn nhất; t_a là thời gian xuống xe trung bình của một hành khách; t_b là thời gian lên xe trung bình của một hành khách.

Xác định thời gian giải phóng vị trí dừng tại ĐTC

Khi một xe buýt đóng cửa và chuẩn bị để khởi hành sau khi dừng lại để tạo ra một khoảng trống trước khi có xe buýt tiếp theo vào sử dụng, có bổ sung một khoảng thời gian được gọi là thời gian giải phóng khu vực dừng đỗ xe. Một phần thời gian này là cố định, bao gồm:

Thời gian cho một xe buýt để bắt đầu chuyển động lên một đoạn đường bằng hai lần chiều dài của xe buýt cộng thêm một đoạn an toàn là 5m. Khi xe buýt dừng trong làn đường riêng dành cho xe buýt thì thời gian này là thời gian duy nhất của thời gian giải phóng. Đây chính là thời gian giải phóng vị trí dừng cho xe khác có thể vào mà không tạo ra hàng chờ xe buýt phía sau gây ảnh hưởng đến dòng giao thông chung. Để không ảnh hưởng tới dòng giao thông chung thì khoảng cách chạy xe ra khỏi điểm dừng phải đủ lớn để xe sau có thể vào vị trí dừng an toàn.

Với L là chiều dài xe buýt, thời gian này được tính từ khi xe bắt đầu chuyển động rời khỏi điểm dừng đến khi đầu xe ra đến vị trí có khoảng cách là:

$$d = 2L + 5 \text{ (m)} \quad (4)$$

Hệ số biến đổi thời gian

Không phải tất cả các xe buýt phải dừng trong cùng một khoảng thời gian mà nó tùy thuộc vào sự biến động về nhu cầu hành khách giữa các xe buýt và giữa các tuyến. Sự biến động này ảnh hưởng đến công suất của xe buýt dựa trên hệ số biến đổi thời gian dừng đỗ (C_v), là trung bình độ lệch chuẩn thời gian dừng đỗ. Khi $C_v = 0$ thì tất cả các lần dừng đỗ đều giống nhau. Khi $C_v = 1$ thì có nghĩa cứ 3 xe buýt thì có một cái có thời gian dừng đỗ bằng 2 lần thời gian dừng đỗ trung bình.

Theo nghiên cứu cho thấy, hệ số C_v thường vào khoảng 0,4 - 0,8. Hệ số này cũng chịu tác động bởi các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian dừng đỗ. Sở dĩ có hệ số này là khi lái xe buýt chiếm dụng diện tích dừng đỗ sau đó phải di chuyển để tạo ra khoảng trống cho những xe khác. Tuy nhiên có nhiều lý do để xe buýt không thực hiện được điều này một cách đều đặn vì ảnh hưởng bởi các trường hợp sau:

- Xe buýt bị giảm tốc độ do thời gian chờ đợi xe buýt phía trước giải phóng vị trí dừng đỗ.
- Xe buýt bị giảm tốc độ do dòng giao thông không thanh thoát hoặc buộc phải dừng do tín hiệu giao thông.
- Do lái xe bị chậm lịch trình ở một đoạn tuyến nào đó nên cố gắng chạy vượt tốc độ bình thường.

Vì vậy, cần phân tích tìm ra một tỷ lệ thất bại trong số lần xe buýt đến ĐTC đúng lúc có xe khác đang thực hiện tác nghiệp tại đây. Tỷ lệ thất bại chính là sự kết hợp giữa hệ số biến thiên thời gian dừng đỗ và thời gian dừng đỗ trung bình để cung cấp dư ra một khoảng thời gian thêm vào thời gian giải phóng để đảm bảo rằng thất bại không thường xuyên hơn hay nhằm đạt tới tỷ lệ mong muốn.

Tại khu vực đô thị, thiết kế tỷ lệ thất bại là khoảng 7.5%-15% được coi là chuẩn để tính năng lực. Đây là sự cân bằng giữa việc duy trì tốc độ và đạt được các yêu cầu cao về năng lực tại trung tâm thành phố. Giới hạn giá trị cao nhất là 15% đại diện cho trường hợp xe buýt không vào được điểm dừng đỗ tạo ra hàng chờ phía sau trạm xe buýt. Việc hạ thấp tỷ lệ thất bại theo mong muốn thì càng làm hạ thấp độ tin cậy của lịch trình và tăng công suất tải. Ngược lại nếu chọn tỷ lệ thất bại lớn so với tỷ lệ thất bại cho phép thì làm hạ thấp hiệu suất hoạt động do hạ thấp công suất nhưng làm tăng độ tin cậy của lịch trình.

Xác định tần suất xe ra vào ĐTC

Tần suất chạy xe trên tuyến là số đơn vị phương tiện vận tải hoạt động trên tuyến trong một giờ. Tần suất phục vụ của ĐTC bằng số phương tiện vận tải đi qua một đơn vị mặt cắt điểm trung chuyển trong một khoảng thời gian một giờ:

$$f = \frac{60}{h} \text{ (Xe/giờ)} \quad (5)$$

Tần suất xe ra vào ĐTC được xác định thông qua giãn cách xe chạy qua ĐTC.

Giãn cách phương tiện theo thời gian (h): là khoảng thời gian cách biệt giữa 2 phương tiện nối tiếp nhau đi qua một mặt cắt đường phố, được xác định là thời gian để đi hết quãng đường từ đầu xe thứ nhất tới đầu xe thứ hai, đơn vị đo: [giây].

Giãn cách thời gian trung bình ($\bar{h}$): là giá trị trung bình cộng của các giãn cách phương tiện theo thời gian, đơn vị: [giây/ xe].

Phân loại giãn cách:

- Giãn cách trên tuyến (h_w): là giãn cách 2 xe chạy trên đường nó được tính tương ứng với quãng đường phanh dừng an toàn giữa 2 xe.

- Giãn cách tại điểm dừng đỗ, đầu cuối (h_s): là thời gian liên tiếp giữa 2 xe ra vào điểm dừng đỗ (tính với xe buýt) nó được tính bằng thời gian đi hết quãng đường an toàn để 2 xe liên tiếp ra vào đón trả khách.

- Giãn cách tối thiểu (h_{min}) là khoảng thời gian tối thiểu giữa 2 phương tiện kế tiếp nhau đi qua một mặt cắt đường phố, được xác định là quãng thời gian để đi hết quãng đường từ đầu xe thứ nhất tới đầu xe thứ hai mà vẫn đảm bảo an toàn.

Phương pháp xác định h_{min} :

$$h_{min} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (6)$$

trong đó: h_{min} là giãn cách thời gian tối thiểu giữa 2 phương tiện tại điểm dừng đỗ; t_1 là thời gian phanh để dừng tại điểm dừng đỗ (s).

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot l_0}{b}} \quad (7) \quad \text{với } b = \frac{v^2}{2 \cdot s} \quad (8)$$

trong đó: v là vận tốc xe buýt khi vào ĐTC (Thường lấy = 30Km/h); s là quãng đường từ khi xe bắt đầu giảm tốc tới khi dừng hẳn (Thường $s = 20m$).

Từ đó ta có giá tốc phanh $b = 3,44 \text{ m/s}^2$.

trong đó: L_0 là khoảng cách an toàn giữa 2 phương tiện (có thể = $l_{pt} = 15m$); t_2 là thời gian cho hành khách lên xuống phương tiện (s); t_3 là thời gian phát tín hiệu và đóng mở cửa xe (3s); t_4 là thời gian rời khỏi điểm dừng đỗ (s).

Trong tương lai, khi đường sắt đô thị phát triển, vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt cần có sự hoạt động nhịp nhàng trong mạng lưới và đồng bộ với đường sắt đô thị để mang lại hiệu quả cao nhất. Bởi vậy, nâng cao khả năng lưu thông của ĐTC là yếu tố quan trọng để đạt được những mục tiêu trên, đáp ứng ngày càng tốt hơn yêu cầu đi lại của người dân trong đô thị.

b. Ứng dụng phối hợp biểu đồ vận hành VTHKCC tại Điểm trung chuyển Cầu Giấy

Mục tiêu của phối hợp biểu đồ và thời gian chạy xe ở đây là giảm thiểu thời gian chờ đợi của hành khách, thời gian di chuyển trong điểm trung chuyển về mức thấp nhất, đảm bảo các tuyến buýt có thời gian hoạt động và khoảng cách chạy xe phù hợp để có thể phối hợp nhịp nhàng tại các điểm dừng đỗ, điểm chuyển tuyến, nhằm đáp ứng tối đa công suất luồng hành khách trên các tuyến. ĐTC là nơi hành khách kết thúc tuyến, chuyển tuyến sang tuyến phù hợp với hành trình yêu cầu. Mục đích phối hợp thời gian tại ĐTC là tối thiểu hóa thời gian hành khách chờ đợi, di chuyển trong điểm trung chuyển. Từ đó giảm thiểu thời gian một chuyến đi của hành khách.

Tiêu chí điều chỉnh giãn cách chạy xe của các tuyến:

- Khoảng cách chạy xe của các tuyến dựa trên hoạt động cụ thể của từng tuyến vào giờ bình thường, giờ thấp điểm và giờ cao điểm.

- Các tuyến được bố trí cùng ô của một khoang có dẫn cách chạy xe lệch pha nhau vào các giờ đặc biệt vào giờ cao điểm tránh tình trạng xe đợi tại ô trung chuyển.

- Các tuyến trong cùng một khoang cũng có dẫn cách lệch nhau, có không quá 3 tuyến cùng dẫn cách đảm bảo không xuất hiện trường hợp nhiều xe cùng vào khoang trung chuyển.

Đề xuất giãn cách chạy xe dựa trên hoạt động cụ thể của từng tuyến đồng thời phối hợp nhịp nhàng với hoạt động của các tuyến trong ô và trong khoang. Mục đích điều chỉnh dẫn cách chạy xe: Tránh ùn xe tại các điểm dừng trong một khoang, giảm thời gian hành khách chờ đợi khi chuyển tuyến (trong cùng khoang hay giữa các khoang). Bảng 1 chỉ ra đề xuất giãn cách chạy xe của các tuyến buýt tại ĐTC Cầu Giấy.

Bảng 1. Khoảng cách chạy xe của các tuyến buýt tại ĐTC Cầu Giấy

Khoang	Số ô	Số hiệu tuyến	Thời gian chuyển đi (phút)	Số xe hoạt động (xe)	Số xe hoạt động (xe)	Giãn cách điều chỉnh (phút)
A1	1	20	45	12	7 - 8	15
		26	55	25	4 - 5	5
		55	60	12	10	10
	2	7	55	15	7 - 8	8
		24	50	11	9 - 10	12
		49	50	14	7 - 8	10
B1	1	9	70	12	12	15
		27	65	20	6 - 7	5
		28	60	14	8 - 9	12
		25	60	14	8 - 9	10
	2	32	60	25	5	5
		34	55	18	7 - 8	5

Điều chỉnh giờ đóng - mở tuyến: Căn cứ biểu đồ vận hành các tuyến trong khoảng thời gian từ 16h đến 19h nhận thấy:

- Đối với tuyến 26, thời gian xe về đến ĐTC thường bị trùng với thời gian về tuyến 55 và tuyến 20 tại các khoảng thời gian: 16h, 16h20, 16h40, 17h15, 17h45, trùng lặp với tuyến 20 vào các khoảng thời gian: 17h05, 17h25, 17h45.

- Tuyến 25 cùng vào ĐTC trong khoảng thời gian có thể trùng với tuyến 27 và 28 vào lúc 16h, 16h30, 17h, 17h20, 17h45.

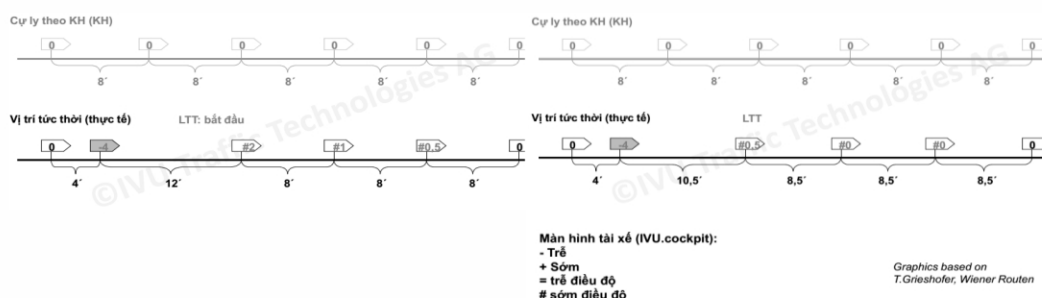
Do đó, đối với các tuyến trực 26, 27 ta giữ nguyên thời gian hoạt động. Điều chỉnh giãn cách chạy xe của tuyến 20, tuyến 25, 28. Đồng thời thay đổi thời gian hoạt động của các tuyến này lệch pha so với tuyến 26 và 27 để tránh trùng lặp thời gian đến điểm trung chuyển. Cụ thể: Tuyến 20: Điều chỉnh 5h-21h thành 5h03-21h03; Tuyến 25: Điều chỉnh 5h-21h05 thành 5h02-21h07; Tuyến 28: Điều chỉnh 5h-21h00 thành 5h07-21h07.

c. Điều chỉnh lịch trình vận hành trong thời gian thực

Những phân tích và phương pháp ở trên cho phép xây dựng và điều chỉnh biểu đồ vận hành các tuyến VTHKCC theo kế hoạch. Tuy nhiên, trong thực tế vận hành, có nhiều trường hợp phương tiện bị chậm trễ do tắc đường, do dừng quá lâu tại một số điểm dừng nhất định, hoặc do 1 phương tiện bị hỏng dẫn đến giãn cách chạy xe giữa các phương tiện không được đảm bảo. Trong trường hợp này cần thiết có những điều chỉnh tức thời tại trung tâm điều hành (OCC) hoặc thông tin giữa các phương tiện với nhau để điều chỉnh tốc độ, thời gian dừng tại mỗi điểm dừng nhằm đảm bảo giãn cách chạy xe.

Để thực hiện nhiệm vụ này, trên các hệ thống quản lý của các mạng lưới VTHKCC lớn thì đều đã được thực hiện tự động hóa bằng các phần mềm quản lý vận hành. Phần mềm cho phép nhận thông tin từ phương tiện bị chậm trễ hoặc hủy chuyến do hư hỏng, thông tin cho các phương tiện đi trước và đi sau phương tiện gặp trục trặc để các phương tiện này đi nhanh hơn/chậm hơn để phân đều phần thời gian bị chậm trễ vào các giãn cách chạy xe liền trước và liền sau, đảm bảo giãn cách giữa các xe không bị quá lâu. Sau khi các phương tiện tiếp nhận và điều chỉnh tốc độ vận hành, phần mềm hệ thống chuyển thông tin sang mô đun thông tin hành khách để các thông tin này được gửi đến các điểm dừng, ga, gửi đến các thiết bị cá nhân của hành khách.

Hình 5 minh họa phương pháp điều chỉnh của phần mềm IVU.suite đã được áp dụng ở London, Berlin, Dubai, cho phép xử lý các tình huống bị thay đổi biểu đồ vận hành trong thời gian thực [5].

**Hình 5.** Biểu đồ tạm thời để điều chỉnh thời gian giãn cách [5]

Khi phương tiện gặp sự cố khi vận hành, quan trọng nhất là thông tin cho hành khách để hành khách có phương án tự điều chỉnh chuyến đi của mình hay không. Do đó hệ thống thông tin hành khách rất quan trọng. Hệ thống hiển thị thông tin hành khách thời gian thực gồm những màn hình sẽ cung cấp cho hành khách các thông tin như điểm dừng tiếp theo, các điểm trung chuyển với các tuyến đường khác, và dự đoán chiếc xe buýt tiếp theo tại điểm trung chuyển. Đây là các thông tin quan trọng để tạo điều kiện trung chuyển và cung cấp một hành trình "liền mạch" trên phương tiện công cộng. Các thông tin cho màn hình đến từ các hệ thống thông tin giao thông công cộng tích hợp.

Để sử dụng các công nghệ này cần có hệ thống thiết bị đồng bộ, ít nhất cần hệ thống điều khiển trung tâm tại trung tâm điều hành vận tải (OCC) và hệ thống thông tin điều khiển trên phương tiện OBU (On-board Unit). Hệ thống OBU gửi thông tin GPS vị trí của phương tiện về OCC, OCC căn cứ kế hoạch vận hành và tình hình tổ chức giao thông để có quyết định điều chỉnh vận hành của phương tiện hay không, OBU còn có chức năng kết nối với hệ thống đèn tín hiệu thông qua các cảm biến đặt dọc đường để yêu cầu tín hiệu ưu tiên cho VTHKCC. Các hệ thống này một mặt rất hiện đại và hiệu quả khi quản lý VTHKCC tuy nhiên cần đầu tư đồng bộ và chi phí đầu tư không nhỏ nên đang được nghiên cứu thí điểm cho hệ thống ĐSDT, nếu có điều kiện, có thể áp dụng cho hệ thống xe buýt trong tương lai.



4. Kết luận

Phát triển VTHKCC là giải pháp hữu hiệu đảm bảo thỏa mãn nhu cầu đi lại của thị dân, cũng như sự phát triển bền vững của hệ thống giao thông vận tải đô thị. Vấn đề quan trọng là việc xác định, kiến tạo nên các trung tâm trung chuyển của các dòng hành khách đồng thời phối hợp hoạt động của dịch vụ VTHKCC tại các điểm trung chuyển một cách có hiệu quả. Chính nhờ có vai trò của các điểm kết nối này mà các đơn tuyến đã được tổ hợp lại thành một mạng lưới thống nhất liên hoàn, từ đó có thể xác lập rõ công nghệ vận hành toàn mạng lưới. Bài báo đã trình bày cơ sở lý luận và những giải pháp thực tiễn để tính toán và phối hợp mạng lưới vận tải công cộng cũng như phối hợp thời gian hoạt động theo lịch trình cũng như những giải pháp điều chỉnh thời gian thực. Từ đó, hành khách sẽ thuận tiện hơn trong việc lập kế hoạch chuyến đi cũng như trung chuyển giữa các tuyến vận tải công cộng, từ đó khuyến khích sử dụng vận tải công cộng, thay thế dần vận tải cá nhân đang trở nên quá nhiều áp lực cho giao thông như hiện nay. Những nội dung nghiên cứu trên đây có thể là những gợi ý và giải pháp để hoàn thiện và nâng cao hiệu quả hoạt động cho mạng lưới VTHKCC của Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh trong tương lai khi có sự tham gia vận hành của hệ thống đường sắt đô thị và hệ thống buýt nhanh BRT.

Tài liệu tham khảo

1. Từ Sỹ Sùa (2014), *Vận tải hành khách trong thành phố*, Bài giảng cao học, Trường Đại học Giao thông Vận tải.
2. Nguyễn Thị Hồng Mai (2014), *Nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống vận tải hành khách công cộng trong đô thị*, Luận án Tiến sĩ, chuyên ngành Tổ chức và quản lý vận tải, Mã số 62.84.01.03.
3. Cascetta, E. (2001), *Transportation systems engineering: Theory and methods*, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
4. Gent, C. and Symonds, G. (2005), *Advances in public transport accessibility assessments for development control - a proposed methodology*, Capita Symonds Ltd Transport Consultancy: London.
5. IVU Traffic Technologies AG (2014), *Manuals for IVU.suite*, IVU Berlin.
6. Litman, T. (2012), *Introduction to Multimodal transportation planning - Principles and practices*, Victoria Transport Policy Institute.
7. Transport for London [TfL] (2010), *Measuring Public transport Accessibility levels*, TfL: London
8. Van Nes, R (2002), *Design of multimodal transport network: a hierarchical approach*, TRAIL Thesis Series: Delft University Press, The Netherlands
9. White (2009), *Public transport: ITS planning, management and operation* (5th edition), Routledge: London and NewYork.
10. Yosef Sheffi (1992), *Urban transportation networks*, Prentice Hall: New Jersey.
11. Các Hồ sơ Nghiên cứu khả thi, Thiết kế cơ sở Tuyến đường sắt đô thị Hà Nội thí điểm số 3: Ga Hà Nội Hoàng Mai; Tuyến ĐSDT số 2 TP.HCM: Bến Thành - Tham Lương; Dự án Hỗ trợ hòa hợp đô thị và môi trường cho dự án tuyến ĐSDT thí điểm Nhổn - ga Hà Nội. Gói thầu số 4: Tư vấn khảo sát, lập báo cáo NCKT các bến đỗ trung chuyển của dự án tuyến ĐSDT thí điểm Nhổn - Ga Hà Nội.