

บทที่ 4 งานศึกษารูปแบบการเชื่อมต่อทางรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีแดงที่กำลัง ออกแบบและทางรถไฟในพื้นที่โครงการและพื้นที่ต่อเนื่องกับระบบรถไฟ ทางไกลในปัจจุบัน

4.1 การเชื่อมต่อรถไฟและระบบปฏิบัติการ

4.1.1 พื้นที่โครงการ

โครงการฯ ประกอบไปด้วย 4 ช่วงทางของเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีแดง ซึ่งวิ่งออกจากพื้นที่ใจกลางกรุงเทพมหานคร โครงการรถไฟฟ้าสายสีแดงนั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายทางรถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทย และได้ถูกกำหนดโดยรัฐบาลและการรถไฟฯ ให้อยู่ในแผนพัฒนาเส้นทางรถไฟสายหลักเพื่อปรับปรุงการให้บริการการเดินทางโดยรถไฟในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และเพื่อเป็นการสนับสนุนให้ใช้รถไฟในการเดินทางประจำวันของคนกรุงเทพฯ

ช่วงทางต่างๆ ของโครงการฯ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) ส่วนเหนือ เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางรถไฟสายเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นช่วงระหว่างสถานีรังสิตและสถานีบ้านภาชี

ข) ส่วนตะวันออก เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางรถไฟสายตะวันออก เป็นช่วงระหว่างสถานีมวกะสันและสถานีฉะเชิงเทรา

ค) ส่วนตะวันตก เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางรถไฟสายตะวันตก เป็นช่วงระหว่างสถานีคลังชันและสถานีนครปฐม

ง) ส่วนใต้ เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางรถไฟสายใต้ เป็นช่วงระหว่างสถานีมหาชัยและสถานีปากท่อ

เส้นทางรถไฟทั้ง 4 ช่วงทางของสายสีแดงนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายรถไฟของประเทศไทย ซึ่งจะใช้เป็นเส้นทางสำหรับกิจกรรมประจำวันต่างๆ ของผู้โดยสารหลายประเภท รวมถึงการให้บริการขนส่งสินค้าของการรถไฟฯ ภายในและผ่านพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4.1.2 การให้บริการด้านการขนส่งของการรถไฟฯ ในปัจจุบัน

ดังเช่นองค์การรถไฟทั่วโลก การรถไฟแห่งประเทศไทยได้ให้บริการด้านการขนส่งหลากหลายประเภท ทั้งสำหรับผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า

บริการขนส่งผู้โดยสาร (Passenger Services)

บริการของการรถไฟฟ้า ได้ถูกกำหนดให้มีรูปแบบการเดินรถต่างๆ กัน ได้แก่

- ก) บริการขนส่งระยะไกล ทำการขนส่งผู้โดยสารจาก/ไปยังจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางที่อยู่ไกลภายในโครงข่ายทางเหนือ ทางตะวันออกเฉียงเหนือ ทางตะวันออก และทางใต้
- ข) บริการขนส่งท้องถิ่น ซึ่งวิ่งให้บริการในเส้นทางที่เชื่อมเมืองหลักๆ
- ค) บริการขนส่งมวลชน ซึ่งเดินรถภายในกรุงเทพฯ และปริมณฑลเป็นหลัก

การรถไฟฟ้าให้บริการขนส่งผู้โดยสารโดยใช้ขบวนรถและวัสดุล้อเลื่อนประเภทต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในสภาพไม่ใหม่ และต้องการกำลังและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง

บริการเส้นทางระยะไกลเกือบทั้งหมดใช้ขบวนรถไฟฟ้าชั้นต่างๆ ลากโดยรถจักรหัวลากดีเซล หรือดีเซลไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังมีใช้รถดีเซลรางสำหรับให้บริการรถด่วนวิ่งระยะไกลในเส้นทางหลักๆ ด้วย

รถไฟท้องถิ่นนั้นใช้รถจักรหัวลากดีเซลลากตู้โดยสารหรือขบวนรถดีเซลรางแบบต่างๆ

การขนส่งสินค้า (Freight services)

การบริการขนส่งสินค้าเป็นการให้บริการขนส่งสินค้าหลากหลายประเภท ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์น้ำมัน ปูนซีเมนต์ ก๊าซธรรมชาติ แร่ใยหิน ข้าว และสินค้าเบ็ดเตล็ดอื่นๆ มีการให้บริการขนส่งสินค้าบนโครงข่ายรถไฟของการรถไฟฟ้า ทั้งหมดจากหลายๆ สถานีที่ให้บริการขนส่งสินค้าไปยังจุดหมายปลายทางภายในประเทศจากพื้นที่แหล่งผลิตและขนถ่ายสินค้าตรงไปยังสถานีในจังหวัดหลักๆ หรือไปยังท่าเรือหลักๆ เช่น ท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งอยู่ที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และท่าเรือคลองเตย ซึ่งอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยาในกรุงเทพฯ จุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางหลักในการขนส่งสินค้า คือ สถานีบรรจุและแยกสินค้าคลองลาดกระบังในเส้นทางสายตะวันออก ท่าเรือแหลมฉบังบนเส้นทางสายตะวันออก และนิคมอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออกที่มาบตาพุด จากท่าเรือไปยังสถานีปลายทางหลักๆ หรือไปยังแหล่งกระจายสินค้าเพื่อส่งต่อไปยังประเภทการขนส่งอื่น เช่น ทางรถยนต์ เพื่อขนส่งไปยังจุดหมายปลายทาง

ขบวนรถสินค้าจะผ่านเส้นทางต่างๆ ที่ให้บริการในปัจจุบัน ดังที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดขอบเขตของงาน และในอนาคตหลังจากเปิดให้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแล้ว หากพิจารณาถึงประสิทธิภาพและระดับการให้บริการของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแล้ว การใช้รางร่วมกันกับทั้งรถไฟระยะไกลและขบวนรถขนส่งสินค้าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดความสามารถของรางร่วม นอกจากนี้ ขบวนรถสินค้าโดยมีล้อเลื่อนที่ใช้มีคุณลักษณะและสภาพปัจจุบันอาจก่อให้เกิดผลกระทบในทางตรงข้ามกับการบำรุงรักษาโครงสร้างของรางให้อยู่ในสภาพดีเพื่อให้สามารถรักษาระดับความเร็วสูงสุดที่ 160 กม./ชม. ได้

ประเด็นที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ได้แก่ ช่วงทางยกระดับในเขตเมืองชั้นใน ซึ่งหากพิจารณาถึงลักษณะธรรมชาติของวัตถุอันตรายที่ขนส่งทางรถไฟ และมลภาวะทางเสียง การสั่นสะเทือน มลภาวะทางอากาศที่เกิดจากรถจักรหัวลากดีเซลแล้ว จึงขอเสนอแนะให้มีการวางแผนที่ดีเพื่อหลีกเลี่ยงมิให้รถขนส่งสินค้าผ่านช่วงทางยกระดับของเส้นทางรถไฟสายสีแดง

4.1.3 สภาพโครงข่ายทางของการรถไฟฟ้า ในปัจจุบัน

โครงข่ายเส้นทางของการรถไฟฟ้า เกือบทั้งหมดถูกสร้างเมื่อศตวรรษที่แล้ว ส่วนใหญ่เป็นเส้นทางรางเดี่ยว จนกระทั่งเมื่อทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการลงทุนครั้งใหญ่ ทำให้ทุกเส้นทางเป็นระบบ meter gauge และไม่ใช่ระบบไฟฟ้า การตัดข้ามถนนส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับถนน และชุมทางรถไฟทั้งหมดอยู่ที่ระดับพื้นดิน เขตทางค่อนข้างกว้าง มีระยะประมาณ 20 - 30 เมตรจากกึ่งกลางรางรถไฟ ซึ่งได้มีการลงทุนครั้งใหญ่ในเขตกรุงเทพฯ เพื่อสร้างระบบรางสามทั้ง 3 เส้นทางจากหัวลำโพงในช่วงปี 1997 - 2003 ปัจจุบันระบบรางสามมิใช่ในช่วงทางระหว่างสถานีหัวลำโพงถึงสถานีบางซื่อ และมีการลงทุนอื่นๆ เพื่อปรับปรุงโครงสร้างทางและแนวเส้นทางในโครงการปรับปรุงเส้นทางซึ่งจะกระจายไปทั่วโครงข่าย อีกทั้งได้มีการลงทุนครั้งสำคัญในโครงการรถไฟฟ้ารางคู่ ซึ่งมีเป้าหมายที่จะเพิ่มความสามารถความจุของโครงข่าย ซึ่งปัจจุบันมีรางเพิ่มขึ้นเป็น 3 ใน 4 เส้นทางของโครงการนี้ ได้แก่ ช่วงรังสิตถึงบ้านภาชี (สายเหนือ) มี 3 ราง ช่วงนครปฐมถึงคลังชัน (สายใต้) มี 2 ราง และช่วงหัวหมากถึงฉะเชิงเทรา (สายตะวันออก) มี 3 ราง ในขณะที่สายตะวันออกช่วงมวกะสันถึงหัวหมากยังคงเป็นรางเดี่ยว โดยยังไม่มีการลงทุนในสายแม่กลองซึ่งยังคงเป็นรางเดี่ยวจากวงเวียนใหญ่ถึงมหาชัย นอกจากนี้ ยังคงมีรางเดี่ยวในช่วงทางย่อยจากมวกะสันไปท่าเรือคลองเตย ซึ่งใช้ขบวนรถสินค้า และในช่วงทางระหว่างสถานีธนบุรี-บางกอกน้อยถึงคลังชันในสายใต้

4.1.3.1 สถานีที่มีในปัจจุบัน

มีสถานีและที่หยุดรถหลายจุดในทั้ง 4 เส้นทางของโครงการ โดยรถด่วนและรถเร็วจะหยุดที่สถานีหลักเท่านั้น ส่วนรถท้องถิ่นและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยทั่วไปจะหยุดที่ทุกสถานี โดยมีสถานีหัวลำโพงเป็นสถานีหลักของกรุงเทพฯ และเป็นจุดหมายปลายทางของรถเกือบทุกขบวน ซึ่งมีอุปกรณ์ต่างๆ ครบครัน และได้รับการปรับปรุงเมื่อไม่นานมานี้ การรถไฟฟ้า ได้จัดประเภทของสถานีไว้ตั้งแต่ประเภทพิเศษ (ได้แก่ สถานีหัวลำโพงเท่านั้น) สถานีประเภท 1, 2, 3 และ 4 รวมทั้งได้จัดประเภทที่หยุดรถ 2 ประเภท ได้แก่ แบบมีชานชาลา และไม่มีชานชาลา ชานชาลาส่วนใหญ่มีความยาวประมาณ 200 – 250 เมตร ซึ่งสถานีส่วนใหญ่มีเจ้าหน้าที่ประจำ และได้รับการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ สถานีหลวงจิตร์ดาไม่ได้ถูกจัดประเภทและมีใช้เพียงครั้งคราวเท่านั้น

4.1.3.2 รางที่มีในปัจจุบัน

ช่วงทางในปัจจุบันของสายสีแดงที่อยู่ในโครงการรถไฟฟ้า 4 เส้นทางนั้นประกอบไปด้วยจำนวนรางหลายราง หลายประเภท ซึ่งมีสภาพต่างๆ กัน และถูกใช้ให้บริการต่างๆ ของการรถไฟฟ้า ในปัจจุบัน อันได้แก่ รถไฟระยะไกล รถไฟฟ้าท้องถิ่น รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถขนส่งสินค้า โดยได้ใช้รางร่วมกัน

ตารางที่ 1 ต่อไปนี้จะแสดงสภาพปัจจุบันของรางในทั้ง 4 เส้นทาง

ตารางที่ 1 สภาพรางในปัจจุบันของ 4 ช่วงทางของสายสีแดง

เส้นทาง	Tracks Number	ราง	สภาพราง	ความเร็ว ออกแบบ สูงสุด	ประแจราง ทางหลัก	รัศมีต่ำสุด (เมตร)	เสริมกำลัง Roadbed
เหนือ	รางใหม่	100 A	ใหม่ สภาพดี	120	1:12	800	เสร็จแล้ว
	เก่า 1	80 A	จะปรับปรุง	100	1:12	800	ยังไม่เสร็จ
	เก่า 2	80 A	จะปรับปรุง	100	1:12	800	ยังไม่เสร็จ
ใต้	รางใหม่	100 A	ใหม่ สภาพดี	120	1:12	1,000	เสร็จแล้ว
	รางเก่า	80 A	จะปรับปรุง	100	1:12	1,000	ยังไม่เสร็จ
ตะวันออก	รางใหม่	100 A	ใหม่ สภาพดี	120	1:12	1,700	เสร็จแล้ว
	รางใหม่	100 A	ใหม่ สภาพดี	120	1:12	1,700	เสร็จแล้ว
	รางเก่า	80A	ไม่ดี	80	1:12	1,700	ยังไม่เสร็จ
แม่งทอง	รางเก่า	50	ต้องเปลี่ยน	ไม่ดี	n.a.	500	ยังไม่เสร็จ

4.1.3.3 ความเร็วที่อนุญาตบนราง (Allowed Speed on Tracks)

รางใหม่ในเส้นทางสายเหนือ สายตะวันออก และสายใต้ ซึ่งได้ดำเนินการไปเมื่อไม่นานมานี้ ในแผนรถไฟรางคู่ของการรถไฟฯ นั้นมีโครงสร้างและแนวเส้นทางให้สามารถใช้ความเร็วสูงสุดในทางตรง 160 กม./ชม. ดังที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดขอบเขตของงาน

ประสิทธิภาพการทำงานดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่อไปนี้

- ก) หลังจากได้เสริมความแข็งแรงของโครงสร้างสะพาน
- ข) จะดำเนินการบำรุงรักษาอย่างระมัดระวังเพื่อรักษาแนวราง แนวเส้นตรงของระดับราง สภาพการเชื่อมต่อราง และการระบายน้ำ
- ค) ความเร็วสูงสุดที่อนุญาต ประแจรางจะขึ้นอยู่กับประเภทของประแจรางที่ใช้ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความเร็วสูงสุดในช่วงทางนั้นๆ ตามทิศทางของการสับราง การวางตำแหน่งของประแจบริเวณสถานี จะพิจารณาประเด็นเหล่านี้

4.1.3.4 ช่วงทางในปัจจุบันของ 4 เส้นทาง

ความยาวและสภาพในปัจจุบันของทั้ง 4 ช่วงทางของเส้นทางรถไฟสายสีแดงเป็นดังต่อไปนี้

1 - ช่วงรังสิต – บ้านภาชี (เส้นทางรถไฟสายเหนือ)

ช่วงทางนี้มีความยาว 60.2 กิโลเมตร มี 3 ราง ในจำนวนนี้มี 2 รางที่มีอายุค่อนข้างเก่า และเป็นโครงสร้างที่รถไฟสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ 120 กม./ชม. อย่างไรก็ตาม โครงสร้างรางของทั้ง 2 รางนี้อยู่ในสภาพไม่ดีจึงจะเห็นได้จากแนวเส้นตรงรางไม่ดี ซึ่งก่อให้เกิด rocking และ rolling effect ทั้งนี้ จะสามารถทำ

ความเร็วได้สูงขึ้น ปลอดภัยมากขึ้น และเดินรถได้ราบรื่นขึ้น หากมีการปรับปรุงสภาพรางโดยการบำรุงรักษา โครงสร้างรางครั้งใหญ่เพื่อแก้ไขแนวเส้นตรงและเสถียรภาพของราง เป็นที่คาดหมายว่าหากต้องการให้สามารถใช้ความเร็วออกแบบเชิงโครงสร้างที่ 160 กม./ชม. (ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างรางและรูปแบบแนวราง) รางในปัจจุบันจะต้องได้รับการฟื้นฟูปรับปรุง

2 - ช่วงนครปฐม – คลังชั้น (เส้นทางรถไฟสายใต้)

ช่วงทางนี้มีความยาว 42.6 กิโลเมตร มี 2 ราง ในจำนวนนี้มีหนึ่งรางซึ่งอยู่ในแผนรถไฟรางคู่ของการรถไฟฯ นั้นมีโครงสร้างการออกแบบรางและแนวรางที่สามารถใช้ความเร็วได้ 120 กม./ชม. ส่วนอีกหนึ่งรางเป็นรางเก่า มีโครงสร้างรางอยู่ในสภาพไม่ดี และต้องการการปรับปรุงเต็มรูปแบบเพื่อให้สามารถใช้ความเร็วได้ตามแผนการดำเนินการรถไฟขนส่งมวลชนที่ไดวางไว้

วิธีการปรับปรุงรางดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนการศึกษาและจะได้ส่งให้เจ้าของโครงการเพื่อพิจารณาต่อไป วิธีดังกล่าวได้พิจารณาคำนึงถึงการลดค่าใช้จ่ายให้ต่ำที่สุดและลดผลกระทบระหว่างการก่อสร้างให้น้อยที่สุด ทั้งต่อการเดินรถของการรถไฟฯ และต่อสิ่งแวดล้อม

3 - ช่วงมวกะสัน – ละโว้ (เส้นทางรถไฟสายตะวันออก)

ช่วงทางนี้มีความยาว 54.3 กิโลเมตร มี 3 ราง ในจำนวนนี้ 2 รางซึ่งอยู่ในแผนรถไฟรางคู่ของการรถไฟฯ นั้นมีโครงสร้างการออกแบบรางและแนวรางที่สามารถใช้ความเร็วได้ 120 กม./ชม. ส่วนอีกหนึ่งรางเป็นรางเก่า มีโครงสร้างรางอยู่ในสภาพไม่ดีและต้องการการปรับปรุงเต็มรูปแบบ เพื่อให้สามารถใช้ความเร็วได้ตามแผนการดำเนินการรถไฟขนส่งมวลชนที่ไดวางไว้ อย่างไรก็ตาม รางดังกล่าวนี้ยังใช้การอยู่ในปัจจุบัน โดยขบวนรถสินค้าที่เดินทางมาจาก/ไปยังสถานีบรรจุน้ำและแยกสินค้าคลองลาดกระบัง (ICD) และสามารถคงใช้สภาพนี้สำหรับการใช้งานในปัจจุบัน

4 - ช่วงมหาชัย – ปากท่อ (เส้นทางรถไฟสายแม่กลอง)

ช่วงทางนี้ซึ่งเป็นเส้นทางใต้ของเส้นทางรถไฟสายสีแดงนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงย่อยได้แก่

- a) มหาชัย (บ้านแหลม) ถึง แม่กลอง
- b) แม่กลอง ถึง ปากท่อ

ช่วงทางส่วนแรกนั้นได้ดำเนินการเป็นเส้นทางแยกอิสระ ซึ่งไม่ติดต่อกับกรุงเทพฯ ซึ่งช่วงทางย่อยช่วงแรกจากสถานีวงเวียนใหญ่ถึงมหาชัยนั้นไม่ได้ติดต่อกับกรุงเทพฯ เนื่องจากมีแม่น้ำเจ้าพระยาคั่น นอกจากนี้ สถานีมหาชัยก็ถูกแยกโดยแม่น้ำท่าจีนจากสถานีบ้านแหลมซึ่งเป็นสถานีแรกในช่วงทางถัดไปยังแม่กลอง

ส่วนช่วงทางส่วนที่สองนั้น ซึ่งยังไม่มีในปัจจุบัน และจะต้องสร้างขึ้นใหม่เพื่อเชื่อมต่อกับช่วงทางส่วนแรก เส้นทางใหม่นี้จะต้องมีการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำแม่กลองด้วย

สภาพในปัจจุบันของทั้งสองช่วงทางเป็นดังต่อไปนี้

4a) – ช่วงสถานีมหาชัยถึงสถานีแม่กลอง

ช่วงทางนี้ได้มีการดำเนินการอยู่จากสถานีบ้านแหลมไปยังสถานีแม่กลอง รางมีระยะทางยาว 33.7 กม. ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าช่วงทางนี้ถูกแยกออกจากสถานีมหาชัยโดยคันด้วยแม่น้ำท่าจีน ดังนั้น จึงไม่มีการให้บริการระหว่างช่วงทางนี้กับสถานีวงเวียนใหญ่และต่อไปยังใจกลางกรุงเทพฯ เว้นแต่จะมีการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำเจ้าพระยาดังได้กล่าวไปแล้ว จะมีการเปลี่ยนแนวเส้นทางที่มีอยู่เดิมในช่วงปลายของเส้นทาง และจะเบนไปทางเหนือเพื่อต่อขยายเส้นทางเพื่อหลีกเลี่ยงการผ่านตัวเมืองมหาชัย ซึ่งในปัจจุบันสถานีมหาชัยเดิมตั้งอยู่ไปทางริมฝั่งแม่น้ำ

รางเดียวเก่าในปัจจุบันไม่ได้อยู่ในสภาพที่จะสามารถทำความเร็วตามที่ได้ออกแบบไว้สำหรับให้บริการขนส่งมวลชน จะต้องมีการสร้างรางใหม่ตามที่ต้องการ และเนื่องจากมีเขตทางที่แคบมาก ขณะนี้กำลังพิจารณาใช้โครงสร้างยกระดับและศึกษาการใช้ระบบรางคู่

ตามที่เจ้าของโครงการได้เสนอรูปแบบการวางรางและโครงการพัฒนานั้น ในระยะแรกช่วงทางนี้จะเป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนรางเดี่ยวที่มีความกว้างของรางแบบ standard gauge และในระยะที่สองของการดำเนินการเส้นทางนี้จะเป็นระบบรางคู่โดยจะสร้างรางคู่แบบ meter gauge สำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีแดง

4b) – ช่วงสถานีแม่กลองถึงสถานีปากท่อ

ช่วงทางนี้ของเส้นทางรถไฟสายแม่กลอง ซึ่งจะต่อจากแม่กลองไปยังปากท่อเพื่อเชื่อมต่อกับเส้นทางรถไฟสายใต้ของการรถไฟฯ ยังไม่มีในปัจจุบันและจะต้องสร้างขึ้นใหม่ ในการดำเนินการช่วงทางนี้จะต้องมีการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำแม่กลอง และเช่นเดียวกับช่วงทางบริเวณตัวเมืองมหาชัย จะต้องมีการเปลี่ยนแนวเส้นทางเพื่อหลีกเลี่ยงการตัดผ่านพื้นที่ชุมชนบริเวณสถานีแม่กลองในปัจจุบัน

ชุมทางรถไฟของเส้นทางนี้ไปยังเส้นทางสายใต้ในทิศทางมุ่งใต้ที่สถานีปากท่อ และทิศทางมุ่งเหนือไปยังราชบุรี ขณะนี้อยู่ระหว่างการศึกษาเพื่อหาวิธีเชื่อมต่อที่ดีที่สุดกับการบริการรถไฟระยะไกล และก่อให้เกิดผลกระทบกับการให้บริการในระหว่างการก่อสร้างและการเดินรถภายหลังให้น้อยที่สุด

การเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีแดง (Red Line Interconnections)

การดำเนินการตามแผนแม่บทการขนส่งระบบรางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้กำหนดไว้ว่าระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะต้องเชื่อมต่อกับรถไฟระยะไกลและเชื่อมต่อกับโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่มีในปัจจุบันและที่วางแผนสำหรับอนาคตในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นการสนับสนุนให้แผนของรัฐบาลต่างๆ ประสบความสำเร็จ

รูปแบบการเชื่อมต่อที่เกี่ยวข้องกับระบบการเดินรถไฟสายสีแดงซึ่งได้ทำการศึกษาไว้แล้ว จะก่อให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพฯ ขึ้นกับการให้บริการขนส่งทาง

รถไฟฟ้าระยะไกลและบริการรถไฟฟ้าท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นโครงข่ายการขนส่งทางรถไฟขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเชื่อมต่อกับส่วนต่างๆ ของประเทศได้

เส้นทางทั้ง 4 เส้นทางดังที่ได้กล่าวข้างต้นนั้น เมื่อดำเนินการแล้วจะเชื่อมต่อช่วงทางขึ้นในของเส้นทางรถไฟสายสีแดงที่สถานีรังสิต คลังชัน มวกะสัน และมหาชัย ตามลำดับ ดังนั้น จะทำให้สามารถเดินทางอย่างต่อเนื่องโดยผ่านสถานีบางซื่อ จากฝั่งตะวันตกไปยังฝั่งตะวันออก จากฝั่งเหนือไปยังฝั่งใต้ โดยมีการให้บริการเต็มรูปแบบ ได้แก่ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟฟ้าชานเมือง และรถไฟฟ้าระยะไกล การใช้รางในทั้ง 4 เส้นทาง รวมทั้งในช่วงทางขึ้นใน ได้ทำการศึกษาไว้แล้วจากมุมมองการเดินทางเพื่อสามารถให้บริการได้ตามที่วางแผนไว้

การบริการด้านการขนส่ง (Transport Services)

การให้บริการการขนส่งในทั้ง 4 เส้นทางได้มีการศึกษาไว้แล้ว โดยจะเป็นส่วนหนึ่งของบริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและรถไฟฟ้าระหว่างเมืองสายสีแดง โดยมีเป้าหมายเพื่อจะรองรับปริมาณผู้โดยสารที่คาดการณ์ไว้ และเพื่อรักษาระดับความน่าดึงดูดให้ผู้คนมาใช้บริการโดยมีการตั้งเงื่อนไขพื้นฐานเพื่อที่จะเพิ่มจำนวนผู้โดยสารด้วยตัวเอง

บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและรถไฟฟ้าระหว่างเมือง ซึ่งวิ่งใน 4 เส้นทางจะดำเนินการบนเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีแดงผ่านใจกลางเมืองไปยังจุดหมายปลายทางต่างๆ ดังนั้น เส้นทางจากฝั่งตะวันตกไปยังฝั่งตะวันออก จะเชื่อมนครปฐมเข้ากับฉะเชิงเทรา และเส้นทางจากฝั่งเหนือไปยังฝั่งใต้จะเชื่อมบ้านภาชีเข้ากับหัวลำโพง และหากได้รับความเห็นชอบจากรัฐบาล จะเชื่อมต่อไปยังมหาชัยและปากท่อเพื่อเชื่อมกับเส้นทางรถไฟฟ้าสายใต้ในที่สุด ทั้งนี้ บนเส้นทางเหล่านี้จะวิ่งผ่านสถานีบางซื่อซึ่งรถทุกขบวนจะหยุดที่สถานีนี้

ขบวนรถไฟฟ้าระยะไกลจะจอดที่สถานีบางซื่อหรือที่สถานีหัวลำโพงตามที่กำหนด และจะต้องยืนยันโดยการรถไฟฯ และเจ้าของโครงการ อย่างไรก็ตาม หากเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีแดงไม่ได้ขยายต่อไปถึงมหาชัย แต่สิ้นสุดเพียงที่สถานีหัวลำโพงแล้วนั้น รถทุกขบวนที่มาจากทางเหนือ ทางตะวันออกเฉียงเหนือ และทางใต้ก็ควรที่จะจอดที่หัวลำโพงเช่นกัน

ในกรณีพิเศษสำหรับขบวนรถจากทางทิศตะวันออกนั้นสมควรที่จะสิ้นสุดที่สถานีบางซื่อ เนื่องมาจากการเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างช่วงทางยกระดับของเส้นทางสายตะวันออกจากพญาไทถึงหัวลำโพงเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมาก เนื่องจากด้วยสาเหตุหลายประการเกี่ยวกับแนวรางและการดำเนินการ

การเปลี่ยนแปลงที่สถานี

สถานีที่มีในปัจจุบันทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 2 จะได้รับการบำรุงรักษาไว้ให้ใช้การได้ในทั้ง 4 เส้นทาง เพื่อให้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนหยุดรับส่งผู้โดยสารตามที่กำหนดในข้อกำหนดขอบเขตของงาน ซึ่งจะต้องออกแบบสถานีโดยมีขนาดพื้นที่สูงแบบมาตรฐาน ความยาว 220 เมตร สำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และขนาดพื้นที่ต่ำแบบมาตรฐาน ความยาว 500 เมตร สำหรับรถไฟฟ้าระยะไกล

งานขุดดินสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะลดเวลาจอดที่สถานี โดยการเพิ่มความเร็วและความง่ายในการขึ้นและลงของผู้โดยสาร ซึ่งจะปรับปรุงภาพลักษณ์โดยรวมของรูปแบบและประสิทธิภาพของบริการแบบใหม่นี้ งานขุดดินสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะเพิ่มความยาวเป็น 500 เมตรแล้วยังได้เพิ่มความสูงจากเดิมให้เป็น 0.5 เมตร

การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะต้องมีการก่อสร้างหลักๆ คือ การก่อสร้างงานขุดดินใหม่ที่ทุกสถานีของสายสีแดง ซึ่งจำเป็นจะต้องออกแบบแนวคิดใหม่สำหรับอาคารสถานีและพื้นที่สถานี (yard layout) ในการก่อสร้างงานขุดดินสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและงานขุดดินแต่ยาวมากขึ้นสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน สถานีในปัจจุบันจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากทั้งผังการวางรางและอาคารสถานีต่างๆ ได้ทำการกำหนดผังเบื้องต้นเพื่อกำหนดรูปแบบการเดินรถสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่วิ่งผ่านสถานี งานขุดดินที่เพียงพอและตำแหน่งงานขุดดินในพื้นที่สถานี

ตารางที่ 2 สถานีที่มีบริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

ลำดับ	บ้านภาชี - รังสิต	นครปฐม - คลังชั้น	มักกะสัน - ฉะเชิงเทรา	มหาชัย - ปากท่อ
	สถานี	สถานี	สถานี	สถานี
1	บ้านภาชี	นครปฐม	มักกะสัน (*)	มหาชัย (ใหม่)
2	พระแก้ว	ต้นลำไย	รามคำแหง (*)	ท่าฉลอม (ใหม่)
3	บ้านดอนกลาง	ท่าเสา	หัวหมาก (*)	นกกะลิง
4	มาบพระจันทร์	นครชัยศรี	บ้านทับช้าง	บางสีด
5	บ้านม้า	วัดจิวไร	วัดลานบุญ	บางกระเจ้า
6	อยุธยา	คลองมหาสวัสดิ์	ลาดกระบัง	บางบ่อ
7	บ้านโพธิ์	วัดสุวรรณ	พระจอมเกล้า (**)	บางโพธิ์
8	บางปะอิน	ศาลา	หัวตะเข้ (**)	บ้านกาหลง
9	คลองพุทรา	ศาลาธรรมสพน์	สถานีใหม่	บ้านนาขวาง
10	เชียงรากน้อย	พุทธมณฑลสาย 2	คลองหลวงแฟง	บ้านนาโสก
11	นวนคร	บ้านฉิมพลี	คลองอุดมชลจร	บ้านเขมาเมือง
12	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คลังชั้น	เปรง	ลาดใหญ่
13	เชียงราก		คลองแขวงกลั่น	บางกระสุน
14	คลองหนึ่ง		คลองบางพระ	แม่กลอง (ใหม่)
15	รังสิต		บางเค	บ้านชั้นทอง
16			ฉะเชิงเทรา	ปลายโพธิ์
17				วัดยางงาม
18				ปากท่อ

หมายเหตุ: (*) โครงสร้างยกระดับ, (**) จะสร้างสถานีใหม่เพื่อรวม 2 สถานีเข้าด้วยกัน

ทั้งนี้ จะกำหนดรูปแบบที่แน่นอนของสถานีในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด พร้อมกับ การศึกษาขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับการเดินรถ และยังจะกำหนดตำแหน่งและประเภทประแจรางที่แน่นอน พร้อมด้วย ความเร็วสูงสุดที่อนุญาตให้ผ่านประแจให้สอดคล้องกับแผนการเดินรถด้วย

เนื่องจากระดับพื้นขานขาลาจะถูกลดลงขึ้น ทำให้ไม่สามารถหรืออนุญาตให้เดินข้ามรางใน สถานีได้ จึงความจำเป็นต้องสร้างสะพานข้ามหรือทางลอดเพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเชื่อมต่อการเดินทางไปยัง ขานขาลาที่ต้องการได้ ทั้งรถไฟฟ้าระยะไกลหรือรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

การเก็บอัตราค่าโดยสารจะต้องจัดพื้นที่ภายในสถานีให้มีระบบเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ และมี ประตุควบคุมการเข้าออกต่างหากเนื่องจากระบบค่าโดยสารอาจจะแตกต่างกันสำหรับรถไฟฟ้าระยะไกลและรถไฟฟ้า ขนส่งมวลชน

การศึกษาแผนการดำเนินการในแต่ละระยะโครงการและนำเสนอต่อเจ้าของโครงการ โดยมี เป้าหมายที่จะครอบคลุมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโดยรวม ทั้งนี้ การรถไฟฟ้า และ/หรือเจ้าของโครงการอาจจะ ตัดสินใจไม่ใช้บางสถานีที่มีผู้โดยสารน้อยในระยะแรกที่จะสร้างขานขาลาใหม่ อาคารใหม่ และการเปลี่ยนแปลง ใดๆ เกี่ยวกับการวางแผนวาง ประเด็นดังกล่าวนี้จะได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบในขั้นตอนการออกแบบ รายละเอียด โดยยึดหลักให้สามารถดำเนินการระยะถัดไปได้ โดยไม่กระทบแผนการเดินรถโดยรวมและ ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยของระบบ

การดำเนินการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นจะกระทำในระหว่างแผนการปฏิบัติการและการ ดำเนินการเดินรถประจำวันของการรถไฟฟ้า จะมีการวางแผนกิจกรรมอย่างรอบคอบและกำหนดแผนการก่อสร้าง โดยละเอียด เพื่อหลีกเลี่ยงการขัดขวางและลดผลกระทบต่อการเดินรถของการรถไฟฟ้า ในระหว่างการก่อสร้างจะ นำเสนอแผนเหล่านี้แก่การรถไฟฟ้า เพื่อรับความเห็นชอบและกำหนดมาตรการต่างๆ ที่การรถไฟฟ้า จะใช้กับ ผู้ก่อสร้าง

4.1.4 รูปแบบการดำเนินการเบื้องต้น

4.1.4.1 แนวคิดการเดินรถ (Operation Concept)

แนวคิดและรูปแบบการดำเนินการได้แสดงไว้ในรายงานการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design Report) เป้าหมายหลักที่จะต้องบรรลุให้สำเร็จคือ สร้างระบบการให้บริการเพื่อรองรับปริมาณผู้โดยสาร ที่ได้คาดการณ์ไว้ โดยมีสิ่งดึงดูดใจให้มาใช้บริการคือ ความเร็ว และระดับความสะดวกสบาย ความปลอดภัย การเข้าถึงได้ง่าย สภาพแวดล้อมที่เป็นมิตร การเชื่อมต่อและเปลี่ยนถ่ายกับระบบขนส่งสาธารณะและทางถนน อื่นๆ ได้อย่างสะดวกสบาย

ปัจจัยหลักที่กำหนดความสำเร็จของการให้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและรถไฟฟ้าระหว่างเมืองนั้น สามารถจำแนกได้ตามคุณภาพในแต่ละด้านนี้ ความถี่ ความเร็ว ความสบาย การเข้าถึง สภาพแวดล้อม การเชื่อมต่อ และราคาค่าโดยสาร

ก) ความถี่

ในเวลากลางวันจะต้องให้บริการด้วยความถี่ที่เป็นไปได้มากที่สุด อันจะทำให้ผู้ใช้รู้สึก สะดวกสบายและเกิดความน่าดึงดูดที่จะมาใช้บริการ จำนวนผู้โดยสารต่อชั่วโมงจะต้องสอดคล้องกับปริมาณ คาคการณ์ผู้โดยสาร แต่ความถี่จะต้องไม่เกิน 15 – 20 นาที ซึ่งระยะเวลาระหว่างกันดังกล่าวนี้ควรจะลดลงให้ สอดคล้องกับจำนวนผู้โดยสารที่คาดการณ์ที่จะเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของวัน และตามแต่ละเส้นทาง

ข) ความเร็ว (Operation Speed)

ความเร็วของขบวนรถไฟนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของรถไฟที่จะเลือกใช้ โดยทั่วไปแล้ว รถไฟฟ้า (EMU) จะมีความเร็วสูงสุดมากกว่ารถดีเซล (DMU) และมีอัตราเร่งสูงกว่า เพราะสามารถติดตั้ง เครื่องยนต์ไว้ในตัวรถได้ อย่างไรก็ตาม ความเร็วที่รับรู้ได้โดยผู้โดยสารจะเป็นความเร็วเฉลี่ยระหว่างสถานี ต้นทางถึงสถานีปลายทาง ซึ่งหมายถึงความเร็วให้บริการเฉลี่ย ความเร็วดังกล่าวนี้และเวลาในการเดินทางไปยัง จุดหมายปลายทางยังขึ้นอยู่กับจำนวนสถานีที่หยุดระหว่างทางอีกด้วย

เส้นทางทั้ง 4 เส้นทางนั้นมีจำนวนสถานีที่รถไฟฟ้าชานเมืองจะต้องอยู่หลายสถานี ระยะห่าง ระหว่างสถานีเฉลี่ยนั้นจำกัดไม่ให้อัตราเร่งสามารถทำความเร็วสูงสุดได้เนื่องจากต้องเบรกเพื่อเข้าสถานีถัดไป เวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการเร่งความเร็วและลดความเร็ว และเวลาจอดที่สถานีเพื่อให้นักขึ้น-ลง จะต้องนับ รวมเข้ากับเวลาที่รถวิ่ง และเป็นตัวกำหนดความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง ซึ่งทำให้ลดความน่าดึงดูดในการ เดินทางลง

เพื่อเป็นการลดความไม่สะดวกสบาย และเป็นการรักษาประสิทธิภาพที่ตั้งเป้าไว้จึงควรจัด ให้มีการบริการรถไฟ 2 ประเภท คือ รถธรรมดาจอดทุกสถานี และรถด่วนขนส่งมวลชน รถธรรมดาจอดทุก สถานีควรเป็นประเภทมาตรฐานสำหรับบริการรถไฟฟ้าชานเมือง ในขณะที่การบริการแบบด่วนพิเศษซึ่งจอดเพียง บางสถานีที่สำคัญเท่านั้นจะทำให้ได้ความเร็วที่สูงขึ้นและเวลาเดินทางที่ลดลง

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว การคำนวณในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่า สามารถได้ ความเร็วเฉลี่ยที่สูงขึ้นโดยการใช้รถไฟฟ้า EMU

ค) ความสบายและสภาพแวดล้อม (Comfort and Environment)

ความสบายในการเดินทางโดยรถไฟขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ประเภทของรถ คุณภาพ ของเครื่องจักรกล-ไฟฟ้า และพลวัต การจัดและตกแต่งภายใน การปรับอากาศ แสงสว่าง พื้นที่สำหรับนั่งและยืน เสี่ยงและการสั่นสะเทือน ความง่ายในการขึ้นลงจากขบวนรถ และอื่นๆ เช่น ความนุ่มนวลในการเร่งและลด ความเร็ว เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเน้นย้ำว่ารถไฟฟ้า EMU จะให้ความราบรื่น นุ่มนวลได้ดีกว่า และมีเสียงและการ สั่นสะเทือนน้อยกว่ารถดีเซล DMU

การจัดพื้นที่สำหรับนั่งและยืนนั้น น้ำหนักบรรทุกขบวนรถไฟถูกกำหนดให้ไม่เกินว่า W3 factor ซึ่งหมายถึง มีคนยืนไม่เกิน 6 คนต่อตารางเมตร ในช่วงเร่งด่วน และมีผู้โดยสารนั่งไม่น้อยกว่า 50 คนต่อตู้

ในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน นำหนักบรรทุกทุกเฉลี่ยจะน้อยกว่า แต่จะต้องจัดให้รถไฟฟ้ามีระยะห่างให้สอดคล้องกับระยะห่างพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น

ง) การเข้าถึง (Accessibility)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขนาดแบบพื้นสูงนั้นทำให้ผู้โดยสารไม่ต้องก้าวขึ้นรถ และการที่มีประตูข้างอย่างน้อยข้างละ 3 ประตูนั้นจะทำให้สามารถเคลื่อนย้ายคนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ดังเช่นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน สำหรับคนพิการนั้นสามารถขึ้นไปยังระดับชานชาลาได้โดยใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น บันไดเลื่อน หรือ ลิฟท์

จ) การบูรณาการ (Integration)

ความสำคัญของการบูรณาการระหว่างรถไฟฟ้าสายสีแดงที่มีการบริการรถไฟระยะไกลให้เข้ากับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนต่างๆ ในกรุงเทพฯ นั้นเป็นเป้าหมายหลัก อันจะสามารถบรรลุได้โดยการออกแบบระบบขนส่งโดยรวมให้ใช้ระบบรถไฟฟ้าให้มากที่สุดเมื่อเทียบกับการขนส่งทางถนน และในขณะเดียวกันจะทำให้สามารถเคลื่อนย้ายคนและเพิ่มการเข้าถึงให้ได้มากที่สุดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากมุมมองด้านโครงสร้างพื้นฐาน เป้าหมายดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการบูรณาการที่ดีระหว่างหลายๆ ระบบ เพื่อให้สามารถออกแบบให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด และทำให้เกิดการเข้าถึงที่ดีที่สุดในทั้งโครงข่ายเพื่อประโยชน์แก่ประชาชนโดยรวม

เป้าหมายเหล่านี้ต้องการการจัดวางและออกแบบการเชื่อมต่อที่ดีโดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ดีและเป็นมิตรกับผู้ให้บริการ สำหรับกรุงเทพฯ นั้นการจัดการดังกล่าวนี้มุ่งหวังให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างระบบรถไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันกับระบบรถไฟฟ้าที่วางแผนไว้

ภายในขอบเขตของโครงการฯ นี้ ได้พิจารณาการบูรณาการในเชิงการให้บริการรถไฟฟ้าในเส้นทางสายสีแดง โดยคำนึงถึงประมาณการณ์ผู้โดยสารในช่วงปีอนาคต กล่าวคือ ปี 2012 - 2037 ซึ่งการประมาณการณ์ผู้โดยสารสายสีแดงนี้ได้พิจารณาโครงข่ายทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร และได้จำนวนผู้โดยสารบนสายสีแดงมาจากการเชื่อมต่อจากระบบอื่น ทั้งระบบรางและทางถนน ณ จุดเชื่อมต่อต่างๆ

ขณะนี้กำลังมีการศึกษาออกแบบด้านโครงสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางกับระบบและวิธีการเดินทางประเภทอื่นได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ขณะนี้กำลังทำการออกแบบพื้นที่บริเวณหน้าสถานีเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นที่ไม่ใช่ราง เช่น รถประจำทาง แท็กซี่ รถยนต์ส่วนบุคคล การเดินเท้า สำหรับผู้โดยสารทุกประเภทซึ่งรวมถึงคนพิการด้วย และยังกำลังออกแบบพื้นที่จอดรถในบริเวณใกล้ๆ สถานีหลัก เพื่อก่อให้เกิดระบบจอดแล้วจร

จ) ค่าโดยสาร (Tariffs)

ผู้ดำเนินการจะตัดสินใจโครงสร้างค่าโดยสารที่ดึงดูดและสะดวกตามนโยบายของรัฐบาล ซึ่งโครงสร้างราคานี้จะเป็นตัวตัดสินความน่าดึงดูดของการบริการ นอกจากนี้ การตัดสินใจดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ดำเนินการที่จะปรับปรุงด้านประสิทธิภาพ รวมถึงการควบคุมราคา

การตั้งราคาค่าโดยสารจะต้องคำนึงถึงสถานะการแข่งขันกับการบริการขนส่งสาธารณะประเภทอื่นในเส้นทางที่เป็นคู่แข่ง ซึ่งโดยหลักๆ ได้แก่ รถประจำทางและรถยนต์ส่วนบุคคล และจะต้องคำนึงถึงค่าโดยสารในปัจจุบันของการรถไฟฯ อีกด้วย

นโยบายด้านราคาค่าโดยสารที่ใช้จะมีบทบาทเชิงกลยุทธ์ควบคู่ไปกับระดับในการให้บริการเพื่อที่จะการรักษาปริมาณผู้โดยสารให้สม่ำเสมอ การให้บริการที่มีคุณภาพอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปริมาณผู้โดยสารเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะสามารถเปลี่ยนการเดินทางของผู้คนจากเดิมที่เป็นทางรถยนต์มาเป็นทางรถไฟได้

4.1.4.2 การวางแผนการเดินทาง (Operation Planning)

การวางแผนการดำเนินการทั้ง 4 เส้นทางของโครงการฯ นั้นเป็นไปตามการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารโดยรวมในแนวเส้นทางสายตะวันตก-ตะวันออก และเส้นทางสายเหนือ-ใต้ ซึ่งคำนวณโดยใช้แบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ในป้อนาคต

การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารของทั้ง 4 เส้นทางนั้นได้ใช้ร่วมกับเส้นทางรถไฟสายสีแดง เนื่องจากในความเป็นจริงไม่สามารถดำเนินการให้บริการเส้นทางเหล่านี้ซึ่งต่อเชื่อมกับโครงข่ายโดยรวมไว้แบบแยกอิสระได้ รถไฟระยะไกลซึ่งเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปยังจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยนั้น ก่อนจะมาถึงสถานีกรุงเทพฯ ก็ได้ผ่านสถานีต่างๆ ของทั้ง 4 เส้นทางและหยุดที่สถานีต่างๆ เหล่านั้นด้วย แม้ว่าจะได้ทำการศึกษาแต่ละเส้นทางแยกกัน อันได้แก่ เส้นทางสายตะวันตก-ตะวันออก และเส้นทางสายเหนือ-ใต้ ก็ตามแต่ก็ไม่ได้ใช้การพยากรณ์ปริมาณผู้โดยสารโดยรวมทั้งหมด กล่าวคือ ไม่ได้สมมติว่ารถไฟฟ้ามหานครสายสีแดงสายที่สถานีบางซื่อ แล้วยังคงวิ่งต่อไปจนถึงสุดทาง และที่จุดสิ้นสุด รถไฟจะวิ่งย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้น แนวคิดนี้จะลดการเข้าจอดและถอยกลับของรถไฟฟ้ามหานครสายสีแดงที่สถานีบางซื่อ ซึ่งจะลดจำนวนขบวนและจำนวนรางที่จำเป็น และยังเป็นผลให้ลดการก่อสร้างและการดำเนินการอีกด้วย

โครงการรถไฟ 4 เส้นทางนี้ ซึ่งเป็นรถไฟสายสีแดง ควรจะเป็นระบบไฟฟ้า ดังกำหนดไว้ในข้อกำหนดขอบเขตของงาน และใช้รถไฟฟ้า (EMU) อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดขอบเขตของงานยังได้กำหนดให้ศึกษาแนวทางเลือกอื่นๆ ด้วย เช่น การใช้รถดีเซลราง (DMU) และรถหัวลากไฟฟ้า (EL)

จากการศึกษานี้ขอเสนอแนะให้ใช้ระบบไฟฟ้า แม้ว่าการตัดสินใจเลือกระบบโดยเจ้าของงานยังอยู่ในระหว่างการพิจารณาและยังไม่เสร็จสิ้น ดังนั้น แผนการดำเนินการจะอ้างอิงกับทางเลือกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรถไฟและไม่ใช้ไฟฟ้าซึ่งได้ทำการศึกษาและเสนอในรายงานการออกแบบเบื้องต้น ระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟและจำนวนรถ คำนวณโดยพิจารณาจำนวนผู้โดยสารสะสมขึ้นและลงตลอดเส้นทาง ประเภทและการจัด

ขบวนรถไฟฟ้าให้ใช้รางของทั้ง 4 เส้นทางและตลอดเส้นทางโดยสมบูรณ์ ประสิทธิภาพของล้อเลื่อนประเภทต่างๆ รวมถึงจำนวนและหน้าที่ของสถานีซึ่งจะมีในระบบ

เงื่อนไขการออกแบบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบด้วย ความต้องการพื้นฐานที่จะลดระยะเวลาเดินทางโดยเฉลี่ยโดยใช้รถไฟที่มีประสิทธิภาพและเร็วมากที่สุด โดยมีระยะห่างระหว่างขบวน (headway) ไม่นาน คุณลักษณะของรถไฟและทางเลือกต่างๆ ตามคุณสมบัติและประสิทธิภาพควรถูกกำหนดโดยเกณฑ์พื้นฐานที่จะให้บริการขนส่งที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้มีผลกระทบด้านที่ดีต่อสาธารณชนเพื่อให้สามารถดึงดูดผู้คนมาใช้ได้

4.2 การเชื่อมต่อราง (Tracks Connections)

4.2.1 รูปแบบทางรถไฟและการเชื่อมต่อ

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะดำเนินการและเดินรถอยู่บนเส้นทางและรางที่มีอยู่ใน 4 เส้นทางของสายสีแดง โดยได้กล่าวถึงประเภทและสภาพในปัจจุบันของรางที่มีอยู่แล้วในหัวข้อ 4.1 รางบางส่วนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้ความเร็วได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดขอบเขตของงาน และมีความจำเป็นต้องปรับปรุงโครงสร้างราง และได้กล่าวถึงทางเลือกในการดำเนินการและได้เสนอไว้แล้วเพื่อทำการปรับปรุงรางต่อไป

รางที่ได้รับการปรับปรุงแล้วจะยังคงถูกใช้โดยรถไฟหลายประเภท ซึ่งแยกประเภทโดยความเร็วและวัตถุประสงค์ของการให้บริการนั้นๆ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและรถไฟท้องถิ่นจะใช้รางของทั้ง 4 เส้นทางร่วมกันกับรถไฟระยะไกลและรถขนส่งสินค้า อย่างไรก็ตาม ดังที่ข้อกำหนดขอบเขตของงานกำหนดไว้ว่าประเภทของรถและประเภทการให้บริการจะกำหนดประเภทการขึ้น-ลงของผู้โดยสาร จะกำหนดขบวนรถเฉพาะสำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและรถไฟระยะไกลเพื่อให้สอดคล้องกับประเภทของรถไฟและบริการ

การจัดผู้โดยสาร ระบบลาก ขบวนรถ ความเร็ว ลักษณะการเร่งและลดความเร็วนี้เป็นสิ่งที่ทำให้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแตกต่างจากรถไฟระยะไกล ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.1 บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะมี 2 ประเภท คือ รถสายธรรมดาจอดทุกสถานี และรถสายด่วน เมื่อเปรียบเทียบกับรถไฟระยะไกลแล้ว ทั้งรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายธรรมดาและสายด่วน ไม่ว่าจะเป็นรถไฟไฟฟ้า EMU หรือรถดีเซลรางจะมีอัตราเร่งและลดความเร็วสูงกว่า มีความเร็วเฉลี่ยสูงกว่า มีจำนวนผู้โดยสารมากที่สุด 10 ตู้ต่อขบวน มีการตกแต่งและมีสิ่งอำนวยความสะดวกภายในที่แตกต่างออกไป จะออกแบบการรองรับผู้โดยสารตามความต้องการ ซึ่งเหมาะสมกับการเดินทางที่ใช้ระยะเวลาน้อยซึ่งขึ้นอยู่ด้วยความเร็วเฉลี่ยของรถ ระยะทางที่เดินทาง จำนวนสถานีที่หยุดระหว่างทาง และเวลาจอดที่สถานีต่างๆ เหล่านั้น รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะหยุดที่ทุกสถานี แต่รถไฟสายด่วนจะหยุดเพียงที่สถานีที่สำคัญของเส้นทางเท่านั้น ซึ่งจะกำหนดโดยจำนวนผู้โดยสารที่สถานี อย่างไรก็ตาม รถไฟระยะไกลจะหยุดตามสถานีต่างๆ ในแผนและตารางเดินรถของการรถไฟฯ

ประเด็นเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาและแก้ปัญหาในช่วงการเตรียมการและวางแผนการดำเนินการเพื่อให้สามารถให้บริการทุกประเภทได้โดยง่าย ซึ่งแต่ละเส้นทางทั้ง 4 เส้นทางในโครงการฯ มีการกิจที่จะต้องยอมให้ขบวนรถต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นผ่านบนรางของแต่ละเส้นทาง

4.2.1.1 สถานี

ณ ปลายเส้นทางด้านนอกของแต่ละเส้นทางมีสถานีที่เป็นเสมือนประตูสู่ระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง สถานีเหล่านี้ ได้แก่ สถานีบ้านภาชีในสายเหนือ สถานีนครปฐมในสายตะวันตก สถานีฉะเชิงเทราในสายตะวันออก และสถานีปากท่อในสายใต้ สถานีเหล่านี้มีย่านสถานีซึ่งจะได้รับการจัดรูปแบบการวางรางใหม่ เพื่อให้รองรับการบริการใหม่ และเพื่อรองรับความต้องการของล้อเลื่อนประเภทต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้คือ รถไฟฟ้าเพื่อการให้บริการขนส่งมวลชนจะต้องสามารถขึ้นและลงโดยใช้พื้นที่ขนาดเล็กที่มีความสูงเท่ากับระดับพื้นของตัวรถ ซึ่งจะสามารถขึ้นและลงได้อย่างรวดเร็ว และทำให้สามารถเข้าถึงตัวรถไฟฟ้าได้อย่างราบรื่นและง่ายดาย ซึ่งรวมไปถึงกลุ่มผู้พิการ ซึ่งจะลดเวลาจอดที่สถานี และทำให้ความเร็วเฉลี่ยตลอดสายเพิ่มขึ้น

ในทางตรงกันข้าม รถไฟฟ้าระยะไกลหรือการบริการอื่นของการรถไฟฟ้า ที่มิได้เป็นส่วนของแผนรถไฟฟ้าฟานเมืองสายสีแดง จะยังคงใช้ขนาดพื้นที่แบบเดิม แม้ว่าจะเพิ่มความสูงขึ้นอีก 50 เซนติเมตรตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดขอบเขตของงาน ผลของการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงในการขึ้นลงดังกล่าวจะทำให้สถานีที่มีอยู่ในปัจจุบันของโครงการฯ และสถานีต่างๆ ของสายสีแดงต้องเปลี่ยนระดับความสูงและรูปร่างของขนาดพื้นที่ให้สามารถรองรับรูปแบบการขึ้นลงใหม่นี้ สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานในการให้บริการอย่างใดก็ตาม เพื่อเป็นการลดการลงทุนในขั้นต้น อาจเป็นไปได้หากมองแผนการดำเนินการโดยรวมซึ่งในระยะแรกจะดำเนินการปรับเปลี่ยนเพียงบางสถานี และเลื่อนกำหนดการเสร็จสมบูรณ์ออกไปในระยะหลังเมื่อมีปริมาณความต้องการเดินทางเพิ่มขึ้น หรือเงื่อนไขทางสังคมและการยินยอมหรือบังคับให้ดำเนินการ

มาตรฐานที่แตกต่างกันของขนาดพื้นที่ 2 ประเภทบังคับให้ต้องแยกแนวเส้นทางของระยะไกลออกจากรถไฟฟ้าฟานเมืองและรถไฟฟ้าระหว่างเมือง เพื่อให้รถแต่ละประเภทเข้าขนาดพื้นที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นผลให้ต้องปรับเปลี่ยนแนวรางและประแจ

แนวคิดเบื้องต้นในการวางแผนรางที่สถานีแสดงในภาพที่ 1 พิจารณาว่ารถไฟฟ้าฟานเมืองและรถไฟฟ้าระยะไกลหรือรางหลักสำหรับรถไฟฟ้าระยะไกล อย่างไรก็ตาม ย่านสถานีและจำนวนและตำแหน่งของรางจะต้องปรับเปลี่ยนสำหรับแต่ละสถานีตามความต้องการการดำเนินการและเขตทางในพื้นที่สถานี

4.2.2.2 การเชื่อมต่อรางและการบริการ (Track and Service Connections)

สถานีปลายทางในโครงการรถไฟฟ้า 4 เส้นทางนี้ควรอยู่ในสภาพที่จะก่อให้เกิดการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลระหว่างรถไฟฟ้าระยะไกลของการรถไฟฟ้า จากทุกทิศทางกับเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีแดง สถานีปลายทางที่มีอยู่จะกลายเป็นประตูสู่ระบบรถไฟฟ้าสายสีแดงและแนวรางจะต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าวนี้

สถานีอื่นๆ ในเส้นทางทั้ง 4 เส้นทาง คือ ระหว่างสถานีประตูทางเข้ากับส่วนในของเส้นทางจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้สามารถหยุดรถและหลักทางสำหรับขบวนรถทุกประเภทในระบบได้

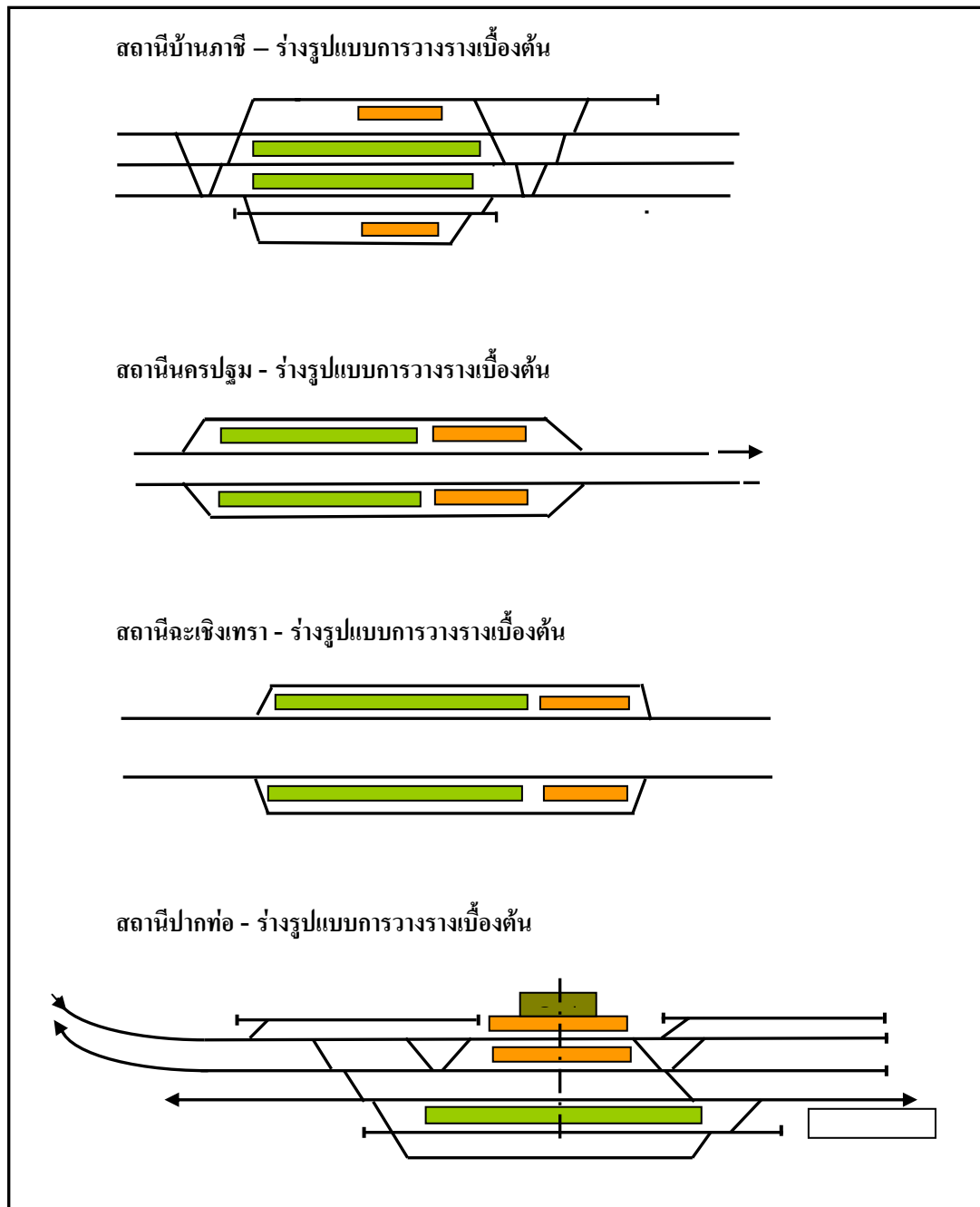
การศึกษาจนถึงขณะนี้ได้แสดงให้เห็นว่ามิจงานที่จะต้องดำเนินการเพื่อการปรับเปลี่ยนชานชาลาซึ่งส่งผลให้ไม่เพียงแต่จะต้องปรับเปลี่ยนอาคารสถานีและทางเข้าสู่ชานชาลาต่างๆ เท่านั้น แต่ยังจะต้องปรับเปลี่ยนแนวการวางรางและเปลี่ยนประแจราง และในบางกรณีจะต้องเปลี่ยน siding และ switch อีกด้วย นอกจากนี้ ยังได้มีการพิจารณาและวางแผนอย่างใส่ใจเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เสาไฟ portals ระบบ catenary และ conductor อุปกรณ์ auto-tensioning การต่อสายดิน และอื่นๆ โดยคำนึงถึงระยะปลอดภัยและช่องเปิดที่ต้องการด้วย

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การแยกชานชาลาระหว่างรถไฟระยะไกลกับรถไฟชานเมืองนั้น ถูกบังคับโดยความสูงของพื้นชานชาลา แต่สำหรับกรณีที่รถไฟระยะไกลไม่ได้จอดที่สถานีนั้นๆ ก็ตาม ยังจะต้องคงแยกระหว่างรางของรถไฟระยะไกลกับรางของรถไฟชานเมืองออกจากกันเท่าที่เป็นไปได้โดยคำนึงความปลอดภัยและความเร็วของรถไฟ และควรมีรั้วกันอันตรายเพื่อแยกระหว่างรางรถไฟระยะไกลและรางรถไฟชานเมืองเพื่อให้มั่นใจว่าผู้โดยสารจะไม่สามารถเดินข้ามรางได้ และจะต้องใช้ทางข้ามหรือทางลอดที่จะไว้ให้

4.2.2.3 การจัดการเชื่อมต่อที่สถานีประตู (Gate Stations)

ภาพที่ 1 ข้างล่างนี้แสดงร่างรูปแบบการจัดการเบื้องต้นที่สถานีประตู (gate station) ของทั้ง 4 เส้นทางที่สถานีบ้านภาชี สถานีนครปฐม สถานีฉะเชิงเทรา และสถานีปากท่อ

ภาพที่ 1 ร่างรูปแบบการจัดการเบื้องต้นที่สถานีประตู (gate station)



รูปแบบเหล่านี้จะต้องได้รับการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมกับฝ่ายจัดการและฝ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องของการรถไฟฟ้า เพื่อที่จะตรวจสอบยืนยันประเด็นต่างๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง รวมถึงผลกระทบต่อการดำเนินการของการรถไฟฟ้าในอนาคต ทั้งในระหว่างขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงและภายหลังจากได้ดำเนินการแบบสุดท้ายไปแล้ว

4.3 ทบทวนการออกแบบระบบการเดินรถไฟฟ้าซึ่งกำลังดำเนินการออกแบบอยู่ภายใต้โครงการอื่น และระบบการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนภายใต้โครงการศึกษานี้

4.3.1 บทนำ

สรุปรายงานการศึกษาระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายโครงการรถไฟฟ้าสายสีแดงนี้ จากการที่ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการรถไฟฟ้าสายสีแดงทั้ง 4 ช่วงดังที่กล่าวข้างต้น ปรากฏการศึกษาทั้งในทางเทคนิคและการลงทุนและจากการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การไฟฟ้านครหลวง การรถไฟฟ้าแห่งประเทศไทยและหน่วยงาน สนข. ซึ่งพอจะสรุปผลการดำเนินการการศึกษาระบบไฟฟ้ากำลังได้ระดับหนึ่ง

4.3.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของรายงานการศึกษาก็เพื่อศึกษาและค้นหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย น่าเชื่อถือและราคาที่เหมาะสมกับการลงทุน

4.3.3 นโยบายแผนงานของโครงการ

รัฐบาลไทยหรือการรถไฟฟ้าแห่งประเทศไทยได้มีนโยบายลดปัญหาด้านการเงิน โดยได้จ้างกลุ่มบริษัทที่ปรึกษาทำการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและผลสรุปของโครงการ เพื่อที่จะกำหนดทิศทางปฏิบัติของโครงการที่เหมาะสม ประหยัด และมีประสิทธิภาพที่สุด ในแง่ของระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายให้โครงการรถไฟฟ้าที่จะมองหาระบบไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งของการไฟฟ้านครหลวงและภูมิภาคที่ใกล้ที่สุด

4.3.4 ผลการศึกษาขั้นสุดท้ายและข้อเสนอแนะ

โครงการระบบขนส่งทางรถไฟทั้งสี่เส้นทาง จะมีเส้นทางตามทางเดิมของการรถไฟฟ้าแห่งประเทศไทยทั่วๆ ไปหากอยู่ในเมืองจะเป็นทางยกระดับและจะวิ่งระดับพื้นถนนเมื่อออกนอกเมืองไปแล้ว

จากการสรุปผลรายงานการศึกษขั้นสุดท้ายพร้อมกับการรวบรวมข้อมูลต่างๆ สามารถที่จะใช้เป็นแนวทางกำหนดการทำงานของระบบโดยรวม ซึ่งได้นำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดง ซึ่งจะพัฒนาระบบรถไฟฟ้าให้ทันสมัยและ เหมาะสมกับการเดินรถโดยจะเปลี่ยนจากระบบรถไฟดีเซลรางเป็นระบบขับเคลื่อนด้วยรถไฟฟ้า เมื่อมองในแง่การลงทุนช่วงแรกระบบรถไฟฟ้าจะมีราคาสูงอยู่บ้าง เมื่อเทียบกับระบบรถไฟที่ใช้เครื่องยนต์ แต่ในระยะยาว ระบบรถไฟฟ้าจะมีราคาถูกกว่ามาก

ข้อเสนอแนะของบริษัทที่ปรึกษาเกี่ยวกับผลการศึกษา มีดังนี้

- ระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายให้อาคาร สถานีรถไฟฟ้า ควรที่จะต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงหรือของภูมิภาคที่มีอยู่แล้วและใกล้บริเวณสถานีนั่นๆ
- ในส่วนระบบไฟฟ้ากำลังขับเคลื่อนรถไฟฟ้าควรจะเป็นระบบไฟฟ้าที่จ่ายลอยบนอากาศ ซึ่งจะปลอดภัยและใช้กันแพร่หลายทั่วๆ ไป ซึ่งจะปลอดภัยกว่าระบบรางที่สามที่วิ่งขนานอยู่ในระดับรางวิ่ง

- จากการศึกษาความต้องการของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟทั้งสายและส่วนต่างๆ ของสายสีแดง ระบบจ่ายไฟแบบใช้หม้อแปลงจ่ายไฟชนิดออโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์น่าจะมีความเหมาะสมที่สุดและประหยัดที่สุด ระบบออโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ หลังจากรับไฟจากแหล่งจ่ายของการไฟฟ้านครหลวงหรือภูมิภาคซึ่งจะมีอยู่ไม่มากนัก และไม่บ่อยนักที่จะอยู่ใกล้เส้นทางของโครงการ เมื่อเข้าระบบจ่ายไฟฟ้ากำลังของระบบขับเคลื่อน ซึ่งเป็นระบบลอยกลางอากาศที่ติดตั้งเหนือเส้นทางตลอดแนวก็สามารถที่จะจ่ายได้ในระยะทางไกลๆ มากกว่า 50 กิโลเมตร ซึ่งจะเป็นการประหยัดกว่าระบบอื่นๆ ที่ต้องการสถานีจ่ายไปในระยะใกล้ๆ ประมาณ 10-15 กิโลเมตร

- โครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงช่วงรอบในเมืองควรมีสถานีจ่ายไฟฟ้ากำลังบริเวณที่ของการรถไฟฯ แถวบางซื่อ ซึ่งจะมีระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้านครหลวงและฝ่ายผลิตอยู่ไม่ไกลนัก ส่วนสายสีแดงที่ต่อออกไปทั้งสายวิ่งมีระยะทางไม่เกิน 100 กิโลเมตร ก็ควรจะให้มีสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยที่รับจากการไฟฟ้าขึ้นอีกที่หนึ่ง ซึ่งอาจอยู่ปลายทางหรือใกล้ปลายทางบริเวณที่สามารถหาแหล่งจ่ายจากการไฟฟ้าฯ ได้ไม่ไกลนัก ออกนอกเมืองกรุงเทพไปแล้วเนื้อที่และราคาที่ดินก็ไม่แพงนัก ส่วนสถานที่ที่แน่นอนคงต้องประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดขั้นต่อไป

ดังนั้น จากผลการศึกษาขั้นสุดท้ายของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งสาย ในส่วนของระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายให้ระบบขับเคลื่อนรถไฟฯ กลุ่มบริษัทที่ปรึกษาขอเสนอแนะว่าควรจะเป็นระบบออโต้ทรานส์ฟอร์มเมอร์ (AT) ที่รับจากการไฟฟ้าฯ มาแล้วและจ่ายเข้าระบบจ่ายไฟของโครงการที่เป็นแบบระบบจ่ายแบบลอยกลางอากาศ ซึ่งจะประหยัดในแง่การลงทุน มีความปลอดภัยสูง และให้ประสิทธิภาพสูงในระยะยาว

4.4 การศึกษาเพื่อออกแบบและปรับปรุงระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมในพื้นที่การเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนทั้งหมด

4.4.1 วัตถุประสงค์

เอกสารนี้ได้บรรยายรายละเอียดของระบบโทรคมนาคมที่ได้จัดเตรียมสำหรับระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบขนส่งมวลชนสายสีแดงซึ่งได้นำเสนอระบบที่ทันสมัย และเป็นระบบโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง ที่จะนำมาใช้ในปริมณฑลกรุงเทพมหานครและเมืองบริวาร ระบบได้บรรยายพื้นฐานมาจากโครงการระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟสายสีแดงที่เป็นระบบโครงข่ายการเดินรถที่เป็นระบบที่คล้ายกัน และสามารถร่วมระบบได้ซึ่งกันและกัน ทั้งระบบการเดินรถและโทรคมนาคม

4.4.2 บทความทั่วไป

การให้บริการการเดินรถที่ทันสมัยอย่างเช่นสายสีแดง จำเป็นที่จะต้องจัดให้มีระบบที่ทันสมัย และสามารถประสานการทำงานของระบบโทรคมนาคมได้ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารและความปลอดภัย รายละเอียดของระบบโทรคมนาคมที่จะอธิบายในรายงานนี้จะนำเสนอข้อหลักๆ ของระบบที่มีเทคโนโลยีทันสมัย ระบบโครงข่ายรถขนส่งด้วยรถไฟสายสีแดงควรจะเป็นระบบที่มีการทำงานร่วมกันได้ทุกๆ สาย ดังนั้นการออกแบบจึงจำเป็นต้องมีการประสานงานซึ่งกันและกันในทุกด้านอย่างใกล้ชิด รวมทั้งผู้รับเหมา

และผู้จัดหาด้วย ระบบโทรคมนาคมที่นำเสนอจะเป็นการออกแบบระบบใหม่ทั้งหมดทั้งอุปกรณ์และระบบซอฟต์แวร์ของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งสี่สาย เพื่อแทนระบบเก่าที่ใช้มานานและไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้

จากผลสรุปรายงานขั้นสุดท้าย มีข้อเสนอว่าในบางสถานีของระบบโครงการขนส่งโดยรถไฟฟ้าทั้งสี่สายพบว่า บางสถานีจะมีขนาดเล็ก โดยเฉพาะสถานีที่อยู่ห่างไกลและมีจำนวนผู้ใช้บริการน้อย เพื่อเป็นการประหยัดเงินลงทุนจึงออกแบบให้เล็กกว่าสถานีหลักๆ ทั่วไป ระบบโทรคมนาคมเองก็อาจลดอุปกรณ์บางอย่างไปบ้างตามสมควร ทั้งนี้ ระบบอุปกรณ์หลักๆ ก็ยังคงมีและสามารถตรวจสอบและมอนิเตอร์ได้โดยศูนย์ควบคุมและสถานีหลักๆ ถัดไป ส่วนรายละเอียดว่าจะต้องมีและไม่มีอุปกรณ์อะไรบ้างคงต้องดูในการออกแบบรายละเอียดขั้นต่อไป

4.4.3 ภาพรวมแนวทางการทำงานของระบบ

วัตถุประสงค์หลักของระบบโทรคมนาคมในโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งสี่สาย ก็เพื่อเป็นการจัดเตรียมการทำงานของระบบและอุปกรณ์ความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพเพียงพอกับระบบเครือข่ายการรถไฟ ระบบโทรคมนาคม รวมทั้งการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และระบบการให้บริการผู้โดยสาร

ระบบโทรคมนาคมจะเป็นตัวเสริมระบบการปฏิบัติการเดินรถ เกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยและการบริการผู้โดยสาร โดยผ่านระบบย่อยต่างๆ ของเครือข่ายระบบโทรคมนาคม และสามารถเชื่อมต่อระบบให้กว้างออกไปถึงสายต่างๆ ของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดง และสามารถให้บริการกับโครงข่ายการเดินรถรอบนอกระหว่างเมืองต่างๆ ของการรถไฟแห่งประเทศไทย

การออกแบบระบบโทรคมนาคมจะให้ความสำคัญ เน้นในแง่ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและความมั่นคงและมีเสถียรภาพของระบบ โดยเฉพาะการทำงานของระบบต้องรองรับเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินต่างๆ เช่น มีระบบกันรถไฟวิ่งเร็วเกินพิกัด มีระบบกันรถไฟชนกัน และถ้ามีอุบัติเหตุ เช่น รถไฟตกรางหรือไฟไหม้ ระบบโทรคมนาคมต้องมีระบบการทำงานและระบบความปลอดภัยต่างๆ รองรับ

ระบบโทรคมนาคมที่ใช้ควรจะเป็นระบบที่ทันสมัย หรือเป็นระบบที่ทันสมัยเท่าที่หามาได้มีในขณะติดตั้งและเป็นระบบที่การรถไฟแห่งประเทศไทยคุ้นเคยเข้าถึงระบบได้ ในโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งสี่สายจะต้องมีระบบโทรคมนาคมที่การทำงานร่วมกันได้และประสานกันได้และอุปกรณ์ที่เป็นมาตรฐานการผลิตแบบสากล สามารถใช้งานร่วมกันได้หรือสามารถเข้ากันได้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การจัดเตรียมระบบจะต้องออกแบบจัดหาระบบที่สามารถขยายเครือข่ายได้ และสามารถทำระบบที่ได้จัดหาติดตั้งนี้เป็นระบบใหม่ได้ตามสากล

จากโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งสี่สาย มีลักษณะที่แยกเส้นทางหรือทิศทางกันซึ่งมีชื่อเรียกดังต่อไปนี้

- คลังชั้น - นครปฐม
- รังสิต - บ้านภาชี

- มวกะสัน - ฉะเชิงเทรา
- มหาชัย - ปากท่อ

จะอย่างไรก็ตามแนวทางการออกแบบระบบและการกำหนดการทำงานของระบบ ต้องประสานกันดี
ได้ทั้งสี่สาย

4.4.3.1 ห้องควบคุม

ห้องควบคุมจะต้องกำหนดให้มีทุกสถานี สถานีหลักจะต้องจัดให้มีอุปกรณ์ที่สามารถควบคุม
สั่งการได้และตรวจสอบการทำงานได้ทุกระบบในสถานีนั้นๆ และสามารถที่จะควบคุมสั่งการและตรวจสอบ
ระบบได้ในสถานีรองที่ใกล้เคียงถัดไป เป็นเสมือนสถานีแม่ข่าย

สถานีรองจะต้องมีระบบควบคุมการทำงานพื้นฐานจัดเตรียมไว้รองรับ ไม่ว่าจะเป็นที่
ห้องควบคุมเฉพาะหรือติดตั้งรวมในห้องอื่น เช่น ห้องขายตั๋วหรือห้องหลักๆ ของสถานีที่มีความปลอดภัยสูง
เหมาะที่จะใช้เป็นห้องติดตั้งระบบสั่งการและควบคุมได้ การเข้าถึงพื้นที่ควรจัดเตรียมเพื่อการปฏิบัติงานและงาน
บำรุงรักษาระบบด้วย

ศูนย์ปฏิบัติงานของระบบทั้งหมดควรที่จะจัดเตรียมออกแบบให้มีเพื่อสามารถใช้ปฏิบัติการ
ควบคุม สั่งการ และตรวจสอบได้ทั้งหมด ศูนย์ปฏิบัติงานจะเป็นศูนย์ควบคุมหลักรวมทั้งสี่สาย อุปกรณ์ควบคุม
หลัก รวมทั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นของเครือข่ายระบบโทรคมนาคม เช่น ระบบวิทยุควรจะมีอยู่ในนี้ด้วย

มีข้อเสนอแนะว่าหน้าที่ของระบบควบคุมหลักจะสามารถทำงานประสานได้ทั้งหมดระหว่าง
คนกับอุปกรณ์โดยผ่านชุดสถานีทำงานและระบบอุปกรณ์ชุดคำสั่งเว็บ การออกแบบนี้จะรวมถึงการกำหนด
หน้าที่การทำงานและการอนุญาตให้ผู้ใช้เข้าถึงระบบที่ต่างระดับกันออกไป เพื่อความปลอดภัย อุปกรณ์ต่างๆ จะมี
การควบคุมการเข้าถึงระบบ การทำงานจะต้องสามารถให้เจ้าหน้าที่เข้าถึงระบบและบำรุงรักษาระบบสามารถ
เข้าไปจัดการได้ในสถานีควบคุมต่างๆ ได้ทุกสถานี ในหลักการเดียวกันกับที่ห้องควบคุมตามสถานีและตาม
ตำแหน่งห้องปฏิบัติงานของหน่วยบำรุงรักษา

การจะเข้าถึงระบบหรือเข้าไปทำงานได้จะต้องผ่านระบบเช็คความปลอดภัย ต้องมีบัตร
เจ้าหน้าที่ที่มีรหัสผ่าน รวมทั้งรายละเอียดของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน เช่น ชื่อและสกุล เวลาเข้าและออก และ
รายละเอียดต่างๆ เจ้าหน้าที่ต่างระดับ ต่างหน้าที่รับผิดชอบก็จะกำหนดและควบคุมให้สามารถเข้าได้ต่างกัน
ออกไปแล้วแต่สมควร เพื่ออำนวยความสะดวกให้เจ้าหน้าที่ที่มีอำนาจสามารถปฏิบัติงานได้ รวดเร็วทันเหตุการณ์ ตลอด
โครงการการเดินทางของระบบขนส่งทางรถไฟ

คอนโซลแผงควบคุมจะต้องจัดให้มีในตำแหน่งหรือตามจุดควบคุมหลัก ๆ ของระบบ
โทรคมนาคมไว้เพื่อกรณีมีปัญหาการทำงานของระบบและอุปกรณ์

สถานที่ปฏิบัติงานหรือจุดเทอมินอลของหน่วยบำรุงรักษาระบบ จะจัดให้มีที่ทำงานของหน่วย
ตามศูนย์ปฏิบัติงานของระบบและตามสถานีหลักๆ นอกจากนั้น เจ้าหน้าที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์แลปทอป

(Laptop) ที่มีระบบเหมือนกันเข้าต่อและทำงานได้ในระบบวิธีการนี้ ตามจุดปฏิบัติงานบำรุงรักษาจะสามารถเข้าถึงระบบและวิเคราะห์การทำงานของระบบได้ทั้งหมด

4.4.3.2 ห้องอุปกรณ์โทรคมนาคม

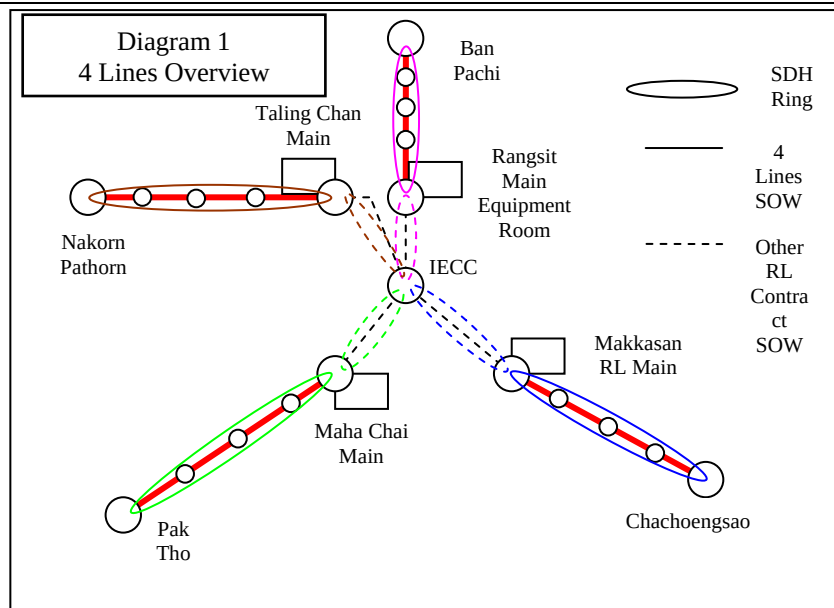
อุปกรณ์หลักของระบบควบคุม จะต้องกำหนดตำแหน่งตามสถานีของแต่ละสาย ห้องอุปกรณ์โทรคมนาคมจะต้องมีตามสถานีหลักต่างๆ อุปกรณ์ของสถานีย่อยสามารถติดตั้งไว้ร่วมกับอุปกรณ์ที่สถานีหลักๆ หรือติดตั้งที่เหมาะสมได้ เช่น ห้องขายตั๋ว ห้องควบคุมในสถานี หรือห้องที่ทำงานหลัก อุปกรณ์โทรคมนาคมทั้งหลายจะต้องติดตั้งในที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหรือมีระบบปรับอากาศ

เครือข่ายส่งข้อมูลจะต้องจัดให้มีจุดเชื่อมต่อระหว่างตัวเองตามที่ต้องการ และระบบควรที่จะสามารถทำงานได้ในลักษณะและหน้าที่ของตัวเองได้ ชุดโครซคัทมันได้

ข้อเสนอแนะว่าระบบในแต่ละเส้นทางของสายสีแดงควรจะมีห้องอุปกรณ์ควบคุมที่มีการทำงานคล้ายกันอยู่ด้วยกันในเส้นทางเดียวกัน ดังตัวอย่างตามรูปข้างล่างนี้ ในขณะที่ศูนย์ควบคุมจะต้องรักษาให้อยู่ที่ศูนย์ปฏิบัติงานของระบบ รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของเครือข่ายรวมระบบ ควรจัดให้มีห้องอุปกรณ์ในแต่ละเส้นทางของสายสีแดง ลักษณะนี้จะมีข้อได้เปรียบที่ดีและมีเสถียรภาพของระบบสูง โดยไม่ต้องไปรวมอยู่จุดเดียวกัน ช่วงสายไหนสร้างเสร็จระบบก็เสร็จพร้อมๆ กัน ไม่ต้องรอกันและรบกวนและหยุดชะงักของระบบที่สร้างเสร็จ ให้บริการแล้วและส่วนที่กำลังจะสร้าง ซึ่งสายสีแดงช่วงในเฟสแรกจะสร้างเสร็จก่อนช่วง 4 สายรอบนอกซึ่งเป็นส่วนต่อขยาย

ข้อเสนอข้างบนแนะนำว่า การจัดหาระบบอุปกรณ์และทำให้ง่ายกับการประสานระบบต่างๆ ควรจะจัดหาอุปกรณ์หรือระบบของแต่ละช่วงหรือแต่ละสายให้เหมือนกัน การประสานต่อกับระบบอื่นๆ หรือช่วงอื่นอาจทำให้มีจุดหรือตำแหน่งห้องที่เหมาะสมในแต่ละช่วงหลักๆ เพื่อสะดวกในการประสานระบบกับช่วงอื่นๆ อุปกรณ์ต่างๆ ทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาใช้ควรจะมีมาตรฐานสากลและเข้ากันได้กับระบบที่ใช้ทั้งหมดของโครงการรถไฟฟ้าสายสีแดง

การทำระบบให้เป็นแบบนี้ก็เพื่อเป็นการง่าย สะดวกในการปฏิบัติงานของแต่ละสายของการเดินรถ หากมีเหตุฉุกเฉินกับสายใดๆ ก็ไม่กระทบกับการเดินรถของสายอื่นๆ ระบบโทรคมนาคมก็สามารถที่จะทำงานได้แบบชุดโครซคัทมัน ตามจุดต่างๆ และการส่งถ่ายข้อมูลแบบนี้ก็สามารถจะลดขนาดและค่าใช้จ่ายในแง่ของระบบสายส่งได้



4.4.4 รายละเอียดของระบบ

ระบบย่อยต่อไปนี้เป็นระบบที่ขอเสนอใช้ในระบบขนส่งรถไฟสายสีแดงทั้งสี่สาย

- ระบบส่งข้อมูล

ระบบส่งข้อมูล คือ การส่งข้อมูลที่ต่อหรือรับมาตามจุดต่างๆ ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ระบบส่งข้อมูลจะจัดเตรียมให้ข้อมูลสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ไม่ว่าจะเป็นระบบการทำงานด้วยเสียงหรือข้อมูล ขอเสนอควรใช้และเลือกระบบแยกอีเทอร์เน็ต หรือไอพี ฐานระบบ สำหรับการส่งข้อมูลที่ไม่วิกฤต ระบบ เนทเวิร์ค แบบแยกวงแหวน ควรจัดให้มีแต่ละสาย การประสานระบบข้อมูล จัดเตรียมภายใต้ผู้รับเหมาอื่น สำหรับสถานีร่วม และศูนย์ปฏิบัติงาน

จากที่กล่าว ขอเสนอว่าการส่งข้อมูลของแต่ละวงจร ควรจะเป็นแบบ STM 4 ที่ความเร็ว 622 เมกะไบต์ต่อวินาที หรือเทียบเท่า พิจารณาจากความจำเป็นของระบบและปริมาณตำแหน่ง ที่ต้องการส่งข้อมูล ของ โนค STM4 ควรจะมีความกว้างของสัญญาณที่เพียงพอและเตรียมสำรอง เพื่อการขยายระบบในอนาคต และ ควรดูความจำเป็นด้วยว่าถ้าเผื่อมีการขยาย หากจะติดตั้งให้เป็นระบบที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น จะประหยัดกว่า ใหม เช่น STM-16

การส่งข้อมูลระหว่างสถานีย่อย อาจส่งด้วยวิธีอื่นที่นอกเหนือจากระบบ SDH ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการ ประหยัดกว่า เช่น ระบบการส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งระบบแม้ก็ได้มีการจัดเตรียมไว้แล้วและสามารถทำได้ ระบบการส่งข้อมูลจะรวมถึงเนทเวิร์คระบบแลน(Lan) ที่ได้จัดเตรียมสำหรับข้อมูลโทรคมนาคมตามพื้นที่นั้นๆ

- ระบบนาฬิกาหลัก

ระบบสัญญาณนาฬิกาหลักจะเป็นระบบการบอกเวลาที่มีระบบแม่รับจากดาวเทียมและพ่วงต่อสัญญาณเวลา ไปหาอุปกรณ์นาฬิกาตัวลูกที่อยู่ตามที่ตั้งต่างๆ ให้ออกเป็นเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ความเที่ยงตรงสูงและยังสามารถลิงค์ระบบเข้ากับระบบอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ระบบการเก็บข้อมูลต่างๆ จะบอกเป็นเวลาเดียวกัน ซึ่งมีความสำคัญกรณีมีเหตุต่างๆ ก็สามารถสืบหาและรู้เวลาที่แน่นอนได้

ระบบนาฬิกาหลักจะมีการรวมของสัญญาณนาฬิกาและดิจิทัล จะมีติดอยู่ทั่วไป เพื่อปฏิบัติงานและบอกเวลากับผู้คนทั่วไป

ระบบนาฬิกาแม่จะอยู่ที่ศูนย์ควบคุมประสานระบบ ซึ่งจัดให้มีโดยผู้รับเหมาสายสีแดง และมีจุดประสงค์ให้ใช้ได้ทั้งทุกสายกับระบบขนส่งด้วยรถไฟฟ้าทั้งสี่สาย อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จัดเตรียมโดยผู้รับเหมา ควรจะเป็นระบบที่เข้ากันได้ทั้งสี่สาย

- ระบบโทรศัพท์

ระบบนี้จะเป็นการจัดเตรียมด้วยระบบสัญญาณเสียง ทั้งโครงข่ายการเดินรถ มีระบบบริการโทรผ่านตู้อัตโนมัติ ที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย บริการได้ทันที

ผู้สลับสายโทรศัพท์แม่จะติดตั้งตามห้องควบคุมหลัก และผู้สลับสายโทรศัพท์ที่มีขนาดเล็กจะติดตั้งนอกสถานที่มีหลายๆ สถานี เพื่อติดต่อภายในและสลับสาย

ระบบโทรศัพท์ควรจะเป็นระบบที่เปิดสากลที่สามารถประสานกับระบบอื่นๆ และของ รฟท. ที่มีอยู่แล้วได้ รวมทั้งสามารถต่อเข้าระบบโทรศัพท์สาธารณะได้

ระบบโทรศัพท์ที่จะจัดหาควรจะมีหน้าที่ได้ทั้งสามประการ คือ ระบบโทรศัพท์สายตรง สำหรับการติดต่อสนทนา ระบบที่สองคือระบบโทรศัพท์ภายใน ใช้ภาวะติดต่อสม่ำเสมอปกติ และระบบที่สาม เป็นระบบโทรศัพท์ที่ใช้กับการเดินรถโดยเจ้าหน้าที่หรือคนขับรถเท่านั้น โดยไม่ต้องมีวิทยุ หรือกรณีระบบวิทยุสื่อสารมีปัญหาก็ยังติดต่อกันได้

ระบบด้วยอื่นๆ หรือระบบลูกควรจะมีผู้สลับสัญญาณแบบง่ายๆ ที่ชั้นขานขลา เป็นระบบใช้ตรงการสลับง่ายๆ แบบเดี่ยวหรือสายตรง บางกรณีควรเป็นแบบกดตรงเข้าถึงผู้รับเลย เพื่อความรวดเร็ว หรือจัดเก็บเบอร์เรียกตรงในกลุ่มที่จำเป็นเท่านั้น ส่วนเบอร์ที่นอกนั้น ไม่จำเป็นก็ให้เป็นระบบกดเบอร์ธรรมดา

- ระบบโทรศัพท์สนั่วงจรปิด

ระบบโทรศัพท์สนั่วงจรปิดควรที่จะมีใช้เพื่อความปลอดภัยและสอดคล้องดูแลความปลอดภัยในพื้นที่หลักๆ ในโครงการระบบขนส่งทางรถไฟ มีการเก็บข้อมูลภาพ กรณีมีอุบัติเหตุ เพื่อวิเคราะห์และเป็นหลักฐานการสืบหาข้อเท็จจริง

พื้นที่ที่ควรจะต้องติดตั้งวงจรปิด มีดังนี้

- บริเวณชั้นชานชาลา
- บริเวณชั้นขายตั๋วโดยสาร
- ประตูเข้าออกเครื่องเช็คตั๋ว
- บริเวณบรรไดเลื่อน
- ในลิฟท์
- บริเวณรอเพื่อขอความช่วยเหลือ
- บริเวณทางเข้าและออก
- บริเวณทางเข้าพนักงาน
- ทางอพยพผู้โดยสาร
- บริเวณเส้นทางขนถ่ายเงิน
- บริเวณห้องโถงอุโมงค์
- บริเวณรอบๆ และทางเข้าที่เชื่อมต่อตัวสถานีหรืออาคาร เช่น สถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยเพื่อการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า
- จอทีวีของระบบโทรทัศน์วงจรปิดและแผงคอนโซลเพื่อปรับดูกล้องจะติดตั้งไว้ห้องควบคุมในสถานีและที่ศูนย์ประสานงานของระบบ และที่อุโมงค์บำรุง
- ห้องควบคุมตามสถานี จะสามารถดูได้เฉพาะกล้องในบริเวณหรือสถานีนั่นๆ เท่านั้น ส่วนห้องที่ศูนย์ปฏิบัติงาน จะสามารถดูจากกล้องได้ทุกตัว

• ระบบป้ายประกาศ

ระบบป้ายประกาศจะมีใช้เพื่อกระจายข่าวสารที่เกิดขึ้น และจะสามารถบันทึกเก็บข้อมูลข่าวสารไว้ได้ จะสามารถประกาศได้ทั่วบริเวณพื้นที่ด้านหลังและในห้องเครื่องต่าง ๆ และมีไว้เพื่อประกาศทั่วไปและใช้ในการปฏิบัติการเดินรถอำนวยความสะดวกปลอดภัย หากมีอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินก็สามารถใช้ประกาศเพื่อการอพยพ

การออกแบบระบบป้ายประกาศควรจะเป็นระบบแบ่งโซนหรือพื้นที่ เพื่อกำหนดการป้ายประกาศเป็นกลุ่มๆ ไป ตามเหมาะสม ทุกๆ พื้นที่หรือโซนควรจะให้มีระบบสำรองเพื่อสมรรถนะที่ดีหากชุดหนึ่งมีปัญหาชุดอุปกรณ์ที่สำรองก็สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ และระบบการเดินสายต่างๆ ควรจะเป็นสายที่ทนไฟได้เป็นเวลานาน ตามมาตรฐานสากล

จุดป้ายประกาศควรมีตามห้องควบคุมในสถานีต่างๆ และศูนย์ปฏิบัติงานหลักของโครงการขนส่งทางรถไฟสายสีแดงทั้งหมด นอกนั้นอาจจัดให้มีจุดสามารถประกาศได้ที่บริเวณชั้นชานชาลา เวลาเมื่ออุบัติเหตุหรือเกิดเหตุฉุกเฉินจำเป็น การประกาศช่วยผู้โดยสารอพยพไปสู่ที่ที่ปลอดภัย จะสามารถทำได้และมีประสิทธิภาพตามเป้าหมาย

- ระบบวิทยุ

ระบบนี้จะเป็นระบบการสื่อสารวิทยุแบบไร้สาย วิทยุเพื่อปฏิบัติงาน งานซ่อมบำรุง และส่งข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ ระบบวิทยุอาจใช้สื่อสารกับหน่วยงานที่ไม่เกี่ยวกับการเดินรถก็ได้ เช่น ช่วยในการประชาสัมพันธ์ให้ผู้โดยสารและงานโฆษณาต่างๆ

ขอเสนอว่าระบบวิทยุที่ใช้ควรเป็นระบบวิทยุสื่อสารที่ทันสมัย เช่น ระบบมาตรฐานสากล TETRA ควรที่จะนำมาใช้ในรถไฟสายสีแดงทั้งสี่เส้นทาง ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายวิทยุที่เป็นสากลใช้ทั่วโลก ระบบทั้งตัวแม่และตัวลูกและอุปกรณ์ ที่จัดเตรียม ควรเป็นสากลที่สามารถใช้ร่วมกับระบบอื่นๆ ได้และสามารถรับส่งได้ตามระยะคลื่นที่กำหนดอย่างไม่มีข้อแม้

- ระบบสื่อสารในรถไฟ

ฐานระบบสื่อสารบนรถไฟทั้งหมดที่ควรมีในระบบการเดินรถ ซึ่งจะจัดเตรียมให้มีภายใต้ระบบนี้ รวมถึงระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่ลิงค์ระบบเข้าโครงข่ายสื่อสารเพื่อการเดินรถ และงานซ่อมบำรุง ระบบประชาสัมพันธ์ผู้โดยสาร ระบบงานบริหารการเดินรถ หน้าที่การทำงานของทั้งระบบประชาสัมพันธ์ผู้โดยสาร และบริหารจัดการการเดินรถ จะไม่ได้กล่าวไว้ในระบบรถไฟ อาจต้องการretro fitting ระบบสื่อสารแบบไร้สาย จำเป็นที่จะมีใช้ในระบบการเดินรถทั้งหมดของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดง ไม่ว่าจะเป็นแบบใดและมีต้นกำเนิดที่ไหน

ระบบวิทยุจะต้องจัดให้มีหรือเป็นได้ทั้งระบบเสียงและข้อมูลไร้สาย ที่สามารถลิงค์ต่อระหว่างรถกับบริเวณรางวิ่ง รถกับสถานี และรถกับศูนย์ควบคุม เครื่องหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ

- ระบบควบคุมและสั่งการระยะไกล หรือ สกาด้า (SCADA)

ระบบควบคุมและสั่งการระยะไกล หรือ สกาด้า จะต้องมีการควบคุมและสั่งการ สามารถทำได้จากศูนย์ปฏิบัติงานของระบบการจ่ายไฟฟ้ากำลังของการเดินรถ ขอเสนอว่าระบบสกาด้า ควรจะจัดเตรียมโดยผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อขับเคลื่อนรถ และจะไม่มีงานอื่นที่มีระบบนี้ ภายใต้งานระบบโทรคมนาคม ยกเว้นระบบการส่งถ่ายข้อมูลที่ต้องผ่านระบบเครือข่ายของโทรคมนาคม

- ระบบบริหารจัดการในสถานี

ระบบบริหารจัดการในสถานีจะมีหน้าที่ควบคุมดูแลงานบริหารจัดการในทุกๆ สถานี อาจเป็นฐานระบบเดี่ยวสามารถทำงานด้วยตัวเอง ระบบนี้จะรวมไปถึงระบบประสานการทำงานกับอุปกรณ์ในอาคาร และสามารถที่จะต่อลิงค์ระบบเข้ากับศูนย์ควบคุมระบบ เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติการได้ระยะไกล

- ระบบประชาสัมพันธ์แบบแผงแสดง

ระบบประชาสัมพันธ์แบบแผงแสดงจะเป็นระบบที่มีทั้งภาพและเสียง เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้โดยสาร และสามารถที่จะใช้กับการเดินรถ ข่าวสารทั่วไป กรณีเกิดอุบัติเหตุ และอพยพผู้โดยสาร ยังใช้กับการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบขบวนและราคาตั๋ว โดยผ่านแผงโฆษณาหรือประชาสัมพันธ์

จอภาพแบบไดโอดเปล่งแสง (แอลอีดี) จะจัดให้มีตามที่ต่างๆ เช่น ทางเข้าสถานี ขึ้นขบวนรถ และชั้น
ชานชาลา ระบบข้อมูลข่าวสารต่างๆ จะถูกส่งมาจากห้องควบคุมในสถานีหรือศูนย์ปฏิบัติงาน

- ระบบบริหารจัดการงานผู้โดยสารและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

ระบบบริหารจัดการงานผู้โดยสารและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ควรจะจัดเตรียมให้มีระบบ
เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ เซิร์ฟเวอร์ ระบบต่อเชื่อมข้อมูล และโปรแกรมซอฟต์แวร์
ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานการเดินรถและรักษาระบบ ของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟสายสีแดง

4.5 แผนการสร้างโรงซ่อม

4.5.1 สรุปแผนโรงซ่อม

4.5.1.1 สภาพที่ของโรงซ่อมบำรุง

การออกแบบโรงซ่อมสำหรับรถไฟฟ้าสายสีแดง จะต้องมีความเหมาะสมให้ใกล้เคียงที่สุดกับราง
ในการหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายรถเข้าออกในงานบริการ

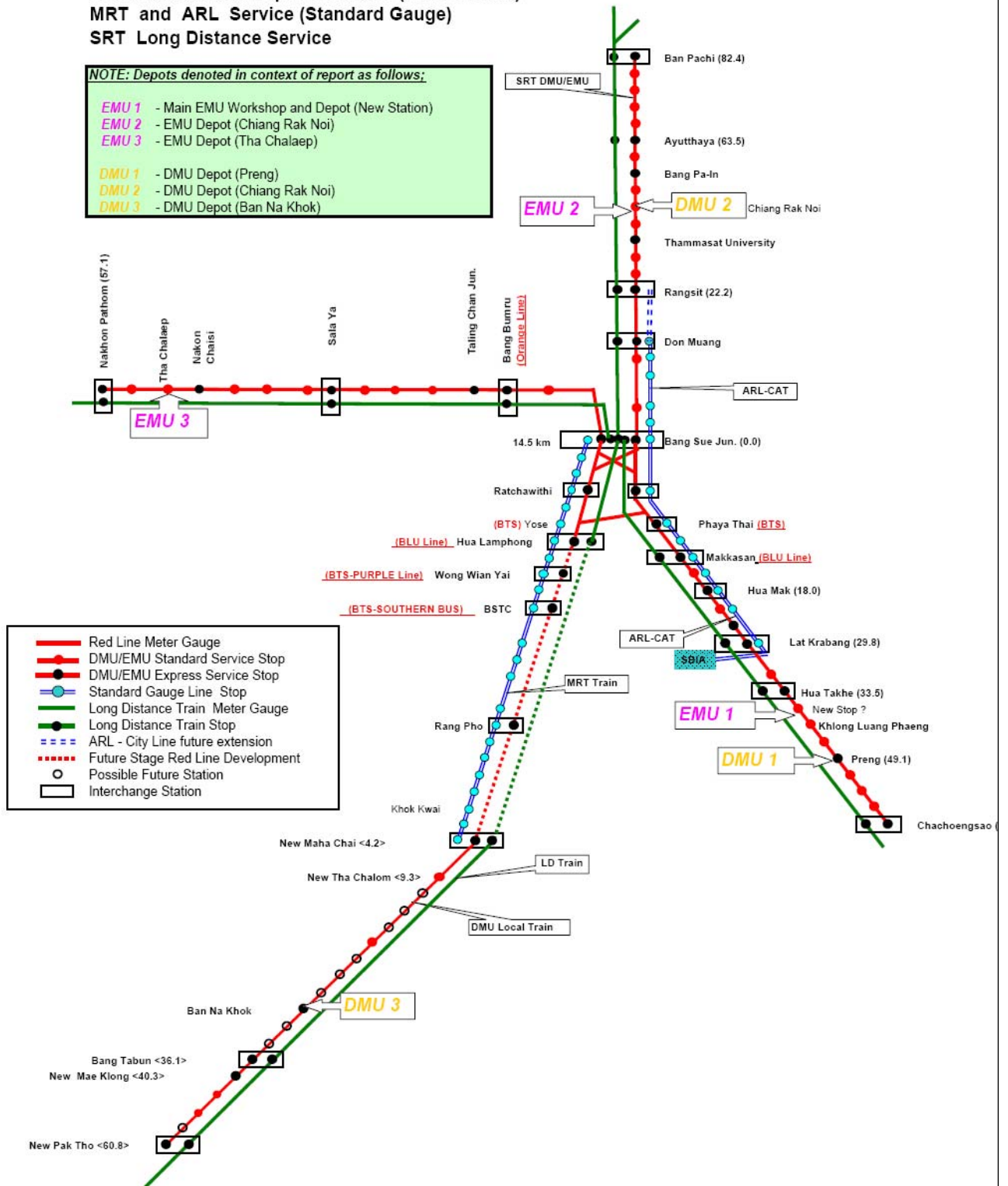
สำหรับการศึกษาต้องการความจุของโรงซ่อมบำรุงไม่ต้องการขนาดที่บ้านภาชี

DEPOT LOCATIONS

SRT Standard and Express Service (DMU or EMU)
MRT and ARL Service (Standard Gauge)
SRT Long Distance Service

NOTE: Depots denoted in context of report as follows:

- EMU 1 - Main EMU Workshop and Depot (New Station)
- EMU 2 - EMU Depot (Chiang Rak Noi)
- EMU 3 - EMU Depot (Tha Chalaep)
- DMU 1 - DMU Depot (Preng)
- DMU 2 - DMU Depot (Chiang Rak Noi)
- DMU 3 - DMU Depot (Ban Na Khok)



4.5.1.2 ที่ตั้งโรงซ่อมบำรุง

บนพื้นฐานสำหรับรถไฟฟาสายสีแดง 4 สาย การคาดหมายของแต่ละสาย มีหนึ่งโรงซ่อมบำรุง ซึ่งขนาดและเครื่องมือ อุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับจำนวนขบวนรถเข้าซ่อมบำรุงตามวาระ และรถที่เข้าซ่อมบำรุงนอกวาระ แต่ละโรงซ่อมบำรุง มีพื้นที่ซ่อมต่างๆ กัน พร้อมด้วยเครื่องมือสมบูรณ์ มีที่ทำการ มีงานบริการ ที่พัก ที่สวยงาม พื้นที่พัสดุ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่ให้ความปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพในการเดินรถขนส่ง

- พื้นที่ที่ทำการโรงซ่อมบำรุงหลัก ซึ่งได้คาดหมายสำหรับรถไฟฟาสายสีแดง ได้แยกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- พื้นที่จอดรถค้างคืนของขบวนรถ มีทางเข้าออกสำหรับทำความสะอาด
- พื้นที่ตรวจสอบความเรียบร้อยของล้อเลื่อนและอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงงานตรวจทั่วไป ที่

จะซ่อมบำรุงรักษา รวมถึงการทำความสะอาดส่วนต่างๆ

- พื้นที่ในโรงซ่อมบำรุงมีกำลังคนที่ซ่อมบำรุงเพียงพอได้แก่เปลี่ยนชิ้นส่วนทางการกลและไฟฟ้า สัญญาณ และอุปกรณ์การสื่อสาร

- อาคารซ่อมบำรุง มีที่ทำการบุคลากร มีอุปกรณ์ที่ใช้ในสำนักงาน การช่วยเหลือเร่งด่วน สำหรับซ่อมบำรุงตัวอาคารและงานโยธา

- พื้นที่โรงซ่อมทางถาวร รวมด้วย หน่วยซ่อมบำรุงทาง ทางในโรงซ่อม และประแจรวมถึงการเชื่อมรางและตัดต่อ

พื้นที่โรงซ่อมบำรุง จำนวนวางขึ้นอยู่กับการคาดหมายของจำนวนขบวนรถที่ใช้ต่อวัน รางในโรงซ่อมบำรุงจะไม่มีการใช้ไฟฟ้าด้วย catenary การเคลื่อนรถไฟฟ้าภายในพื้นที่โรง ใช้ระบบไฟฟ้าอื่น งานแต่ละประเภทของการซ่อมบำรุงที่มีความจำเป็น เช่น เกรน เคลื่อนย้ายได้ง่าย, เครื่องยกด้วย เครื่องยนต์ เครื่องยกด้วยไฮดรอลิก เกรน เคลื่อนย้ายไปมาเหนือหัว ขนาดต่างๆ และอุปกรณ์อื่นๆ ล้อเลื่อนอื่นๆ ที่ไว้สำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ภายในพื้นที่ซ่อมบำรุง เช่น รถจักรดีเซล สับเปลี่ยน หรือรถยนต์ราง เครื่องมือพิเศษสำหรับซ่อมบำรุงและสายไฟฟ้าสัมผัสเหนือหัว สามารถใช้ทดแทนในพื้นที่โรงซ่อม กรณีปฏิบัติการฉุกเฉิน

4.5.1.3 ความสามารถของโรงซ่อมบำรุง

ขนาดของโรงซ่อมบำรุงคำนวณและออกแบบจากปริมาณของจำนวนรถจักรที่จะเข้ามาใช้ในช่วงระยะแรกและการขยายสำหรับในช่วงถัดไป

ทางเลือกที่ 1 EMU ทั้งหมดสำหรับสายตะวันออก-ตะวันตกและรถดีเซลไฟฟ้า

โรงซ่อมบำรุง	ระดับการซ่อม	2012	2022	2037
คลองหลวงแพ่ง (สายตะวันออก-ตะวันตก) EMU 1	ซ่อมเบา	52 คัน	128 คัน	152 คัน
	ซ่อมหนัก	158 คัน	382 คัน	450 คัน

เชิงรำนน้อย (สายเหนือ-ใต้)	ช่อมเบา	54 คัน	126 คัน	146 คัน
ท่าแฉลบ (สายตะวันออก-ตะวันตก)	ช่อมเบา	52 คัน	128 คัน	152 คัน

หมายเหตุ: - ตัวเลขข้างบนคือจำนวนรถต้องเข้ามาช่อมในแต่ละจุด

- การช่อมรถ DMU จะอยู่ในตารางถัดไป
- การช่อมเบา EMU ได้พิจารณาเท่ากับ เส้นทาง 2 ตะวันออก-ตะวันตก ศูนย์ช่อมบำรุงคลองหลวงแพ่งและท่าแฉลบ

ทางเลือกที่ 2 EMU และ DMU ใช้สำหรับสายตะวันออก-ตะวันตก สายเหนือ-ใต้ และ DMU สำหรับสายใต้

โรงช่อมบำรุง	ระดับการช่อม	2012	2022	2037
คลองหลวงแพ่ง (สายตะวันออก-ตะวันตก) EMU 1	ช่อมเบา	48 คัน	120 คัน	-
	ช่อมหนัก	138 คัน	340 คัน	-
เชิงรำนน้อย (สายเหนือ-ใต้) EMU 2	ช่อมเบา	42 คัน	100 คัน	-
ท่าแฉลบ (สายตะวันออก-ตะวันตก)	ช่อมเบา	48 คัน	120 คัน	-
เปรง (สายตะวันออก-ตะวันตก) DMU 1	ช่อมเบา	12 คัน	24 คัน	-
เชิงรำนน้อย (สายเหนือ-ใต้) DMU 2	ช่อมเบา	28 คัน	42 คัน	-
บ้านนาโลก (สายใต้) DMU 3	ช่อมเบา	24 คัน	40 คัน	60 คัน
	ช่อมหนัก	64 คัน	106 คัน	126 คัน

หมายเหตุ: - จำนวนรถที่จะเข้าช่อมในแต่ละโรงช่อม

- การช่อมหนักของ DMU , การช่อมรถคู่และการยกเครื่องจะส่งไปช่อม ณ บ้านนาโลก
- การช่อมอื่น ๆ ของ DMU เช่นการยกตัวถัง การเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ จะทำโดยอุปกรณ์การช่อมเบา

ทางเลือกที่ 3 DMU สำหรับสายตะวันออก-ตะวันตก, สายเหนือ-ใต้ และทางสายใต้

โรงซ่อมบำรุง	ระดับการซ่อม	2012	2022	2037
เปรง (สายตะวันออก-ตะวันตก) DMU 1	ซ่อมเบา	126 คัน	290 คัน	-
เชิงรายน้อย (สายเหนือ-ใต้) DMU 2	ซ่อมเบา	78 คัน	170 คัน	-
บ้านนาโคก (สายใต้) DMU 3	ซ่อมเบา	24 คัน	40 คัน	60 คัน
	ซ่อมหนัก ซ่อมตัวถังและยกเครื่องเก่าทับ	228 คัน	500 คัน	520 คัน

หมายเหตุ : - ตารางข้างบนคือตัวเลขของรถที่จะทำการซ่อมในแต่ละแห่ง

- การซ่อมหนักของ DMU การซ่อมรถตู้ และการยกเครื่อง จะส่งไปซ่อม ณ บ้านนาโคก
- การซ่อมอื่น ๆ ของ DMU เช่นการยกตัวถัง การเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ จะทำโดยอุปกรณ์การซ่อม

ขนาดและสถานที่ของโรงซ่อม

โรงซ่อมบำรุง	ระดับการซ่อม	จำนวนสูงสุด ของรถ	พื้นที่สำหรับ ซ่อมรถ	ทางจอดรถ (เมตร)	
				ความต้องการ	มีอยู่
คลองหลวงแพ่ง (สายตะวันออก-ตะวันตก) EMU 1	ซ่อมเบา	152 คัน	6 x 10 คัน	3400	5000
	ซ่อมหนัก	304 คัน	2 x 10 คัน 6 x 4 คัน	-	-
เชิงรายน้อย (สายเหนือ-ใต้) EMU 2	ซ่อมเบา	146 คัน	4 x 10 คัน	2920	3600
ท่าแฉลบ (สายตะวันออก-ตะวันตก) EMU 3	ซ่อมเบา	152 คัน	3 x 10 คัน 2 x 4 คัน	3400	2200
เปรง (สายตะวันออก-ตะวันตก) DMU 1	ซ่อมเบา	290 คัน	2 x 10 คัน 4 x 4 คัน	5800	1800

เชิงรำนกน้อย (สายเหนือ-ใต้)	ซ่อมเบ	170 คัน	2 x 10 คัน 4 x 4 คัน	3400	1800-
บ้านนาโคก (สายใต้) DMU 3	ซ่อมเบ	60 คัน	3 x 10 คัน	1200	1200
	ซ่อมหนัก	60 คัน	2 x 4 คัน	-	-

หมายเหตุ: - จำนวนรถที่จะทำการซ่อมในแต่ละแห่ง

- EMU พ่วงได้ 4 คัน, 6 คัน และ 10 คัน.

- DMU พ่วงได้ 4 คัน.

- ความยาวของรถ 20 เมตร

- เนื่องจากความยาวของทางจอดรถที่สถานีท่าแหลมไม่เพียงพอจึงต้องใช้ร่วมกับสถานีคลองหลวงแพ่ง

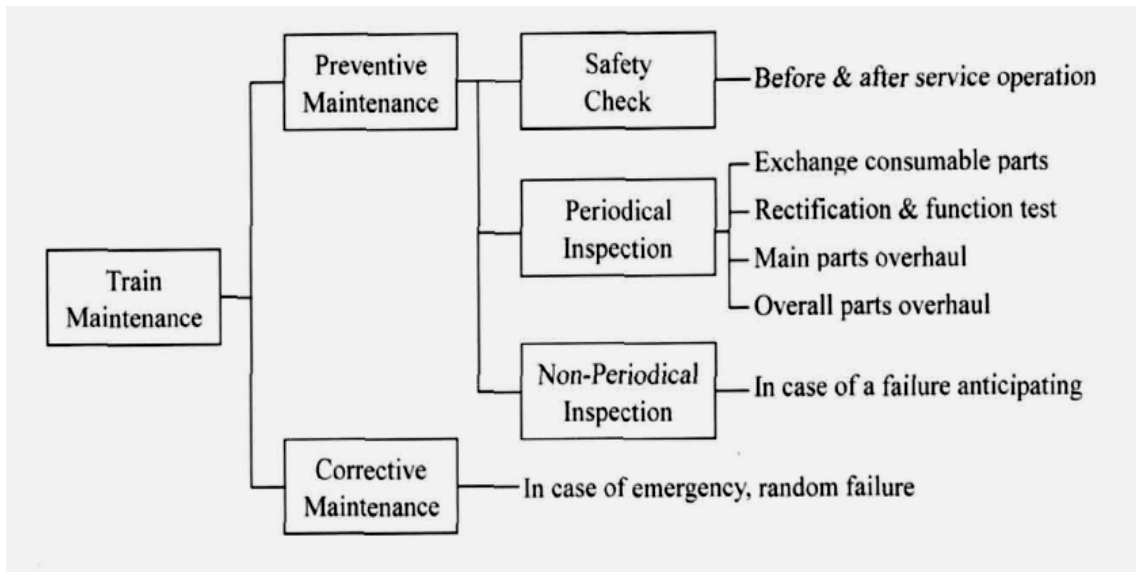
- ถ้าระบบ DMU ได้รับเลือก ดังนั้นทั้ง สองระบบคือ DMU, เปรัง และ DMU₂ เชิงรำนกน้อย จะไม่สามารถรองรับปริมาณการซ่อมได้ทั้งหมด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องย้ายมาอยู่ที่คลองหลวงแพ่ง (EMU) และเชิงรำนกน้อย (EMU₂)

4.5.2 ระบบและหลักการเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงโดยย่อสังเขป

4.5.2.1 หลักการเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง

การซ่อมบำรุงประกอบด้วย การป้องกันและการบำรุงรักษาซึ่งประกอบด้วย

- การป้องกัน หมายถึง การกระทำในช่วงเวลาที่ได้กำหนด ทั้งอายุการใช้งานก็ดีหรือตามที่ได้ระบุไว้ การแก้ไข หมายถึง ภาระกิจที่ท่าขณะทีอุปกรณ์ได้เกิดการเสียหายแล้ว
- การตรวจสอบเกี่ยวกับรถไฟจะต้องกระทำอย่างเข้มงวดตามตารางที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการเสียหาย ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ขบวนรถอย่างสูงสุดทั้งรถบรรทุกและรถโดยสาร
- การซ่อม หมายถึง ความเสียหายได้เกิดขึ้นแล้ว ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวไม่สามารถตรวจสอบได้ ทั้งการตรวจสอบจากการสุมหรือการเสียหายเล็ก ๆ น้อย ๆ ซึ่งรวมอยู่ในรายการป้องกันและการบำรุงรักษา
- หลักการเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงขึ้นอยู่กับ การป้องกันเป็นหลักใหญ่ การบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้



4.5.2.2 ระบบการซ่อมบำรุง

ระบบการซ่อมบำรุงประกอบด้วย แบบของการตรวจสอบ ระยะเวลา และวิธีการในการพิจารณาเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบการซ่อมบำรุงจะมีดังนี้

- การตรวจสอบและการซ่อมหนัก

ประเภท		ช่วงเวลา		งานที่จะต้องทำ	สถานที่
		ระยะเวลา	ระยะทาง		
ตรวจสอบความปลอดภัย		ก่อนและหลังทำขบวนรถ	-	ตรวจสอบสภาพและการทำงานของอุปกรณ์หลัก	โรงตรวจสอบหรือสถานที่จอดรถ
การตรวจเป็นครั้งคราว	ตรวจทุก ๆ 3 วัน	72 ชม.	-	ตรวจสอบสภาพและการทำงานของชิ้นส่วนสำคัญและเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอ	โรงตรวจสอบ
	ตรวจทุก ๆ 3 เดือน	3 เดือน	-	ตรวจสอบสภาพการทำงานและปรับปรุง, เติมน้ำมัน, ทำความสะอาดชิ้นส่วนใหญ่ ๆ	โรงตรวจสอบ
	ซ่อมหนักทั่วไป	3 ปี	600,000 กม.	ถอดออกตรวจ ซ่อมและทดสอบชิ้นส่วนหลัก	โรงซ่อมหนัก
	ซ่อมหนักที่สุด	6 ปี	1200.000 กม.	ถอดออกตรวจ ซ่อม และทดสอบของทุกชิ้นส่วน	โรงซ่อมหนัก

ไม่ตรวจ เป็นครั้งคราว	ตรวจนอกวาระ	ถ้าจำเป็น	-	ตรวจบางชิ้นส่วนหรือทุกชิ้นส่วนที่คาดว่าจะชำรุด	โรงตรวจสอบหรือโรงซ่อมหนัก
	ตรวจพิเศษ	ถ้าจำเป็น	-	ตรวจรถไฟที่หมดสภาพการใช้งานเพื่อจะนำมาซ่อมบำรุง	โรงตรวจสอบหรือโรงซ่อมหนัก
	เครื่องกลึงล้อ	ถ้าจำเป็น	-	เครื่องกลึงและเปลี่ยน กรณิล้อถึงลิมิต ร้าวและชำรุด	ที่กลึงล้อหรือโรงซ่อมหนัก
	การเอาออกมาใช้และตรวจสอบ	ถ้าจำเป็น	-	การตรวจสอบสถานะ และภาระหน้าที่ของการเดินของรถใหม่	โรงตรวจสอบ

หมายเหตุ : ช่วงเวลาการซ่อมบำรุงด้านบนสามารถเปลี่ยนแปลงโรงซ่อมบำรุงได้จากในตอนเริ่มแรกและพัฒนาได้โดยบริษัทเดินรถหรือผู้มีอำนาจ

● ระบบทำความสะอาด

ระบบทำความสะอาด

ประเภท	ช่วงเวลา	งานบริการประกอบด้วย	สถานที่
ทำความสะอาดเล็กน้อย	หลังทำขบวน 3 วัน	ล้างทำความสะอาดสิ่งของสกปรกออก เตรียมการและปรับแต่งชิ้นส่วนภายใน ทำความสะอาดให้ทั่ว	สถานีปลายทางหรือที่พักรถ
ทำความสะอาดมากขึ้น	3 วันครั้ง	ล้างพื้นด้วยเครื่องทำความสะอาดด้วย น้ำ น้ำมัน ทำความสะอาด เป็นต้น	ย่านทำความสะอาด
ทำความสะอาดหนัก	1 เดือนครั้ง	ล้างสิ่งสกปรกทุกชิ้นส่วนด้วยเครื่องทำความสะอาดทุกชิ้นส่วนด้วย น้ำ น้ำมัน	ทำความสะอาดภายใน
ล้างภายนอก	หลังเข้าโรงซ่อม	ล้างสิ่งสกปรกทุกชิ้นส่วนด้วยเครื่องทำความสะอาดทุกชิ้นส่วนด้วย น้ำ	ทำความสะอาดตัวรถ
ล้างฝุ่น	ก่อนการตรวจประจำวัน	ปิดฝุ่นได้พื้นตัวรถออก	ย่านจุดตรวจ

● หน่วยตรวจ

การเคลื่อนไหวก	โรงซ่อมหลัก	โรงซ่อมรอง
การเคลื่อนไหวกสำหรับ ตรวจและซ่อมบำรุง	<ul style="list-style-type: none"> - ที่พักรถ - ตรวจสอบความปลอดภัย - ล้างทำความสะอาด - กลึงล้อ - ตรวจสอบประจำวันและประจำเดือน - ตรวจสอบถ่วง - ซ่อมปานกลาง (3 ปี) - ซ่อมหนัก (6 ปี) - เปลี่ยนของอุปกรณ์และลูกเงิน 	<ul style="list-style-type: none"> - ที่พักรถ - ตรวจสอบความปลอดภัย - ล้างทำความสะอาด - ตรวจสอบประจำวันและประจำเดือน - ตรวจสอบถ่วง - เปลี่ยนของอุปกรณ์และลูกเงิน
โรงซ่อมบำรุง EMU	<ul style="list-style-type: none"> - คลองหลวงแฟง 	<ul style="list-style-type: none"> - เชียงรากน้อย - ท่าเตียบ
โรงซ่อมบำรุง DMU	<ul style="list-style-type: none"> - บ้านนาโคก 	<ul style="list-style-type: none"> - เชียงรากน้อย - เปรัง

● การทำงานของโรงซ่อม

การซ่อมหนักและการซ่อมทั่วไปจะทำที่โรงซ่อมใหญ่ ในการซ่อมหนักของรถไฟฟ้าทั้งขบวนก็ดี ซ่อมตัวรถ การทำสี ซ่อมมอเตอร์ลากจูง มอเตอร์รถจักรดีเซล ชุดแคะ ชุดล้อ อุปกรณ์เกี่ยวกับไฟฟ้า และชุดอิเล็กทรอนิกส์หลัก การประกอบภายใน ประตู แผงรับพลังงานเหนือศีรษะไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์หลักทั้งหมดนี้จะต้องทำการซ่อมใหญ่

สำหรับโรงซ่อมใหญ่นี้จะต้องมีการจัดหาอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุงและงานอื่นไว้อย่างครบถ้วนมีความจำเป็นที่จะกำหนดเนื้อที่สำหรับโรงซ่อมใหญ่ ที่เหลือจะเป็นพื้นที่สำหรับโรงซ่อมบำรุงและมีอะไหล่และวัสดุให้เพียงพอสำหรับงานซ่อมปกติ

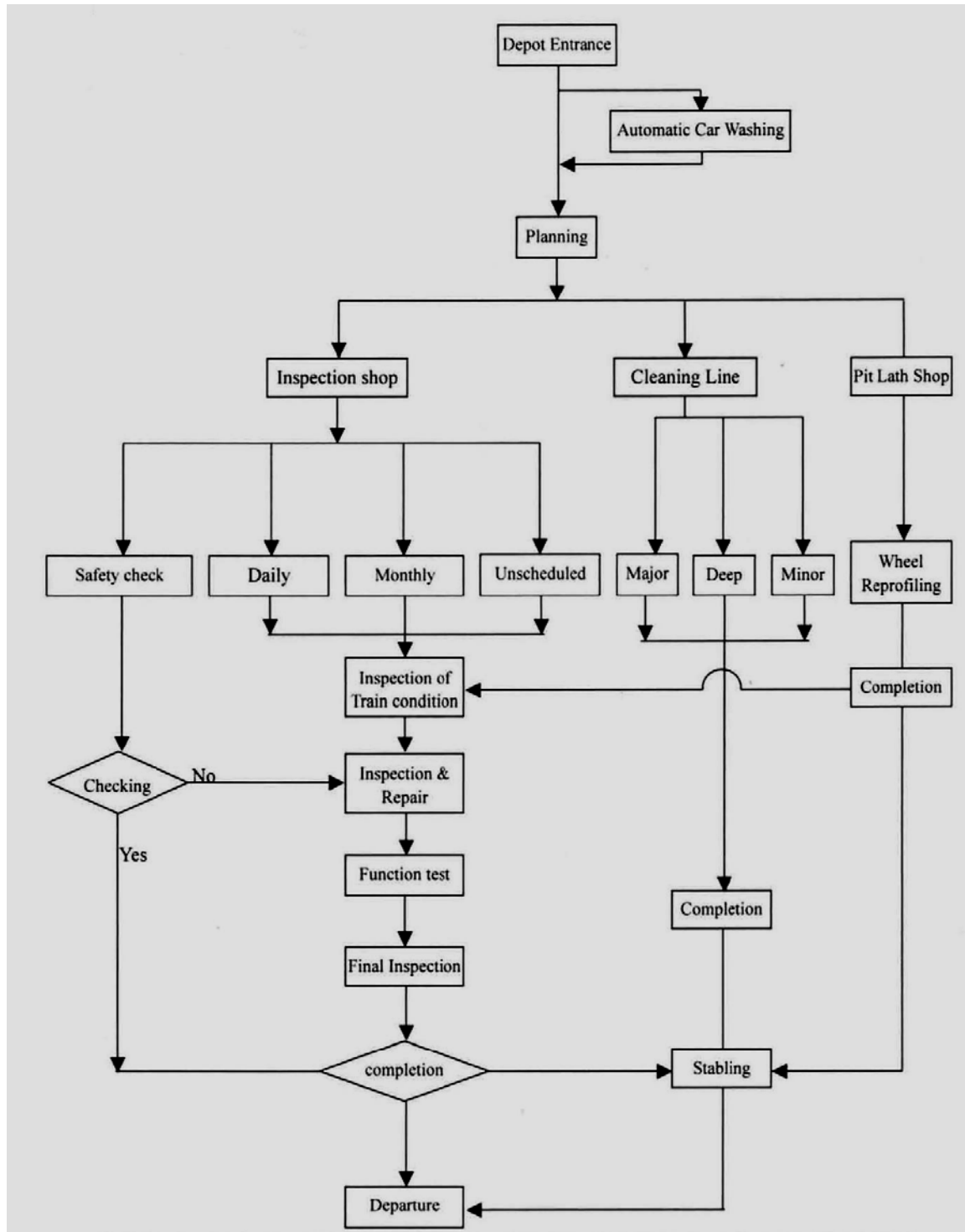
สถานที่พักรถจะต้องจัดสถานที่ให้เพียงพอสำหรับขบวนรถและเพียงพอสำหรับย่านจอดขบวนรถ ความยาวสำหรับรถที่จะมาจอดจะต้องเพียงพออย่างน้อยประมาณ 10% สำหรับรถไฟฟ้าที่จะมาจอด ณ โรงซ่อม พื้นที่จะต้องมากพอซึ่งจะต้องรวมถึงขนาดที่จะต้องติดตั้งสำหรับรถไฟฟ้าที่เข้ามาตรวจซ่อมและทำความสะอาด และขนาดนี้จะต้องมีความยาวตลอดของความยาวของที่พักทั้งหัวและท้าย

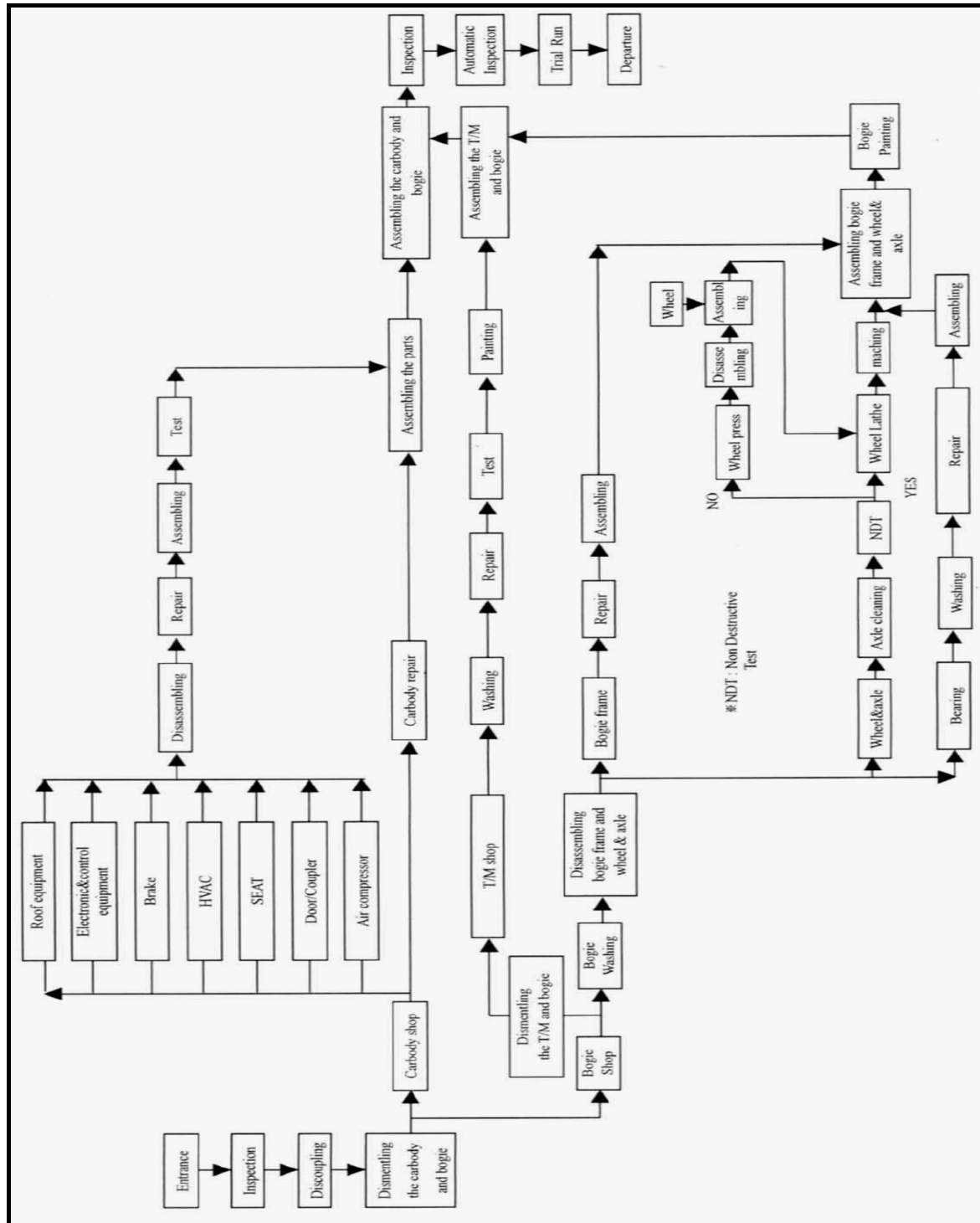
รางรถไฟในโรงซ่อมจะต้องออกแบบเพื่อการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าอย่างน้อย 110 เมตร พร้อมทั้งอุปกรณ์เพื่อการสับเปลี่ยนราง รางรถไฟจะต้องออกแบบไว้สำหรับการทดสอบรถไฟฟ้าก่อนที่จะส่งกลับไปปฏิบัติงานตามเดิมหลังจากการตรวจสอบหรือการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

รางจอดรถทั้งหมดรวมทั้งรางต้นจะต้องมีสะพานไฟอยู่ด้านบนโดยเฉพาะ ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบไฟฟ้าได้แยกจากระบบอื่นหาที่มีความจำเป็น แต่สำหรับโรงซ่อมแล้วระบบนี้ไม่มีความจำเป็น รางจอดรถนี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับล้างรถและแยกจากรางจอดรถอื่น ๆ แต่ตำแหน่งของรางนั้นจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่

สะดวกในการทำงานชนิดอื่นต่อไป เครื่องล้ารถนี้จะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หมายถึง รถไฟฟ้าสามารถเคลื่อนไปถึงจุดทำความสะอาดโดยกำลังขับเคลื่อนปรกติก่อนที่จะปิดสวิช และทำการเปิดสวิชเพื่อทำการล้ารถต่อ

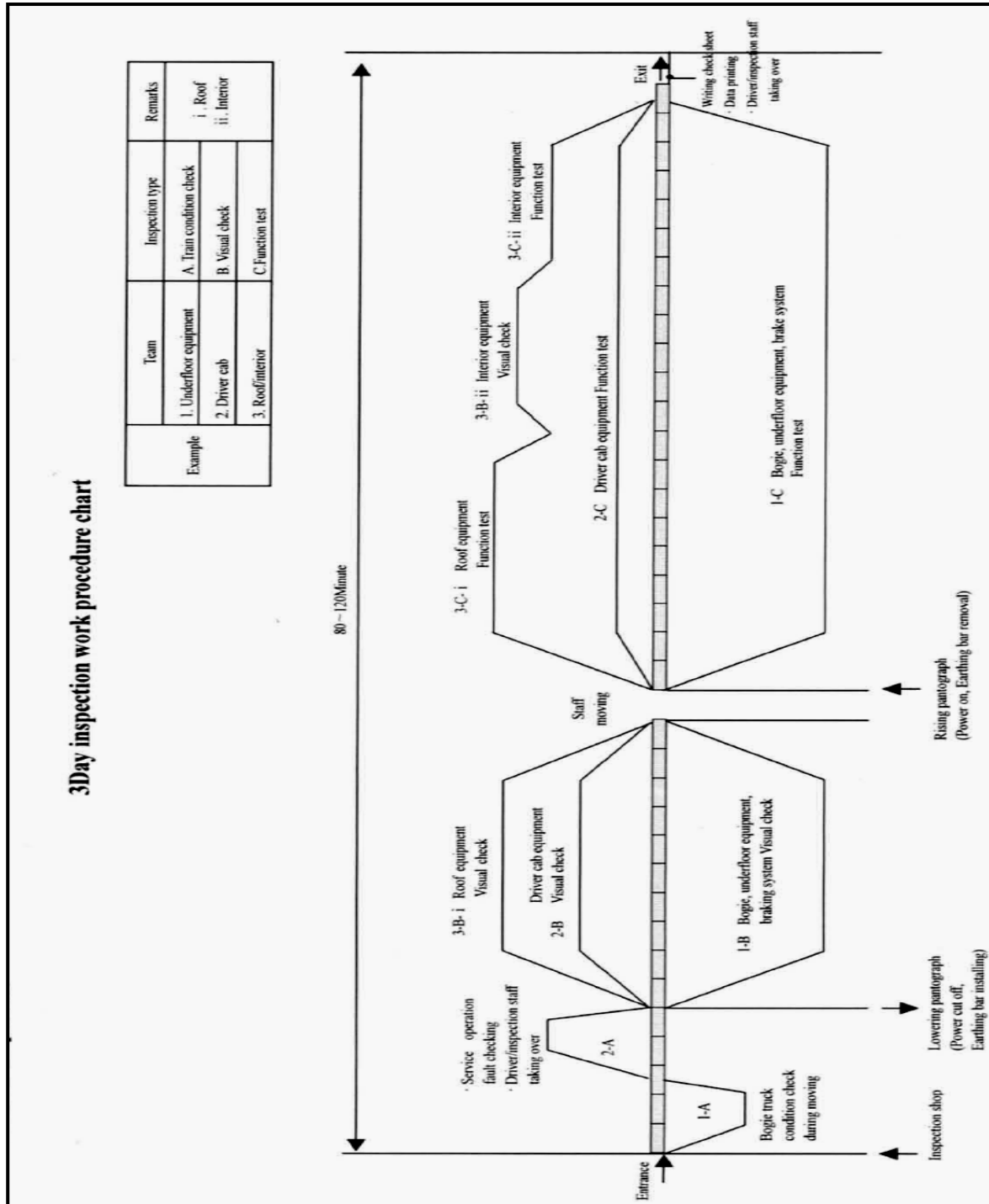
แผนภูมิการตรวจ ณ โรงซ่อม



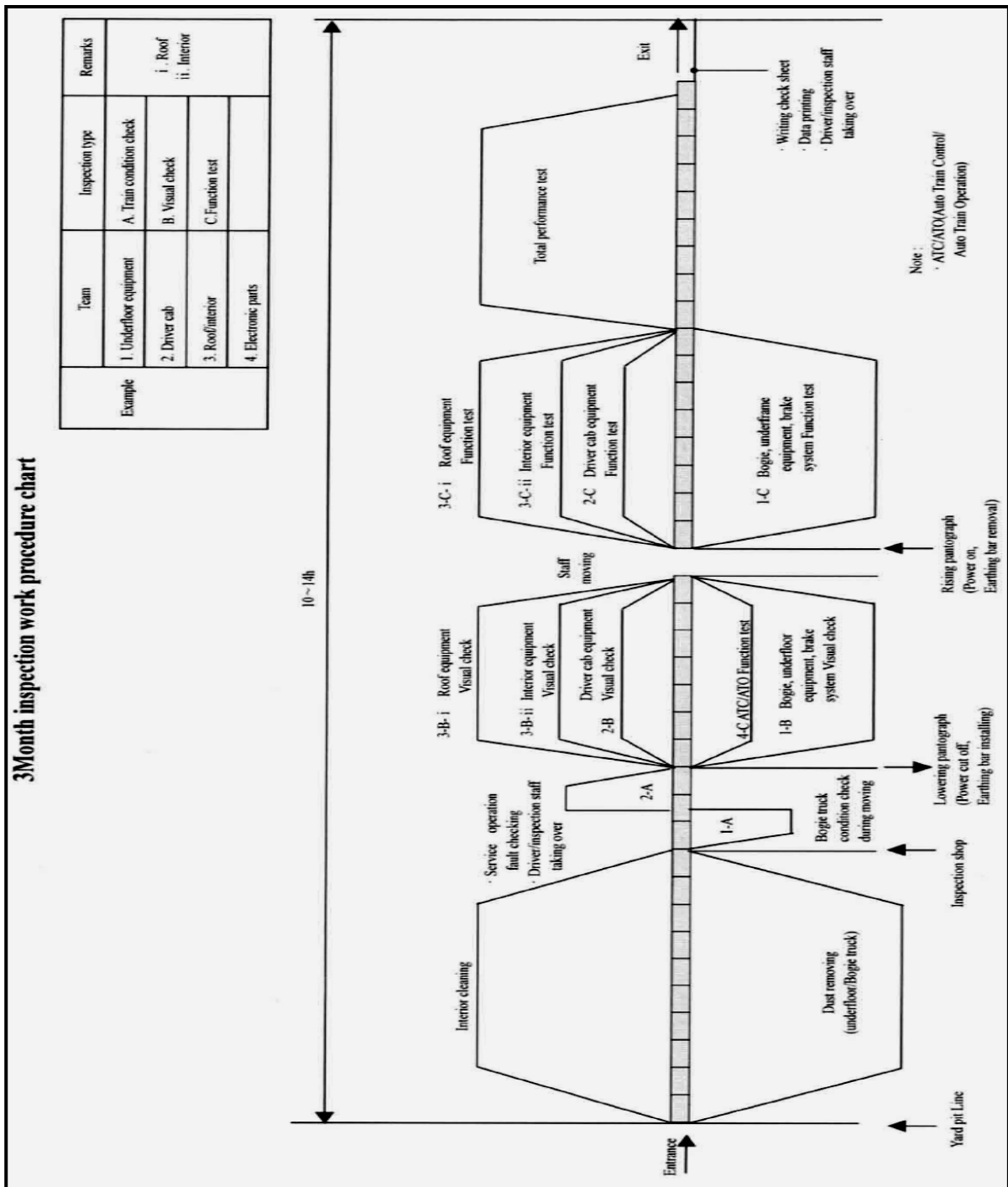


4.5.2.3. วิธีการตรวจ

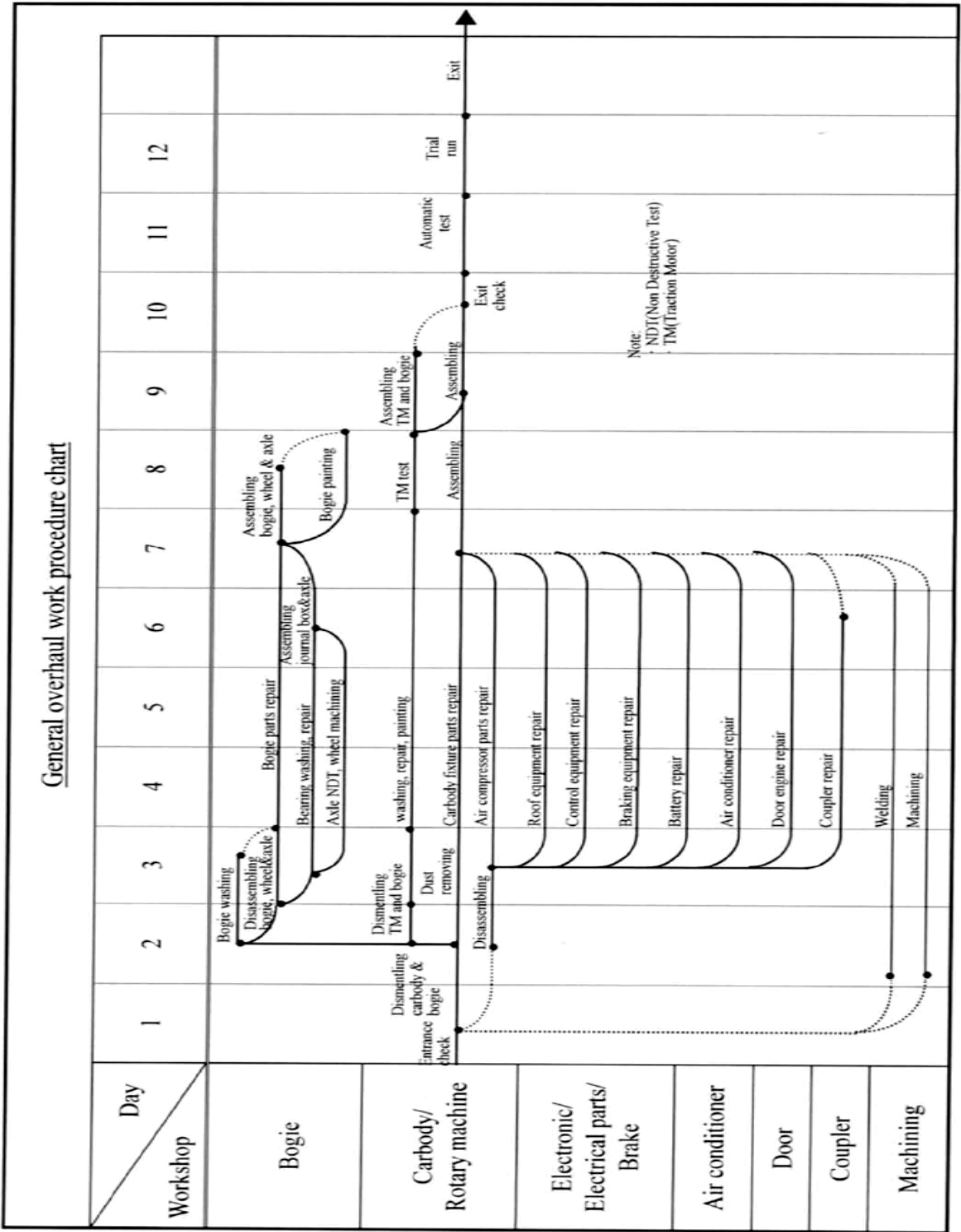
- การตรวจ 3 ครั้ง



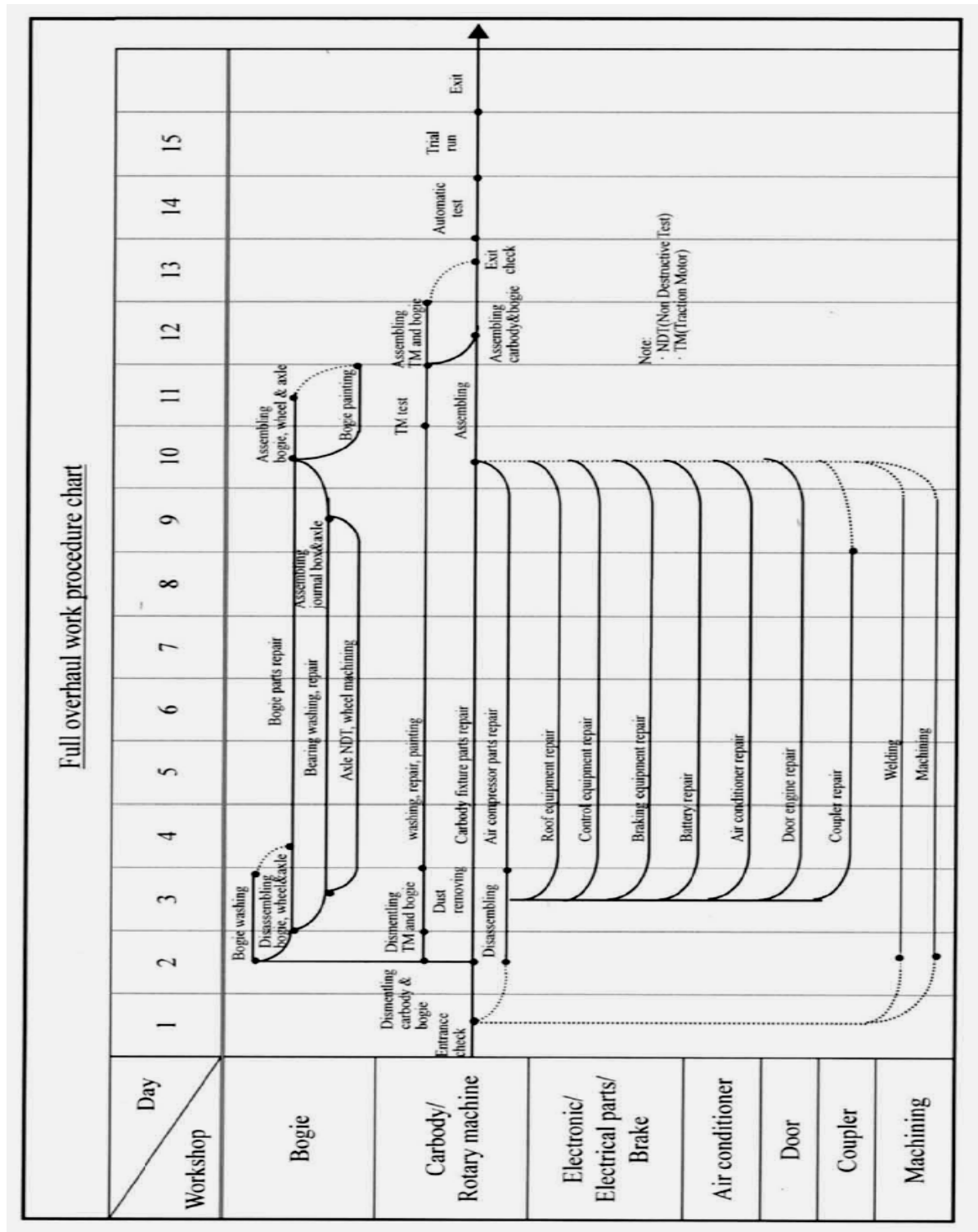
- ตาราง 3 เดือนครึ่ง



- ซ่อมปานกลาง



- การปรับปรุงเต็มรูปแบบ



4.5.2.4 แผนสำหรับการซ่อมบำรุง

- พื้นที่ซ่อมเบ้า (โรงซ่อมรถไฟฟ้าและดีเซล)
- หน่วยซ่อมบำรุง

ประเภทการซ่อม		EMU โรงซ่อมบำรุง			DMU โรงซ่อมบำรุง			Location
		1	2	3	1	2	3	
ทางตรวจ	ตรวจ 3 วัน	o	o	o	o	o	o	Inspection shed
	ตรวจ 3 เดือน	o	o	o	o	o	o	Inspection shed
ทางทำความสะอาด	ทำความสะอาดหลัก	o	o	o	o	o	o	Inspection shed
ตรวจนอกวาระ		o	o	o	o	o	o	Unscheduled inspection shop
ความยาวของราง		200 m						Based on 10 คัน
ความยาวของโรงตรวจ (เมตร)		220	220	220	220	220	220	

หมายเหตุ: o – มี, x – ไม่มี

โรงซ่อม 1 EMU – คลองหลวงแพ่ง (สถานีใหม่)

โรงซ่อม 1 DMU – เปรัง

โรงซ่อม 2 EMU – เชียงรากน้อย

โรงซ่อม 2 DMU – เชียงรากน้อย

โรงซ่อม 3 EMU – ท่าฉลอม

โรงซ่อม 3 DMU – บ้านนาออก

- พื้นที่ย่านสะอาด

ประเภทของการทำความสะอาด	โรงซ่อม EMU			โรงซ่อม DMU			สถานที่
	1	2	3	1	2	3	
ล้างหนัก	o	o	o	o	o	o	ทางเข้าย่านทำความสะอาด
ทำความสะอาดอัตโนมัติ	o	o	x	o	o	o	ทางเข้าโรงซ่อมบำรุง
ปิดฝุ่น	o	x	x	o	x	x	ย่านบ่อล้าง
ล้างทำความสะอาดใต้พื้นอัตโนมัติ	o	x	x	o	x	x	ย่านบ่อล้าง

หมายเหตุ: ถ้าไม่มีพื้นที่ หาพื้นที่ข้างเคียง

● บ่อกลิ้งล้อ

ประเภท	โรงซ่อม EMU			โรงซ่อม DMU			สถานที่
	1	2	3	1	2	3	
	1	2	3	1	2	3	
เครื่องกลิ้งล้อ	o	x	x	x	x	o	ทางเข้าเครื่องกลิ้งล้อ

หมายเหตุ: - ถ้าโรงกลิ้งล้อ EMU ไม่สามารถใช้เครื่องกลิ้งล้อได้พื้นของ EMU 1 ได้ให้เครื่องกลิ้งล้อมีไว้ DMU 3 สามารถกลิ้งได้ในทุกประเภท

- เครื่องกลิ้งล้อมีไว้ DMU 3 สามารถกลิ้งได้ในทุกประเภท
- เครื่องยกรถที่ EMU 1 โดยแม่แรงได้พื้น
- เครื่องยกรถโรงซ่อมบำรุงอื่น ๆ ใช้แม่แรงระดับพื้น.

4.5.3 อาคารโรงซ่อมหลัก

พื้นที่อาคารโรงซ่อมหลัก เครื่องมือ งานซ่อมบำรุงมีประสิทธิภาพ เมื่อใช้งานปลอดภัย สถานที่ที่ให้ความสะดวกรวมอยู่ในแผนอาคารซ่อมหลัก ดังต่อไปนี้

- ตัวอาคารสำหรับซ่อมสะดวกสบาย
- สภาพที่ทำงานสะดวกต่อการทำงานและอบรม
- อาคารเก็บพัสดุอะไหล่มั่นคงแข็งแรง
- ระบบควบคุมความปลอดภัยควบคุมจากโรงซ่อมหลัก
- ศูนย์บริหารการซ่อมบำรุง
- ฝ่ายบริหารงานเทคนิค

แต่ละพื้นที่ของโรงซ่อมหลักมีโรงซ่อมเฉพาะ และช่วยเหลือเส้นทางอื่นในการย้ายเครื่องมือต่างๆ ซ่อมล้อเลื่อน อุปกรณ์เครื่องมืออิสระ ที่นำไปซ่อมรถ โรงซ่อมหลักกำหนดสิ่งที่เหมาะสม การจัดระเบียบพัสดุ งานบริการในอาคาร แสงสว่าง น้ำ ระบายน้ำ การทำลมอัดสำหรับซ่อมบำรุงจะต้องแบ่งพื้นที่ตามต้องการ

4.5.3.1 สำนักงานการบริการธุรการ

งานเพิ่มเติมนอกจากงานซ่อมบำรุงโรงซ่อมหลักจะต้องแบ่งพื้นที่จำนวนห้องธุรการและระบบปฏิบัติการรวมด้วยดังต่อไปนี้

- (1) ความสะดวกของการใช้งานแต่ละผลัด ตั้งแต่เริ่มต้นจนแล้วเสร็จลงบัญชี การทำงานแต่ละผลัดจะต้องติดต่อประสานด้านธุรการและหน่วยซ่อมบำรุง
- (2) ที่อยู่อาศัยสำหรับหัวหน้าและผู้ช่วยด้านทำความสะอาด กระดานป้ายติดประกาศ ตู้เก็บของส่วนบุคคลสำหรับบุคลากร และ อุปกรณ์ ระบบรักษาเวลา
- (3) สำนักงานด้านการจัดการ วิศวกรรม ซ่อมบำรุง ด้านความปลอดภัย และ บริหารงานบุคคล และห้องประชุม สำหรับฝ่ายการจัดการและบริหาร

- (4) ศูนย์การอบรมสำหรับบุคลากรด้านการเดินรถ การอบรมโสตทัศนูปกรณ์ได้เพิ่มพื้นที่ที่จะจัดเตรียมไว้สำหรับอุปกรณ์ที่สร้างสถานการณ์เลียนแบบของจริงเพื่อทำการทดสอบรูปจำลอง แผ่นรองส่วนประกอบต่าง ๆ และ ตัวช่วยในการสอนพิเศษ อื่นๆ
- (5) เครื่องอำนวยความสะดวกที่สนับสนุนประกอบไปด้วย โรงเก็บพัสดุ ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องพักของคนทำความสะอาดและ ห้องเก็บอุปกรณ์

4.5.3.2 โรงซ่อมบำรุงล้อเลื่อน

- ซ่อมหนัก EMU (กลองหลวงแพ่ง)

ประเภท	รายละเอียด	หมายเหตุ
เข้า/ออก โรงตรวจ	เข้า ออก	
ตัวรถ โรงซ่อม	โรงซ่อมตัวรถ ประกอบตัวรถ/ถอดชิ้นส่วน	แม่แรงยกได้พื้น
โรงเครื่องมือกล	ที่ซ่อม TM - ประกอบ TM/ถอดประกอบ TM - พื้นที่เก็บรถ TM - พื้นที่ทำความสะอาด/ทดสอบ พื้นที่เครื่องงานลมอัด	TM :มอเตอร์ลากจูง
โรงซ่อมแคร่	ที่ซ่อมแคร่ ประกอบแคร่/ถอดประกอบแคร่ เครื่องทำความสะอาดแคร่ เครื่องพ่นสีแคร่	
โรงซ่อมล้อ	ตรวจสอบล้อพร้อมเพลลา พื้นที่เปลี่ยนล้อพร้อมเพลลา พื้นที่เก็บล้อพร้อมเพลลา งานดัดลูกปืน	
โรงเครื่องมือกล	พื้นที่ ตัด/เชื่อม/กลึง	
โรงซ่อมชิ้นส่วน	<ul style="list-style-type: none"> ชิ้นส่วนไฟฟ้า วงจรควบคุม ตัวสับเปลี่ยน (VVVF/SIV) HVAC อุปกรณ์กักตลอก ห้ามล้อ เครื่องพ่วง แบตเตอรี่ สายต่อไฟฟ้า ประตูเครื่องยนต์ เครื่องป้องกันไฟฟ้า แสงสว่าง 	VVVF : Variable Voltage Variable Frequency SIV : Static Inverter HVAC : พัฒนาระบายความร้อน ปรับอากาศ

- ช่อมหนัก DMU (บ้านนาออก)

ประเภท	รายละเอียด	หมายเหตุ
เข้า/ออก โรงตรวจ	เข้า ออก	
ตัวรถ โรงซ่อม	โรงซ่อมตัวรถ ประกอบตัวรถ/ถอดชิ้นส่วน	แม่แรงยกใต้พื้น
โรงซ่อมหนักเครื่องยนต์	แยกชิ้นส่วนออกจากกัน	ขนถ่ายเครื่องยนต์ด้วยรถยก พิเศษจากโรงซ่อม DMU
โรงซ่อมแคร่	ที่ซ่อมแคร่ เครื่องทำความสะอาดแคร่ เครื่องพ่นสีแคร่	ถอดประกอบแคร่และ เปลี่ยนชิ้นส่วนของแต่ละ โรงซ่อมแคร่ที่ราวและ ชำรุดถูกส่งโดยรถยก
โรงซ่อมล้อ	พื้นที่ตรวจล้อพร้อมเพลลา พื้นที่เปลี่ยนล้อพร้อมเพลลา พื้นที่เก็บล้อพร้อมเพลลา งานคลัทช์ลูกปืน	เปลี่ยนล้อใหม่.
โรงเครื่องมือกล	พื้นที่ ตัด/เชื่อม/กลึง	
โรงซ่อมชิ้นส่วน	<ul style="list-style-type: none"> HVAC ห้ามล้อ เครื่องพ่วง แบตเตอรี่ ประตูเครื่องยนต์ เครื่องป้องกันไฟฟ้า แสงสว่าง 	HVAC : พัฒนาระบายความร้อน ปรับอากาศ ห้ามล้อและเครื่องพ่วงโรง ซ่อมหนัก

- โรงซ่อมย่อย

ประเภท	รายละเอียด	หมายเหตุ
เข้า/ออก โรงตรวจ	เข้า ออก	
โรงซ่อมตัวรถ	สถานที่ซ่อมตัวรถ ที่วางตัวรถ ประกอบตัวรถถอดชิ้นส่วน	ต้องการแม่แรงบนพื้น มาตรฐาน
โรงซ่อมหนักเครื่องยนต์	แยกชิ้นส่วนออกจากกัน	ขนถ่ายเครื่องยนต์ด้วยรถยก พิเศษจากโรงซ่อม DMU
โรงซ่อมแคร่	ซ่อมโครงแคร่ เครื่องทำความสะอาดแคร่ เครื่องพ่นสีแคร่	ถอดชิ้นส่วนแคร่และ ประกอบเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ร้าว และชำรุดขนส่งโดยรถยก
โรงซ่อมล้อ	ตรวจสอบล้อพร้อมเพลลา ที่เปลี่ยนล้อพร้อมเพลลา ที่เก็บล้อพร้อมเพลลา ที่เก็บตลับลูกปืน	เปลี่ยนล้อใหม่.
โรงเครื่องมือกล	พื้นที่ ตัด/เชื่อม/กลึง	
โรงซ่อมชิ้นส่วน	<ul style="list-style-type: none"> HVAC ห้ามล้อ เครื่องฟาง แบตเตอรี่ ประตูเครื่องยนต์ เครื่องป้องกันไฟฟ้า แสงสว่าง 	HVAC : พัฒนาระบบความร้อน ปรับอากาศ ห้ามล้อ เครื่องฟางซ่อมหนัก ที่ โรงซ่อม

4.5.3.3 เครื่องอำนวยความสะดวกโรงซ่อม

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในโรงซ่อมสำหรับการซ่อมบำรุงรักษา

อาคารโรงซ่อมหลัก

ก) ตรวจโดยทั่วไป

- รื้อหลังคาออกตรวจสอบระบบปรับอากาศ
- ปั่นจั่นยกเครื่องปรับอากาศ และยกเกียร์
- ตรวจสอบชุดล้อด้วยเครื่องอัดโนมัติ
- แท่นบันไดเคลื่อนย้ายได้
- หิ้งและตู้วางของ

ข) พื้นที่ตรวจสอบปกติของรูปร่างที่กลิ้งล้อ

- เครื่องล้อไต่พื้น กลิ้งล่างใหม่ แล้วไต่จานด้วยสะพานเลื่อน
- เลื่อนรถเข้าพื้นที่กลิ้งล่าง
- แท่นกลิ้งสำหรับกลิ้ง
- แท่นกลิ้งสำหรับกลิ้ง

ค) พื้นที่อะไหล่

- จัดระบบชั้นวางของ
- คานเหล็กรองรับชั้น
- ที่วางทำด้วยไม้และมีกล่องดาข่ายรองรับ
- จัดวางของเป็นชั้น ๆ, ตะแกรงและราวกัน
- ดึงเก็บ
- ที่เก็บอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ
- ที่วางเครื่องมือ
- ที่วางถึงรูปทรงกระบอกเก็บอุปกรณ์
- ชั้นวางของ 3 ทิศทาง
- รถยก, แบตเตอรี่/ อุปกรณ์ไฟฟ้า ยกส่วนต่าง ๆ
- ชานสำหรับรถยก
- ชุดการขนส่งซึ่งมีชั้นวางบนรถยก, มีชาน
- ชานต่างระดับ
- ชุดของบันได
- ชุดเครื่องมือสำหรับเครื่องกลและตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า, การวิเคราะห์และซ่อม
- เครื่องมือหนักและอุปกรณ์ใช้ด้วยมือสำหรับใช้งานทั่วไป
- ชุดป้องกันตัว

ง) พื้นที่ซ่อมบำรุง

- ทางจุ 4 คันรถโดยสาร มีที่ยก มีล้อ 8 ขาน มีคันรับ 16 จุด สำหรับตัวรถ
- ที่ยกเครื่องย้ายบนเส้นทางซึ่งมีรถ 4 คัน
- โต๊ะเลื่อนสำหรับเปลี่ยนชิ้นส่วนได้รถ
- ปีนจั่นยกเหนือหัว
- ชุดของการซ่อมด้านข้างตัวรถ ด้านหน้า ด้านหลัง และเครื่องปรับอากาศ
- บันได เคลื่อนย้ายบนขบวนขบวน
- หิ้งวางของและชั้นเก็บของ

จ) พื้นที่ซ่อมแคร่และล้อ

- เครื่องอัดล้อ
- เครื่องทดสอบน้ำหนักสำหรับแคร่
- เครื่องถอดดัดลูกปืนไฮดรอลิก
- แท่นวางแคร่
- ตรวจปรับแคร่
- แท่นซ่อมแคร่
- เครื่องทดสอบการสั่นสะเทือน
- เครื่องตรวจสอบรอยร้าว
- เครื่องยกอัดล้อ
- เครื่องยกของด้วยอุปกรณ์ลวดสลิง สำหรับยกเพลลา
- แท่นงาน ที่ตั้งงาน หิ้งวางของ

ฉ) สถานที่ซ่อมมอเตอร์ลากจูง

- แท่นทดสอบมอเตอร์ลากจูง
- เครื่องทดสอบด้วยไฮดรอลิก
- เครื่องเคลื่อนย้ายในโรงซ่อม
- ทำความสะอาดห้องขับและทำความสะอาดมอเตอร์ลากจูง
- แท่นงาน ที่ตั้งงาน หิ้งวางของ และใส่ของ

ช) สถานที่ซ่อมชิ้นส่วนเครื่องกล

- โรงกลึง
- แท่นกลึง
- เครื่องเจาะ
- เครื่องเจียร
- เครื่องตัดกำลัง
- เครื่องไฮดรอลิก

- เครื่องตัด
- พื้นเรียบ
- อุปกรณ์ตัดท่อ
- เครื่องยกของเคลื่อนย้ายได้ในโรงงาน
- แท่นงานสำรอง ที่วางของ
- อุปกรณ์เชื่อม
- อุปกรณ์ลดเชื่อม
- เชื่อมด้วยแก๊สและชุดตัด
- ชุดของบัดกรีและชุดการใช้อุปกรณ์ทองเหลือง
- ชุดของม้วนและลากกำลัง
- ชุดเครื่องมือเชื่อมของคนเชื่อม
- ที่ระบายอากาศสถานที่เชื่อม
- แท่นวางของสำรอง
- แท่นวางของ ที่วางของ และตู้เก็บของ
- ข) โรงซ่อมห้ามล้อและเครื่องทำลมอัด
 - อุปกรณ์ทดสอบลมอัดมาตรฐาน
 - เครื่องทดสอบลมอัด
 - เครื่องเคลื่อนย้ายในโรงงาน
 - แท่นวางของ, โต๊ะวางของ, ที่วางของและตู้เก็บของ
- ฅ) พื้นที่ซ่อมเครื่องปรับอากาศและเครื่องฟุ้ง
 - ชุดติดตั้งระบบน้ำและระบายน้ำทิ้ง
 - ชุดอุปกรณ์ทดสอบ
 - แท่นวางของ ที่วางของ และตู้เก็บของ
 - แท่นทดสอบเครื่องฟุ้งสำหรับไฟฟ้าและลม
 - เครื่องมือทดสอบเครื่องกล
 - อุปกรณ์ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องฟุ้ง
 - เครื่องเคลื่อนย้ายในโรงงาน
 - เครื่องตรวจสอบรอยร้าว
 - แท่นวางของ โต๊ะวางของ ที่วางของ และตู้ใส่ของ
- ฉ) โรงซ่อมประตู
 - แท่นทดสอบการทำงานของประตู การประกอบกับตัวรถและม่านประตู
 - เครื่องมือทดสอบประตูแรงปิดเปิดของประตู
 - ชุดซ่อมชิ้นส่วนของม่านประตู

- แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของ และตู้เก็บของ
- ฎ) โรงซ่อมอุปกรณ์ภายใน
 - ชุดงานช่างไม้
 - แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของและตู้เก็บของ
- ฅ) โรงซ่อมส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์
 - ชุดโต๊ะออกแบบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
 - อุปกรณ์แทนวางของ เครื่องบัดกรี และอุปกรณ์การดึง
 - ชุดเครื่องมือตรวจสอบอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์การวิเคราะห์
 - สัญญาณเครื่องทำไฟฟ้า, ไฟฟ้ากำลัง, เครื่องวัดจำนวนมากและส่วนประกอบของชิ้นต่าง ๆ
 - เครื่องตรวจสอบอิเล็กทรอนิกส์วิเคราะห์ชิ้นส่วนเล็ก ๆ
 - อุปกรณ์แทนวางของสำหรับตรวจสอบการทำงานต่าง ๆ
 - แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของและตู้เก็บของ
- ฉ) โรงฝึกงานและทดสอบ AFC
 - ชุดเครื่องมือและรายการอุปกรณ์สำหรับ AFC
 - แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของ และตู้เก็บของ
- ค) พื้นที่อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องกล
 - ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การซ่อมและปรับแต่งของชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ชุดทดแทนอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของ และตู้เก็บของ
- ด) โรงพ่นสี
 - อุปกรณ์เครื่องพ่นสีด้วยลม
 - ชุดเครื่องมือขัดและแต่งสี
 - ระบายอากาศห้องพ่นสีและสารเคมี
 - ชุดลากม้าน
 - พัดลมเป่าอากาศเคลื่อนที่
 - ชุดเครื่องมือทาสี ชุดขัดและแต่งสีด้วยมือ
 - ทำความสะอาดเครื่องมือพ่นสีและสารเคมี
 - แทนวางของ โต๊ะงาน ที่วางของ และตู้เก็บของ
- ณ) โรงซ่อมบำรุงแบตเตอรี่
 - ชุดชาร์ตแบตเตอรี่ประจำที่
 - ชุดชาร์ตแบตเตอรี่เคลื่อนที่
 - ชุดชาร์ตแบตเตอรี่เคลื่อนย้ายบนพื้น
 - ชุดชาร์ตแบตเตอรี่ทางถนน

- ชุดเครื่องมือซ่อมเบตเตอร์ ทำความสะอาดหน้าสัมผัส ความถี่เฉพาะ เติมน้ำมันและทำความสะอาดหลอดแก้ว และเครื่องวัด
 - เครื่องหนี้อั้วสำหรับเลื่อนไปมา
 - แท่นวางของ โต๊ะงาน ที่วางของและตู้เก็บของ
- ค) พื้นที่ทำความสะอาดรวมถึงทำความสะอาดห้องขับ
- เครื่องทำความสะอาดแรงดันสูงสำหรับแคร่และส่วนประกอบที่ต้องทำความสะอาด
 - เครื่องล้างสำหรับชิ้นส่วนความสะอาดจากระบบของชิ้นส่วนประกอบ
 - ทำความสะอาดเครื่องตรวจรอยร้าว
 - การทำความสะอาดด้วยสารเคมี
 - แท่นวางของ โต๊ะงาน ที่วางของและตู้เก็บของ

โรงซ่อมอุปกรณ์ทาง

พื้นที่เก็บของ

- มีชั้นละพื้นที่บริเวณ
- เคลื่อนย้ายขบวนรวมรถเข้าด้วยมือ อัลดิน รถโยก
- หิน กร่องเหล็กและคอนเทนเนอร์
- ปั่นจันหนี้อั้วสำหรับยกของ

โรงงาน

- แท่นเจาะ
- เครื่องกลึงล้อ
- ชุดเครื่องมือกล
- แท่นวางของ โต๊ะงาน ที่วางของและตู้เก็บของ

ตรวจขบวน

- ขบวนบริการด้วยเครนและขบวนขาลา แสงสว่างลอย และการจัดหา ขนส่ง เคลื่อนย้ายลงหินโรยทาง ใช้คนงาน 8 คน
- ขบวนบริการด้วยคนงาน 8 คน รวมถึงนำหนักเบาของส่วนต่างๆ ในการเปลี่ยนรางชุดเครื่องมือ
- เครื่องมือซ่อมทาง
- การเปลี่ยนรางและครอบคลุมอุปกรณ์
- ชุดเปลี่ยนราง รวมไฮดรอลิกด้วยชุดควบคุมการยกลูกสูบ, เคลื่อนย้ายและถาดสนับสนุน
- ชุดของอุปกรณ์ความปลอดภัยรวมถึงการป้องกันลัดวงจร, เครื่องกันและอุปกรณ์ป้องกันส่วนตัว

ยวดยานผสม

- รถบีคอป
- ชุดเครื่องมือซ่อมยวดยานบนถนน รวมถึงการวิเคราะห์การดำเนินการของกระแสไฟฟ้า
- แท่นวางของ, โต๊ะงาน, ที่วางของและตู้เก็บของ
- การล้างขบวนรถไฟฟ้า
- การล้างขบวนรถด้วยน้ำที่บำบัดแล้ว
- เครื่องทำความสะอาดแรงดันสูง
- อุปกรณ์ทำความสะอาดด้วยมือ ท่อ แปรง ถังใส่น้ำฉีดพ่นและบันได

4.5.4 อาคารและความสะดวกการออกแบบ

การออกแบบพื้นฐานของโรงซ่อมต้องการยินยอมเป็นไปตามโค้ด มาตรฐานและกฎระเบียบ ดังด้านล่างนี้

4.5.4.1 สถาปัตยกรรม - ออกแบบมาตรฐานและกฎระเบียบ

- สำนักงานของกรรมการควบคุมด้านวิศวกรรมและผู้เชี่ยวชาญสถาปัตยกรรมแห่งประเทศไทย
- กฎหมายควบคุมการก่อสร้างในประเทศไทย พ.ศ. 2522
- มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบของสถาบันมาตรฐานอาคารแห่งประเทศไทย
- องค์การระหว่างประเทศเพื่อความเป็นมาตรฐาน และ เทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร
- การควบคุมการบริหารจัดการการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2522 14.4.2

4.5.4.2 รากฐานของรายงานกฎเกณฑ์การออกแบบ

เสาเข็มได้ออกแบบขึ้นเพื่อการวางรากฐานเปิดเสร็จระยะยาวของเสาเข็มให้รับน้ำหนักได้ล่างได้อย่างคงทนถาวร ประกอบด้วย การป้องกันการแตกร้าวของพื้นผิวและไม่ทำให้โครงสร้างใช้ไม่ได้ปัจจัยด้านความปลอดภัยที่จะใช้ในการออกแบบฐานของเสาเข็มมีดังต่อไปนี้

- การกดเพลลา $FOS > 2.50$
- การกดเพลลา และป้องกันการแตกร้าวของพื้นผิว $FOS > 1.75$
- เครื่องมือที่ใช้ดึงเพลลา $FOS > 3.00$

4.5.4.3. การออกแบบโยธาและโครงสร้างของมาตรฐานการออกแบบ

การออกแบบตามมาตรฐานของประเทศไทยโดยทั่วไปแล้วจะใช้ประโยชน์ได้ ยกเว้นสถานที่เหล่านี้ที่ไม่สมควรตัดสินใจทำ ข้อยกเว้นต่างๆ ประกอบด้วย การวางข้อกำหนดด้านการรองรับกระแสลม และการคงอยู่ได้ของอาคาร ซึ่งเป็นสถานที่ที่ได้อ้างอิงถึงมาตรฐานการออกแบบ ในข้อกำหนดด้านการกำลังลม ได้อ้างอิงมาตรฐานด้านกำลังลมที่ทำโดยออสเตรเลีย (AS1170/2) สำหรับภายในและภายนอกอาคาร ด้วยค่าสัมประสิทธิ์แรงอัดตามเอกสารนี้คือในจำพวกการปฏิบัติที่จะทำได้ดีที่สุดในเรื่องนี้ ความเร็วลมที่มุ่งหมายจำกัดอยู่เฉพาะในท้องถิ่นที่ถูกใช้ โดยวิธีใดก็ตามกับแรงอัดลมพื้นฐาน และการรองรับน้ำหนักกดทับที่คงอยู่ได้ต่อพื้นที่อาคารที่ตัดสินใจไว้จากมาตรฐานระหว่างประเทศที่รับรองไว้

4.5.5 ระบบการบริการก่อสร้างอาคาร

4.5.5.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า (มาตรฐานและข้อบังคับ)

- Metropolitan Electricity Authority	MEA
- The Engineering Institute of Thailand	EIT
- International Electro-Technical Commission	IEC
- Illumination Engineering Society	IES
- British Standards	BS
- National Fire Protection Association	NFPA

4.5.5.2 การตรวจพบอัคคีภัย & การออกแบบระบบไฟเตือนอัคคีภัย (มาตรฐานและข้อบังคับ)

- The Engineering Institute of Thailand	EIT
- International Electro-Technical Commission	IEC
- British Standards	BS
- National Fire Protection Association	NFPA

4.5.5.3 การระบายน้ำสุขาภิบาล และการออกแบบระบบน้ำ (หลักเกณฑ์และมาตรฐาน)

- British Standards	BS
- Domestic Effluent Quality Standards – Score Committee of Pollution	
- Control approved by the National Environment Board of Thailand	
- National Plumbing Code	
- Institute for Thai Industrial Standard (TIS)	
- Thai Electrical & Mechanical Contractors Association Guides	
- Bangkok Metropolitan Water Authority Regulations	

4.5.5.4 ปรับอากาศและ ออกแบบระบบระบายอากาศ (หลักเกณฑ์และมาตรฐาน)

- AMCA	Air Moving and Conditioning Association
- ARI	Air-Conditioning and Refrigeration Institute
- ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- MEA	Metropolitan Electricity Authority.
- NEC	National Electrical Code.
- NFPA	National Fire Protection Association.
- SMACNA	Sheet Metal and Air-Conditioning Contractors National Association.
- TIS	Thai Industrial Standard
- UL	Underwriter's Laboratory, Inc.

- Thai's Building Code Ministry of Interior.
- Energy Conservation Regulation of DEDP

4.5.5.5 ออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัยอาคารไทย (หลักเกณฑ์และข้อกำหนด)

- Ministerial regulation No. 33 (B.E. 2535) issued under Control Building Act, B.E. 2522
 - Ministerial regulation No. 47 (B.E. 2540) issued under Control Building Act, B.E. 2522
 - Ministerial regulation No. 48 (B.C. 2540) issued under Control Building Act, B.E. 2522
 - Ministerial regulation No. 50 (B.E. 2540) issued under Control Building Act, B.E. 2522
- Thai Standards
- The Engineering Institute of Thailand Standard (E.I.T. Standard)
 - Institute for Thai Industrial Standards (TIS).

หลักเกณฑ์และมาตรฐานระดับนานาชาติ

- a) National Fire Protection Association (NFPA)
 - NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers.
 - NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems
 - NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems.
 - NFPA 16 Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems.
 - NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
 - NFPA 22 Standard for Water Tanks for Private Fire Protection,
 - NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.
 - NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.
- b) British Standard (BS)
- c) Underwriter's Laboratory, Inc.
- d) Factory Mutual American National Standard Institute .