



## PHỤ LỤC 4a

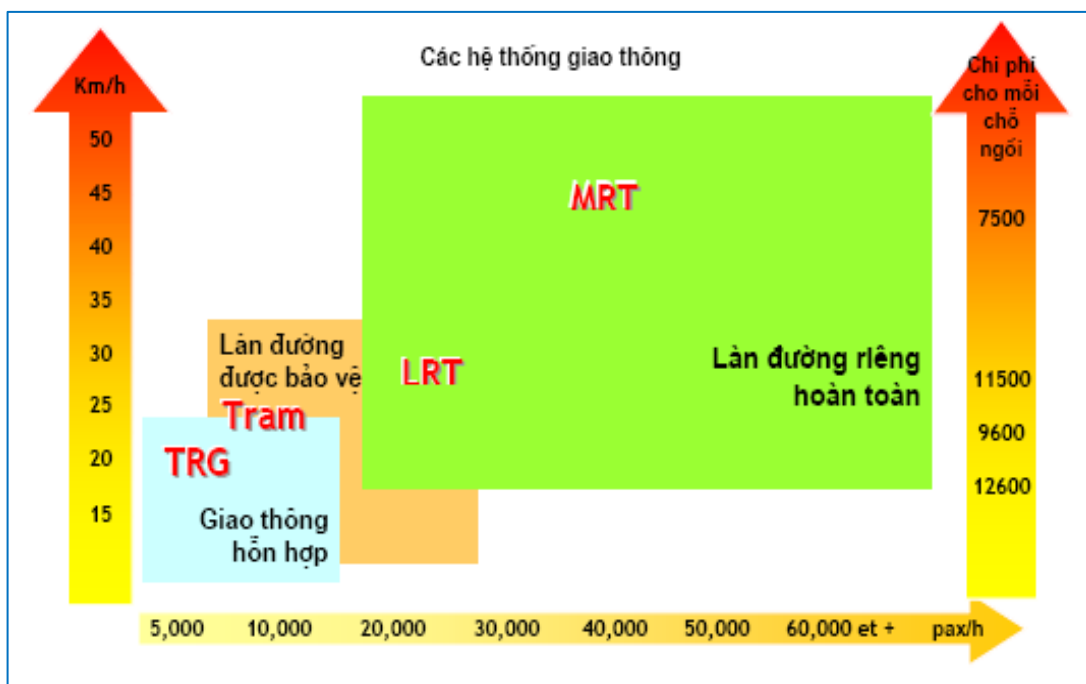
### LỰA CHỌN LOẠI HÌNH PHƯƠNG TIỆN

A	ĐÁNH GIÁ NHU CẦU GIAO THÔNG
A.1	Giới thiệu các hệ thống giao thông đô thị bánh sắt - ray sắt

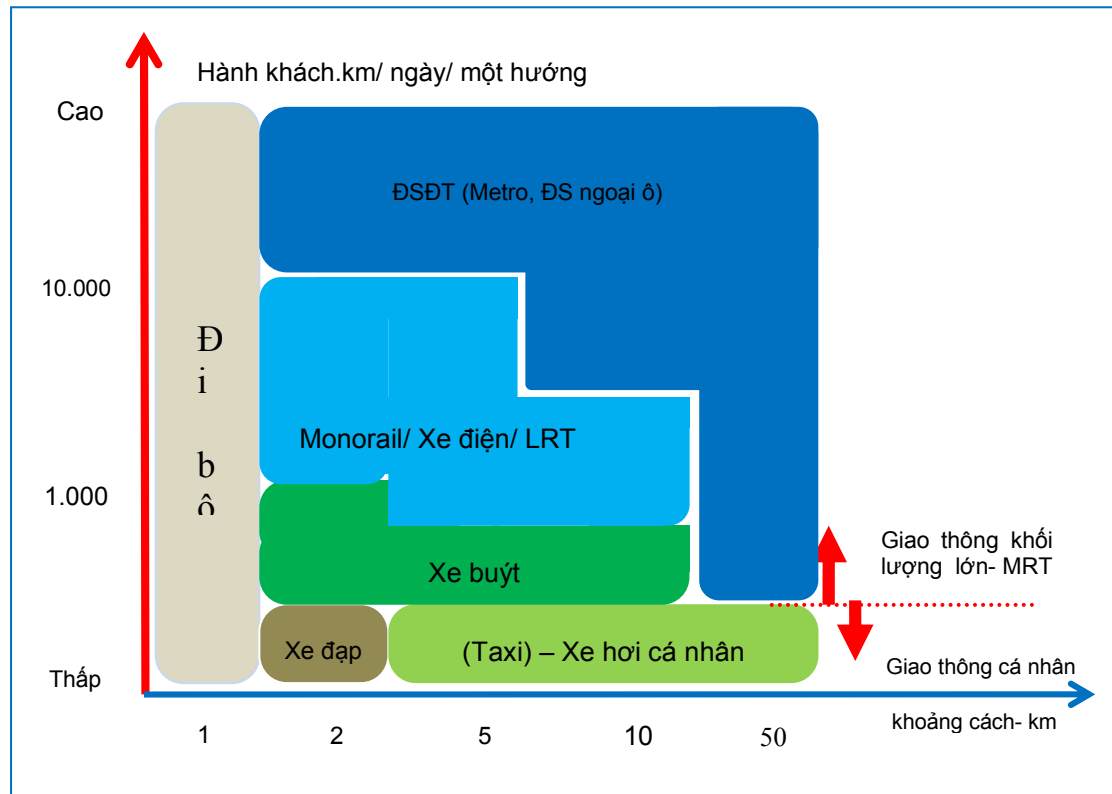
Với giao thông công cộng đô thị có nhiều loại hình vận tải được sử dụng, tùy thuộc vào áp dụng công nghệ, loại hình nào đáp ứng được nhu cầu sẽ được lựa chọn.

Ngoài các hệ thống xe buýt (BRT), giao thông bánh sắt ray sắt (sau đây gọi tắt là đường sắt đô thị - ĐSĐT) là hệ thống chủ đạo sử dụng ở các đô thị hiện đại. Tùy thuộc vào chiều dài tuyến, luồng khách, cảnh quan, quan điểm đầu tư có thể là: Xe điện bánh lốp có ray dẫn hướng (ví dụ: Translohr), Monorail, Xe điện (Tram), các loại hình này đều thuộc dạng đường sắt nhẹ (LRT- Light Rail Transit); tàu điện ngầm (metro) là dạng vận tải khối lượng lớn (MRT- Mass Rapid Transit).

Các đặc điểm về mặt kỹ thuật của các hệ thống trên là khác nhau, mỗi một hệ thống có thể đáp ứng được nhu cầu đi lại tối đa như sơ đồ sau (xem hình).



Hình 1. Quan hệ giữa năng lực chuyên chở và tốc độ của các phương thức GTCC đô thị



Hình 2. Quan hệ giữa năng lực chuyên chở và cự ly phục vụ của các phương thức GTCC đô thị

Mỗi hệ thống có những đặc điểm riêng, phù hợp với từng tuyến đường, cảnh quan thành phố và có các mức đầu tư khác nhau.

Có thể tham chiếu về hệ thống các phương thức, năng lực của các phương tiện GTCC như bảng sau:

Bảng 1. Hệ thống các phương thức, năng lực của các phương tiện GTCC

Hệ thống	Số khách/ toa	Số toa/ đoàn	Gián cách (phút)				
			2	4	6	8	10
			Lưu lượng				
Buýt	45	1	1.350	675	450	338	270
	100	1	3.000	1.500	1.000	750	600
Xe điện/ LRT	75	2	4.500	2.250	1.500	1.125	900
	75	4	9.000	4.500	3.000	2.250	1.800
Monorail	75	6	13.500	6.750	4.500	3.375	2.700
	105	2	6.300	3.150	2.100	1.575	1.260



	105	4	12.600	6.300	4.200	3.150	2.520
	105	6	18.900	9.450	6.300	4.725	3.780
	260 <sup>2</sup>	6	46.800	23.400	15.600	11.700	9.360
Metro	140	6	25.200	12.600	8.400	6.300	5.040
	350 <sup>2</sup>	6	63.000	31.500	21.000	15.750	12.600
	140	8	33.600	16.800	11.200	8.400	6.720
	350 <sup>2</sup>	8	84.000	42.000	28.000	21.000	16.800
	140	10	42.000	21.000	14.000	10.500	8.400
	350 <sup>2</sup>	10	105.000	52.500	35.000	26.250	21.000

*Ghi chú: [Nguồn : Hệ thống GTVT đô thị ở Nhật Bản, Hiệp hội đầu máy toa xe hải ngoại Nhật Bản]*

- <sup>1</sup> Số hành khách mỗi giờ /mỗi hướng
- <sup>2</sup> 225% sức chở thông thường
- <sup>3</sup> 255% sức chở thông thường

Cũng có thể tham chiếu các số liệu của ITS (Tur vãn Đức):

*Bảng 2. Số liệu của ITS*

Kiểu loại	Sức chở (khách/đoàn)	Điều kiện (khách/m <sup>2</sup> )	Ghi chú
Buýt dài (có khớp nối)	190	6	Có khớp nối
Xe điện	205	6	2 toa/đoàn
LRT	230	6	2 đến 4 toa/đoàn
Lượng khách chỉ tính đến toàn bộ số ghế, thêm 4, 5, 6 và tối đa là 8 khách đứng/m <sup>2</sup> .			

Sau đây là giới thiệu sơ bộ về một vài hệ thống bánh sắt thông dụng:

**Xe điện bánh lốp có ray dẫn hướng** thông thường chở được từ 2.000-5.700 khách/giờ/một chiều. Có thể đạt tối đa là 9.000 khách/giờ/một chiều với điều kiện (đặc biệt) là 8 khách đứng/ m<sup>2</sup>.

Chạy cùng mức với đường phố, rất khó bố trí tại các đường phố có nhiều xe hai bánh.



**Xe điện mặt đất** thông thường chở được từ 2.000 - 10.000 khách/giờ/một chiều. Tối đa đạt 25.000 khách/giờ/một chiều khi nối 2 đoàn.

Chạy cùng mức với đường phố, nhưng phải có làn đường riêng.

**Monorail** là loại hình chạy trên ray bê tông, đường trên cao.

Mức chuyên chở 6.000 - 30.000 khách/ giờ /một chiều. Tối đa là 30.000 khách/giờ/một chiều khi nối thêm số toa cho phép. Hệ thống này có thể đáp ứng được mục tiêu giao thông đề ra trước mắt, tuy nhiên về lâu dài sẽ khó đảm nhận được khi nhu cầu giao thông tăng trên 30.000 khách/giờ/một chiều.

**LRT** thông thường có từ 4 toa/đoàn trở lên.

**Metro là loại hình vận tải khối lượng lớn (MRT)** không thể thiếu cho các đô thị hiện đại.



*Minh họa về đoàn tàu metro.*

Mức chuyên chở có thể đạt được từ 20.000 - 60.000 khách/giờ/hướng/một chiều, dễ dàng cho phép thỏa mãn lượng khách trong tương lai.

Bảng sau giới thiệu và so sánh các đặc tính chung của các hệ thống ĐSĐT.



*Bảng 3. Giới thiệu và so sánh các đặc tính chung của các hệ thống ĐSĐT*

	Translorh	Xe điện	LRT	Metro
Giao cắt với đường phố	Đồng mức	Đồng mức	Khác mức	Khác mức
Chiều dài toa (m)	18- 39	20- 40	20- 40	15- 23
Chiều rộng toa (m)	2,20- 2,50	2,10- 2,65	2,20- 2,70	2,40- 3,20
Chiều dài đoàn tàu (m)	-	-	40- 70	30- 170
Năng lực (4 khách/ m <sup>2</sup> )	70- 190	150- 300	150- 300	220- 1.700
Động lực	Điện/ diesel	Điện (VDC)		
		600/ 750	600/ 750	750/ 1.500
V thương mại (km/h)	18- 25	18- 30	25- 35	25- 35
V max. (km/h)	70	70	80- 100	70-110
Số chuyến/ h	30	30	30	40
Năng lực chuyên chở (khách/giờ/hướng)	2.000	2.000	6.000	20.000
	5.700	10.000	30.000	60.000
Tuổi thọ đoàn tàu (năm)	20-25	30-35	30-35	30-40

A.2	Đánh giá nhu cầu giao thông tuyến metro số 4
-----	--

*Xem Phụ lục 1- DỰ BÁO NHU CẦU GIAO THÔNG*

Theo quyết định 101/QĐ-TTg được Thủ tướng phê duyệt ngày 22/01/2007 về Quy hoạch phát triển GTVT TPHCM đến năm 2020 và tầm nhìn sau năm 2020, tuyến số 4 được quy hoạch là một tuyến metro. Đây là một quy hoạch đúng đắn nhằm xây dựng mạng lưới đường sắt đô thị cho thành phố. Tuyến metro số 4 là một tuyến xuyên tâm thành phố, đi dọc theo một hành lang giao thông Bắc - Nam vốn rất đông đúc (trục đường Nguyễn Kiệm – Phan Đình Phùng - Hai Bà Trưng - Khu vực Bến Thành - Nguyễn Thái Học - Trục đường Bắc Nam qua quận 4, quận 7), thường xuyên ùn tắc vì đi



qua nhiều khu dân cư mật độ cao của thành phố và các khu vực có tốc độ tập trung dân cư rất lớn.

Kết quả dự báo nhu cầu giao thông cho tuyến metro số 4 đoạn Thạnh Xuân - Phước Kiển, như bảng sau:

*Bảng 4: Dự báo nhu cầu GT tuyến metro số 4 đoạn Thạnh Xuân – Phước kiển*

<b>Nhu cầu giao thông</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>
Lượng hành khách hàng ngày (người/ngày)	243.750	432.250
Cao điểm (người/giờ)	24.440	35.880

Qua giới thiệu các phương tiện vận tải đô thị (mục A.1), từ dự báo giao thông tuyến metro số 4 với lượng khách/ ngày/hướng khoảng hơn 100 lượt (vào những năm bắt đầu từ 2020).

Nếu lựa chọn loại hình đường sắt nhẹ (LRT) hoặc Monorail, có thể đáp ứng được cho giai đoạn các năm sau 2018 đến 2020. Nhưng với sự phát triển của TPHCM về phía Bắc, quận 12, phát triển giao thông với tỉnh Bình Dương,... phát triển về phía Nam dọc theo huyện Nhà Bè kết nối Khu đô thị - cảng Hiệp Phước với trung tâm thành phố, thì loại hình LRT ngay sau khi đưa vào sử dụng đã đạt ngưỡng cực đại về năng lực chuyên chở.

Qua các nghiên cứu quy hoạch về giao thông thành phố, quy hoạch mạng đường sắt đô thị đã được phê duyệt, việc lựa chọn loại hình metro cho tuyến số 4 là một quyết sách hết sức đúng đắn. Nhất là tính phục vụ lâu dài của tuyến, khả năng kéo dài, tăng năng lực cho tương lai là hoàn toàn có thể đáp ứng. Đánh giá đầy đủ, nhu cầu của tuyến 4 trong tương lai thực sự là loại hình vận tải công cộng đô thị khối lượng lớn - MRT.

Tuy việc đầu tư xây dựng là rất lớn, nhưng có thể giải quyết được bằng phân kỳ đầu tư, mức độ đầu tư về phương tiện cho từng giai đoạn,... (sẽ được trình bày sâu trong phần kinh tế tài chính). Nhưng ngay khi quyết định đầu tư, việc lựa chọn loại hình phương tiện là cơ sở quan trọng để xác định phân hạ tầng xây dựng (cầu, hầm, năng lượng, depot,...).

Và với nhu cầu vận tải khối lượng lớn của đô thị, tàu điện ngầm - metro là loại hình thích hợp nhất cho một thành phố đang phát triển theo hướng văn minh, hiện đại.



B	LỰA CHỌN HỆ THỐNG PHƯƠNG TIỆN
B.1	Các tiêu chí và nguyên tắc lựa chọn chung

Cũng không có nhiều kiểu loại đoàn tàu, hãng chế tạo để lựa chọn, nên việc lựa chọn, thiết kế phải đạt được các tiêu chí cơ bản sau:

- Hệ thống ĐSDT phải đảm đương được vai trò chủ đạo trong toàn bộ mạng lưới giao thông đô thị;
- Mức độ dự trữ để tùy theo đòi hỏi cụ thể về năng lực, có thể thực hiện việc phân kỳ đầu tư, phù hợp với quy mô và khả năng đầu tư. Mặt khác khi cần thiết có thể mở rộng, nâng cao công suất, công năng phục vụ;
- Tính thống nhất, kế thừa và kết nối trong toàn bộ hệ thống của mạng vận hành; tận dụng được các cơ sở nguồn lực (con người, trang thiết bị) của các hệ thống vốn có;
- Có hình dạng, màu sắc bên ngoài hấp dẫn, phù hợp về động học, hài hòa với cảnh quan đô thị, thân thiện với con người và môi trường;
- Tạo được sự thoải mái, tiện lợi cho khách đi tàu; vận hành dễ dàng, thao tác thuận tiện, kiểm soát được mọi thông tin trên tàu cho tài xế;
- Một tiêu chí cần đặt lên hàng đầu là AN TOÀN, độ tin cậy cao;
- Chi phí bảo dưỡng sửa chữa thấp, giảm được chi phí vòng đời;
- Tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường;
- Hệ thống bảo đảm an toàn, an ninh cao trong quá trình vận hành và có khả năng chống chịu với thiên tai và hỏa hoạn...

Các tiêu chí cơ bản nêu trên sẽ được cụ thể hóa trong các phần sau.

*Việc lựa chọn đoàn tàu metro có thể tham khảo quan điểm sau:*

**1) Tổng chi phí vòng đời**

*Việc lựa chọn kiểu loại đoàn tàu nào cần phải cân nhắc kỹ về giá thành, bao gồm các chi phí liên quan đến bảo dưỡng sửa chữa cộng với đầu tư ban đầu. Giá thành và việc có thể mua được các bộ phận máy móc dùng cho bảo dưỡng sửa chữa là lựa chọn rất quan trọng. Nếu các bộ phận này không sẵn có tại chỗ (ví dụ phải chờ chế tạo hoặc nhập khẩu), đoàn tàu phải có kết cấu khó bị hư hỏng, dễ nhận biết các vấn đề và có thể sửa chữa với mức độ phức tạp là tối thiểu.*



**2) Lựa chọn thiết bị và công nghệ ổn định**

Đoàn tàu với thiết kế và/ hoặc công nghệ mới là đối tượng để thử nghiệm xác định khả năng sử dụng vào thực tế. Dù vậy, có rất nhiều các điều kiện sử dụng, không thể thử nghiệm hết mọi điều kiện có thể, thêm nữa, thời gian thử nghiệm là có hạn. Kết quả là các vấn đề dù lớn hay nhỏ đều có thể xảy ra với đoàn tàu nêu trên trong thực tế vận hành. Mỗi lần có vấn đề là lại phải có biện pháp, cải tiến thích hợp về công nghệ và thiết bị.

Các đoàn tàu được phát triển gần đây có sự hấp dẫn về lợi thế công nghệ, nhưng nếu mua chúng ở giai đoạn mới xuất hiện sẽ không có các thiết bị có thể sẽ được lắp đặt, cải tiến thêm trong giai đoạn sau. Điều đó sẽ làm tăng giá thành bảo dưỡng sửa chữa và tệ hơn có thể phá vỡ việc vận hành bình thường, gây nên nhiều bất lợi khác. Lựa chọn sáng suốt đoàn tàu là lựa chọn các kiểu loại đã được sản xuất với số lượng lớn và đã được chứng minh là có các hệ thống đã được hoàn thiện. Đó là điều rất quan trọng để giảm hư hỏng và thuận lợi cho bảo dưỡng sửa chữa.

**Chính sách sản xuất địa phương và hạn chế**

Có phương thức khác để xây dựng giá thành. Như nhiều quốc gia không có nền công nghiệp, sự phát triển MRT chỉ dựa vào nhập khẩu. Để giảm giá thành, mang lại lợi ích cho nền công nghiệp trong nước, trong chừng mực có thể như Malaysia đã cố gắng sản xuất monorail và một số thiết bị đường sắt khác, tuy nhiên hiệu quả kinh tế vẫn là một cản trở lớn. Nhiều nước công nghiệp vẫn muốn bán công nghệ của họ, và kết quả là hướng phát triển MRT thất bại, chỉ dừng lại ở mức khai thác quản lý.

Mặt khác, ngày nay trên thị trường thế giới đang tồn tại một nền công nghệ rộng lớn. Câu hỏi đặt ra là làm sao để tồn tại cùng chúng, làm sao để lựa chọn đem lại các lợi ích tối đa, và có thể hài hòa chúng với công nghệ trong nước.

**3) Các đặc điểm phổ biến và công nghệ mới**

Đoàn tàu có nhiều dạng thiết kế khác nhau làm tăng mức độ khó khăn cho công tác bảo dưỡng sửa chữa, như chúng đòi hỏi phải dự phòng nhiều loại vật tư khác nhau. Công nhân phải có chuyên môn rộng, sâu cho nhiều kiểu loại. Thiếu các thợ lành nghề sẽ dẫn đến thường xuyên xảy ra các hư hỏng và không có khả năng khắc phục các hư hỏng này kịp thời.

Trong khi chờ đợi, các công nghệ tiếp tục được phát triển. Khó khăn cho công nghệ cũ là với sự tính toán đoàn tàu phù hợp có thể vẫn không đem lại hiệu quả tốt hơn. Tệ hơn nữa các bộ phận cũ không có sẵn, đòi hỏi phải





*chế tạo riêng biệt, làm tăng giá thành... Mặc dù chấp nhận công nghệ mới có thể mâu thuẫn với sự đồng nhất về các đặc tính kỹ thuật, một cách thận trọng nhưng quyết đoán là cần thiết, đôi khi phải khuyến khích.*

*[Nguồn: KISS RAIL – Keys to Implement Successfully Sustainable Urban Railways]*

B.2	Lựa chọn đoàn tàu
B.2.1	Quan điểm

Có thể nêu một số quan điểm chọn lựa đoàn tàu metro sao cho:

- An toàn
- Bề ngoài hấp dẫn
- Bên trong tạo được sự thoải mái, thuận tiện, cho khách, khả năng tiếp cận cho mọi khách kể cả người khuyết tật là thuận lợi nhất.

Đoàn tàu metro được lựa chọn phải thỏa mãn các mục tiêu cơ bản sau:

- Mục tiêu phục vụ đó là thân thiện, thuận tiện cho KHÁCH; thao tác đơn giản, dễ dàng, kiểm soát được mọi thông tin với LÁI TÀU; BDSC phải đơn giản với chi phí thấp.
- Mục tiêu tự phục vụ là mức độ SẴN SÀNG PHỤC VỤ cao; KHÔI PHỤC TRẠNG THÁI nhanh; tăng KHẢ NĂNG ĐÚNG GIỜ.
- Về mục tiêu kinh tế: Phải giảm chi phí vòng đời bằng TIẾT KIệm ĐIỆN NĂNG (kể cả bằng khả năng hãm “hoàn nguyên”; GIẢM TẢI TRỌNG CHO ĐƯỜNG; có ít cùm, chi tiết, chu kỳ BDSC lớn; khả năng ngăn ngừa hư hỏng bằng BDSC định kỳ tốt.
- Mục tiêu môi trường: Sử dụng tối đa các vật liệu có khả năng tái chế để BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG.

B.2.2	Chọn lựa đoàn tàu metro
-------	-------------------------

Từ các mong muốn như trên, với hệ thống vận tải khối lượng lớn tại các đô thị trên thế giới đều sử dụng các đoàn tàu metro.

Là một phương tiện giao thông bánh sắt trong đô thị, các đoàn tàu metro thực chất là loại phương tiện EMU (*Electric Multiple Unit*) - là các đoàn tàu tự chạy bằng điện năng do lưới điện của điện lực cung cấp.

EMU có các ưu việt sau:



- Thân thiện với môi trường do sử dụng điện năng. Điều này đặc biệt quan trọng trong xu hướng giá nhiên liệu hóa thạch ngày càng cao;
- Sử dụng sức kéo (động lực) điện, sử dụng các thiết bị điện hiện đại, cho phép đoàn tàu nhẹ hơn, gia tốc lớn hơn, giảm thời gian đi lại cho khách, tăng năng lực vận chuyển;
- Tiết kiệm năng lượng bằng trạng thái hãm tái sinh (hoàn nguyên);
- Kết cấu đoàn tàu hợp lý nhờ sử dụng các toa tự chạy, cải thiện động lực học của đoàn tàu. Điều này cũng cho phép ghép nối các mô-đun theo nhu cầu vận chuyển của các giai đoạn;
- Giảm tiếng ồn, một loại ô nhiễm đáng quan ngại trong giao thông đô thị;
- Còn có thể liệt kê nhiều ưu điểm khác của EMU, nhưng cần thấy rằng metro với các đoàn tàu EMU là một biểu hiện của thành phố văn minh, hiện đại.

C	ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐOÀN TÀU LỰA CHỌN CHO TUYẾN METRO SỐ 4
C.1	Thành phần đoàn tàu metro

Như trên đã nói, phương tiện lựa chọn cho tuyến 4 là đoàn tàu metro dạng EMU (*Electric Multiple Unit*) - là các đoàn tàu tự chạy bằng điện năng cung cấp từ lưới điện của thành phố.

Một mô-đun EMU có thể có 2 hoặc 3 toa kết nối với nhau, một đoàn tàu có thể có 1, 2, hoặc 3 mô-đun phụ thuộc vào nhu cầu vận chuyển.

Một EMU thường có các toa sau:

- M- toa động lực: Có các động cơ điện kéo (MT- *Traction Motor*) tạo ra động lực cho đoàn tàu;
- T- toa kéo theo: Thuần túy là một toa xe chở khách, không tạo ra động lực;
- Mc/ Tc- toa có cabin: Là toa M hoặc T, nhưng có cabin ở một đầu.

Một mô-đun thường là:

- Loại 2 toa: Mc + T (Tỷ lệ động lực là 1:1- 50%);
- Loại 3 toa: Mc + T + Mc (Tỷ lệ động lực là 2:1- 66%);



Theo số liệu dự báo nhu cầu của tuyến metro số 4, năm 2020 (năm dự kiến bắt đầu khai thác), lượng khách còn thấp do nhiều yếu tố (thói quen sử dụng phương tiện cá nhân, thời gian làm quen với loại hình mới, chiều dài tuyến còn ngắn, giá vé,...). Điều này là bình thường qua thực tế của nhiều đô thị khác trên thế giới cũng như trong khu vực lân cận.

C.2	Lựa chọn cho Giai đoạn ban đầu
-----	--------------------------------

Đoàn tàu gồm 3 toa theo dạng gồm 2 toa động lực - có cabin và 1 toa kéo theo ở giữa (Mc + T + Mc).

*Lưu ý: Tuy có 2 cabin ở hai đầu nhưng chỉ có 1 tài xế điều khiển ở cabin đầu, theo hướng chạy.*



Với đoàn tàu này, tỷ lệ số trục chủ động/ trục bị động là 2:1, đây là một mô hình động lực rất tốt nhằm:

- Đảm bảo khả năng tăng và giảm tốc lớn nhất để thời gian chạy giữa hai ga là nhỏ nhất với vận tốc khai thác lớn nhất;
- Vận hành tốt (kéo/đẩy) trong điều kiện hệ số bám của bánh xe và đường ray thấp cả khi chạy rỗng hay đầy tải;
- Thỏa mãn được ngay cả tại các đoạn đường có hệ số bám thấp (ví dụ: các đoạn chạy trên mặt đất);
- An toàn khi có sự cố đối với 1 hoặc 2 động cơ điện kéo - MT. (Tức là khi đoàn tàu có 1 hoặc 2 MT không phát huy sức kéo được, đoàn tàu vẫn chạy bình thường về được ga gần nhất).

C.3	Lựa chọn cho Giai đoạn sau
-----	----------------------------

Khi năng lực vận chuyển đạt ngưỡng tới hạn, tần suất khai thác lớn nhất, đã sử dụng gián cách nhỏ nhất (khoảng 2 phút một chuyến tàu) là thời điểm cần thay đổi cấu hình đoàn tàu 3 toa đang sử dụng ở giai đoạn đầu.

Giải pháp lúc này có thể là:

- Ghép đôi hai đoàn tàu 3 toa thành 1 đoàn 6 toa (cần lưu ý hình dạng đầu (mặt nạ của cabin - toa Mc); khả năng lưu thông giữa hai đoàn tàu ghép lại);



- Mua thêm các đoàn tàu mới.



Lúc này, đoàn tàu sẽ là 6 toa (gồm 2 mô đun 3 toa) ( $M_c + T + M + M + T + M_c$ ). Đoàn tàu này vẫn đảm bảo tỷ lệ động lực là 2:1 ( $> 66\%$ ).

Tùy theo điều kiện khai thác, theo mức độ chuyên chở, có thể có giai đoạn sử dụng đoàn tàu 4 toa ( $M_c + T + T + M_c$ ), lúc này tỷ lệ động lực chỉ là 1:1. Do vậy, công suất của toa động lực (cụ thể là công suất của động cơ điện kéo- MT) cần phải được tính toán để đảm bảo sức kéo của đoàn tàu, đáp ứng được gia tốc, vận tốc khai thác theo yêu cầu.

Các vấn đề này sẽ được nghiên cứu bởi đơn vị vận hành tuyến trong quá trình khai thác sau này.