รายงานวิจัย

แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม

รายงานฉบับสมบูรณ์
แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย

สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชั้น 6 อาคารประชาธิปก-รำไพพรรณี ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Email : pramual.s@chula.ac.th

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนำ

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (สศอ., OIE) ได้ว่าจ้าง สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นที่ปรึกษาในโครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย (ระยะที่ 1) ซึ่งระยะเวลาในการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 150 วัน

รายงานฉบับนี้ เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ (final report)

เนื้อหาในรายงาน ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงการ อาทิ ความเป็นมา หลักการและเหตุผลในการดำเนินโครงการ วัตถุประสงค์ แนวทางการศึกษา ข้อมูลเบื้องต้น จากการศึกษาสถานภาพอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โครงสร้างหลักของระบบรถไฟฟ้าฯ ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลระบบรถไฟฟ้าฯ โครงการ MRT จากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ซึ่งประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนกว่า 600 รายการ และคณะผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการศึกษาแยกเป็นรายอุตสาหกรรมในโอกาสต่อไป ในส่วนหลังเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม ธุรกิจ การเงิน และการศึกษาทางรัฐศาสตร์ ซึ่งจะแสดงให้เห็นแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

คำนำ iii

1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

1.3 ขอบเขตการศึกษาและวิธีการศึกษา 4

1.4 แนวทางในการดำเนินโครงการ 5

1.4.1 สถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลก และประเทศไทย 5

1.4.2 การวิเคราะห์อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ 6

1.4.3 ความเป็นไปได้ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง . 6

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 8

1.5.1 ศึกษาสถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลก 8

1.5.2 ศึกษาแผนโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ ของประเทศไทย 8

1.5.3 การวิเคราะห์ PEST 8

1.5.4 การทำ SWOT Analysis 9

1.5.5 การทำ Five Forces Analysis 9

1.5.6 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านธุรกิจ 9

1.5.7 การสำรวจอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในต่างประเทศ 9

1.5.8 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน 10

1.5.9 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม 10

1.6 ตัวแบบการศึกษา (Study Model) 11
1.7 การปรับปรุงตัวแบบการศึกษา 14

2 ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในต่างประเทศ 15
2.1 วัตถุประสงค์การศึกษา 15
2.2 บทนำ 15
2.3 ประเทศออสเตรีย 16
2.4 การขนส่งทางรถไฟในประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี 17
2.5 การขนส่งทางรถไฟในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 20
2.6 การขนส่งทางรถไฟในประเทศญี่ปุ่น 26
2.7 สาธารณรัฐเกาหลี (Republic of Korea) 30
2.8 Sweden 31
2.9 การขนส่งทางรถไฟในสหราชอาณาจักร 32
2.10 ประเทศออสเตรเลีย 41
2.11 การเติบโตของรถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (European Union) 44
2.12 สรุป 48

3 ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในประเทศไทย 51
3.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 51
3.2 บทนำ 51
3.3 ระบบขนส่งด้วยราง (Rail Transit System) 52
3.4 รถไฟลอยฟ้าบีทีเอส ของกรุงเทพมหานคร 53
3.4.1 ลักษณะโครงการ 54
3.4.2 ลักษณะของระบบ 55
3.4.3 แนวเส้นทาง 55
3.4.4 โครงสร้างของสถานีรถ 56
3.4.5 โครงสร้างทางวิ่ง 57
3.4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค 57
3.5 รถไฟฟ้าใต้ดินของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย 58

3.5.1 ลักษณะโครงการ 60
3.5.2 ลักษณะของระบบ 60
3.5.3 แนวเส้นทาง 60
3.5.4 โครงสร้างของสถานีรถ 61
3.5.5 โครงสร้างอุโมงค์ทางวิ่ง 62
3.5.6 วัสดุในโครงสร้างอุโมงค์ 63
3.5.7 มาตรฐานความปลอดภัยของระบบอุโมงค์และสถานี 63
3.5.8 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค 64
3.6 ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 65
3.6.1 ลักษณะโครงการ 65
3.6.2 ลักษณะของระบบ 66
3.6.3 แนวเส้นทาง 67
3.6.4 โครงสร้างของสถานีรถและทางวิ่ง 67
3.6.5 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค 67
3.7 สรุป 68

4 แผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน 71
4.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 71
4.2 วิวัฒนาการระบบการขนส่งทางราง 71
4.3 การจัดทำแผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน 76
4.4 ระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพมหานคร และพื้นที่ต่อเนื่อง 81
4.4.1 สายสีแดงเข้ม ธรรมศาสตร์-หัวลำโพง - มหาชัย 81
4.4.2 สายสีแดงอ่อนศาลายา - บางซื่อ - หัวหมาก, ตลิ่งชัน - มักกะสัน 82
4.4.3 โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (SARL) . . 84
4.4.4 สายสีเขียวเข้ม ลำลูกกา - สมุทรปราการ - บางปู 86
4.4.5 สายสีเขียวอ่อน ยศเส-บางหว้า 87
4.4.6 สายสีน้ำเงิน บางซื่อ - ท่าพระ, หัวลำโพง - พุทธมณฑล 87
4.4.7 สายสีม่วง บางใหญ่ - ราษฎร์บูรณะ, แคราย - ปากเกร็ด 87

4.4.8 สายสีส้ม บางบำหรุ - มีนบุรี 89
4.4.9 สายสีชมพู ปากเกร็ด - มีนบุรี 90
4.4.10 สายสีเหลือง ลาดพร้าว - สำโรง 90
4.4.11 สายสีเทา วัชรพล - สะพานพระราม 9 91
4.4.12 สายสีดำ ดินแดง - สาทร 92
4.5 ประมาณการปริมาณขบวนรถที่ต้องการใช้ 96
4.6 สรุป 99

5 การศึกษาด้านวิศวกรรม 101
5.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 101
5.2 บทนำ 101
5.3 องค์ประกอบของรถไฟฟ้าฯ 108
5.3.1 โครงสร้างหลัก (main frame) 108
5.3.2 ตู้โดยสาร (car body) 109
5.3.3 ส่วนตกแต่งภายใน (car interior) 110
5.3.4 อุปกรณ์ตกแต่งภายนอกรถ (car exterior) 111
5.3.5 ห้องควบคุมรถ (operator's cab) 112
5.3.6 โบกี้ (bogie) 113
5.3.7 ระบบห้ามล้อหรือเบรก (braking system) 117
5.3.8 ระบบขับเคลื่อน (traction system) 118
5.3.9 coupler 119
5.3.10 Door system 120
5.3.11 Lighting 121
5.3.12 Air condition system 121
5.3.13 ระบบผลิตและจ่ายลม (pneumatic system or air supply system) 122
5.3.14 ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟฟ้า (Electrification and Power Supply System) 124
5.3.15 ระบบสื่อสารและเฝ้าระวัง (Communication and Monitoring System) . . 125

5.3.16 ระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Train Control and Signaling System) 126
5.4 ฐานข้อมูลชิ้นส่วน 128
5.5 การวิเคราะห์รายการชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ เบื้องต้น 133
5.5.1 กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure) 136
5.5.2 กลุ่มส่วนตกแต่งภายใน (Car Interior) 137
5.5.3 กลุ่มอุปกรณ์ตกแต่งภายนอก (Car Exterior) 138
5.5.4 กลุ่มห้องควบคุมรถ (Operator's cab) 138
5.5.5 แคร่ (Bogie) 139
5.6 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ 141
5.7 กรรมวิธีการผลิตรถไฟฟ้าฯ (Rolling Stock Manufacturing Process) 145
5.8 การออกแบบ 146
5.9 การสั่งวัสดุและชิ้นส่วน 148
5.10 กระบวนการผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ 149
5.10.1 การผลิตตู้โดยสาร (Car Body) 149
5.10.2 การผลิตแคร่ (Bogie) 162
5.10.3 การประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนตู้โดยสาร 163
5.10.4 การเชื่อมต่อตู้โดยสารเข้ากับแคร่ 164
5.11 การทดสอบรถไฟฟ้าฯ 165
5.12 การจัดส่งรถไฟฟ้าฯ 165
5.13 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ 180
5.13.1 โครงสร้างฐานและตู้โดยสาร (Underframe and Bodyshell) 180
5.13.2 ภายในตู้โดยสาร (Interior) 180
5.13.3 แคร่ (Bogie) 181
5.14 มาตรฐานชิ้นส่วนและอุปกรณ์ 182
5.15 ข้อสังเกต 187
5.16 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 188
5.16.1 ทางเลือกแบบ A:
สร้างเฉพาะโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ 190

5.16.2 ทางเลือกแบบ A/S :
สร้างโรงงานผลิตตู้โดยสาร และโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ 191
5.16.3 ทางเลือกแบบ A/S/B :
สร้างโรงงานผลิตตู้โดยสาร แคร่ และ โรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ 193
5.17 แนวทางเบื้องต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ
ในประเทศไทย 197
5.18 สรุป 201

6 การศึกษาด้านธุรกิจ 203
6.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 203
6.2 การวิเคราะห์ PEST Analysis 203
6.3 การศึกษา Diamond Model 213
6.3.1 ยุทธศาสตร์ โครงสร้างและการแข่งขัน 213
6.3.2 ปัจจัยด้านการผลิต 214
6.3.3 ปัจจัยด้านอุปสงค์ 215
6.3.4 ปัจจัยด้านอุตสาหกรรมต่อเนื่องและสนับสนุน 218
6.4 การวิเคราะห์ Five Forces 218
6.4.1 คู่แข่งขันโดยตรง 218
6.4.2 อุปสรรคจากคู่แข่งขันในอนาคต 223
6.4.3 อุปสรรคจากสินค้าทดแทน 232
6.4.4 อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ 232
6.4.5 อำนาจการต่อรองของลูกค้า 233
6.5 การศึกษา STP 239
6.5.1 การแบ่งส่วนการตลาด (Segmentation) 239
6.5.2 การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (Targeting) 239
6.5.3 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning) 241
6.6 สรุป 243

7 แนวทางการศึกษาด้านรัฐศาสตร์ 247

7.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 247

7.2 บทนำ 247

7.3 นโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า 248

7.3.1 นโยบายด้านการใช้รถไฟฟ้าฯ 248

7.3.2 นโยบายด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม 249

7.4 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 250

7.4.1 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 250

7.4.2 อุปสงค์ (demand) ความต้องการระบบขนส่งทางราง 251

7.4.3 อุปทานภาคอุตสาหกรรม และการผลิตต่อระบบการขนส่งทางราง 251

7.5 แผนบริหารราชการแผ่นดิน 252

7.5.1 ด้านความต้องการหรืออุปสงค์ของรถไฟฟ้าและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง . 252

7.5.2 ด้านอุปทานอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง 253

7.6 รูปแบบการลงทุนในการพัฒนาอุตสาหกรรม 254

7.7 แนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ 256

7.7.1 การส่งเสริมการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 257

7.7.2 การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ 258

7.7.3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในลักษณะของบริษัทร่วมทุน 259

7.7.4 เงื่อนไขพิเศษ : การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ 260

7.8 การพิจารณาเลือกแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า 265

7.9 ข้อเสนอสำหรับแนวทางในการพัฒนา อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง 266

7.10 สรุป 268

8 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน 269

8.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 269

8.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (Overview of Rail Industry) 269

8.3 แนวโน้มอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (Industry Outlook) 273

8.4 ผลการดำเนินงานทางการเงินของผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่ 275
8.4.1 Bombadier Inc. 275
8.4.2 Alstom 279
8.4.3 Siemens AG 279
8.5 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility Study) ในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ 284
8.5.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยผู้ได้รับสัมปทานแต่ละราย 284
8.5.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกัน (National Design) 293
8.6 การวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจ 303
8.6.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯแต่ละราย 303
8.6.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกัน (National Design) 304
8.6.3 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงินและผลกระทบทางเศรษฐกิจ 311

9 สรุปผลการศึกษา 315
9.1 บทนำ 315
9.2 การศึกษาด้านวิศวกรรม 319
9.2.1 ผลการศึกษา 319
9.2.2 แนวทางที่เป็นไปได้ทางวิศวกรรม 320
9.2.3 กรอบระยะเวลาการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ 321
9.3 การศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์ 324

9.3.1 แผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน พ.ศ.2557-2572 324
9.3.2 การศึกษาด้านธุรกิจ 325
9.3.3 ข้อเสนอรูปแบบอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 327
9.3.4 แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมตามกรอบความคิดเชิงรัฐศาสตร์ 327
9.4 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน 331
9.4.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยผู้ได้รับสัมปทานแต่ละราย 331
9.4.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯ ที่เป็นมาตรฐานร่วมกัน (National Design) 332
9.4.3 เปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างแนวทาง 1 และ 2-3 333
9.4.4 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ 333

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

1.1 ตัวแบบการศึกษา 11
1.2 การศึกษาด้านธุรกิจและวิศวกรรม 12
1.3 การศึกษาด้านการเงิน 12
1.4 การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์สังคมวิทยา 13
1.5 การศึกษาด้านรัฐศาสตร์ 13

2.1 เครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศเยอรมัน 18
2.2 ผังเส้นทางรถไฟฟ้าในกรุงเบอร์ลิน 21
2.3 แผนที่แสดงเครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศจีน 22
2.4 แผนที่แสดงเครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศจีน 25
2.5 ผังเส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดินในเขตโตเกียว 29
2.6 เครือข่ายการขนส่งระบบรางและผู้ดำเนินการของประเทศอังกฤษ 35
2.7 เครือข่ายรถไฟใต้ดินในลอนดอน 36
2.8 London Overground 39
2.9 ผังเส้นทางรถรางในกรุงลอนดอน 40
2.10 ปริมาณการใช้รถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (1) 45
2.11 ปริมาณการใช้รถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (2) 46
2.12 ระบบขนส่งทางรางแบบความเร็วสูงในสหภาพยุโรป 47

3.1 รถไฟฟ้าประเภท LRT 53
3.2 รถไฟฟ้าประเภท LRT ชนิดรางเดี่ยว (monorail) 54

3.3 รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ BTS 55
3.4 รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ MRT 59
3.5 รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ SARL 66

4.1 รถรางไฟฟ้าในกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2507 (ค.ศ. 1964) 73
4.2 เส้นทางรถรางในกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) 74
4.3 แผนแม่บทเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย (สนข. สิงหาคม พ.ศ. 2552) 80
4.4 สรุปแผนการดำเนินการเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย 94
4.5 สรุปแผนการดำเนินการเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย (ต่อ) 95
4.6 สรุปปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถในระยะ 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี 97
4.7 สรุปปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถในระยะ 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี (ต่อ) 98

5.1 องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (1) 103
5.2 องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (2) 104
5.3 องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (3) 105
5.4 องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (4) 106
5.5 องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (5) 107
5.6 ส่วนประกอบทั่วไปของตู้รถไฟฟ้า (1) 108
5.7 ส่วนประกอบทั่วไปของตู้รถไฟฟ้า (2) 109
5.8 การตกแต่งภายในตัวรถ SARL 111
5.9 มือจับภายใน SARL 112
5.10 ห้องคนขับภายใน SARL 113
5.11 แคร่ หรือโบกี้ (bogie) (1) 114
5.12 แคร่ หรือโบกี้ (bogie) (2) 115
5.13 เซ็นเซอร์วัดความเร็วที่ล้อ 116
5.14 ระบบเบรกแบบกลไก 118
5.15 coupling ที่เชื่อมต่อระหว่างตัวรถ 120
5.16 ระบบขับเคลื่อนและกลไกการเปิด-ปิดประตู 121
5.17 air condition unit ซึ่งติดตั้งที่ด้านบนหลังคารถไฟฟ้า (drawing) 123

5.18 electrification and power supply system ด้านล่างของรถ 125
5.19 อุปกรณ์ส่งสัญญาณสำหรับระบบอาณัติสัญญาณ 127
5.20 เซ็นเซอร์ระบุตำแหน่งรถไฟสำหรับระบบอาณัติสัญญาณ 127
5.21 ไฟล์คู่มือการบำรุงรักษาระบบรถไฟฟ้าฯ 128
5.22 โครงสร้างชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล 129
5.23 รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล 130
5.24 รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล (ต่อ) 131
5.25 รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล (ต่อ) 132
5.26 ภาพชิ้นส่วน transom ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure) 135
5.27 ภาพชิ้นส่วน Corrugated sheet ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure) 136
5.28 ภาพชิ้นส่วน ของ ล้อ และเพลา ในกลุ่มของ แคร่ (Bogie) 137
5.29 โครงสร้างฐาน (underframe) ขณะเชื่อมบนตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) 151
5.30 โครงสร้างฐาน (underframe) ที่เชื่อมเสร็จแล้ว 152
5.31 ผนังตู้โดยสารด้านข้างขณะเชื่อมบนตัวจับชิ้นงาน 153
5.32 ผนังส่วนหน้าของตู้โดยสารรถ TGV 154
5.33 ผนังตู้โดยสารด้านข้างที่พร้อมจะถูกนำไปประกอบบนแท่นจับชิ้นงาน 155
5.34 แท่นจับยึดตู้โดยสารที่ใช้ประกอบผิวเปลือกนอก 156
5.35 การประกอบโครงสร้างต่าง ๆเข้าด้วยกันเป็นตู้โดยสาร 156
5.36 คนงานกำลังเจียรผิวภายนอกตู้โดยสารเพื่อปรับความเรียบ 157
5.37 การใช้แม่เหล็กในการทำให้ผนังด้านข้างของตู้โดยสารตรง 158
5.38 ตู้โดยสารส่วนโครงสร้างด้านท้าย ที่สร้างจากอลูมิเนียม 159
5.39 โครงสร้างตู้โดยสารที่ทำจากอลูมิเนียม 160
5.40 ตู้โดยสารขณะทำสี 161
5.41 โครงสร้างแคร่ที่เชื่อมเสร็จก่อนนำไปทำสี 163
5.42 เครื่องทดสอบการรับภาระของแคร่ 166
5.43 ตู้โดยสารถูกยกขึ้นเพื่อเคลื่อนย้ายในโรงงานประกอบ 167
5.44 แสดงการติดตั้งฉนวนภายใน 168

5.45 แสดงพื้นหลังจากติดตั้ง 169
5.46 แสดงการติดตั้งม่านบังแดดที่กระจก 170
5.47 แสดงการติดตั้งที่นั่ง 171
5.48 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้โดยสาร 172
5.49 แสดงการติดตั้งที่วางของโดยใช้อุปกรณ์จับยึด 173
5.50 แสดงระบบการจัดเก็บชิ้นส่วนในสายการผลิต 174
5.51 แสดงการติดตั้งระบบประตู 175
5.52 แสดงสายไฟที่ถูกติดตั้งบริเวณฯด้านใต้ของตัวรถ 176
5.53 แสดงการเดินท่อลมที่ด้านใต้ตัวรถ 176
5.54 ถังลมสำหรับติดตั้งในระบบลมที่ด้านใต้ของตัวรถ 177
5.55 แสดงการจัดส่งรถไฟฟ้าฯ โดยทางเรือ 178
5.56 แสดงการขนส่งรถไฟฟ้าฯ โดยรถยนต์ 179
5.57 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชุดแคร่ (bogie) 183
5.58 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนโครงสร้างตู้โดยสาร (body structure) 184
5.59 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนโครงสร้างตู้โดยสาร (body structure) (ต่อ) 185
5.60 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนตกแต่งภายใน (car interior) 186
5.61 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 196
5.62 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 197
5.63 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 200

6.1 Air-conditioned double-deck car 224
6.2 Air-conditioned soft seat coach 225
6.3 Air-conditioned soft berth coach 226
6.4 Air-conditioned hard berth coach 227
6.5 Air suspension bogie for coach 228
6.6 Bogie for coach 229
6.7 Air-conditioned double-deck car 230
6.8 Air-conditioned buffet car 231

6.9 Air-conditioned soft seat coach 232
6.10 Hard berth coach 233
6.11 Berth coach 234
6.12 Double-deck car 234
6.13 Dining car 235
6.14 Civil service and generator car 235
6.15 Wagon G-G 236
6.16 Container car 236
6.17 Composite car P 237
6.18 Air suspension bogie 237
6.19 Window car 238
6.20 Soft seat 238
6.21 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ 241

8.1 ส่วนแบ่งตลาดของอุตสาหกรรมผลิตรถไฟในโลก 270
8.2 รายได้ของบริษัท Bombadier ระหว่างปี ค.ศ.2005-2009 276
8.3 กำไรก่อนการหักดอกเบี้ยและภาษีของบริษัท Bombadier Inc. 277
8.4 โครงสร้างต้นทุนการผลิตรถไฟของประเทศแคนาดา 299
8.5 อัตราการจ้างงานในการผลิตรถไฟของประเทศแคนาดา 307
8.6 สรุปการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน 312
8.7 ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ 314

9.1 ตัวแบบการศึกษา 316
9.2 สรุปผลการศึกษา 318
9.3 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย 321
9.4 สรุปผลการศึกษาด้านวิศวกรรม 323
9.5 สรุปผลการศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์ 330
9.6 สรุปการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน 334
9.7 ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ 336

9.8 สรุปผลการศึกษาด้านการเงิน 337

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

6.1 ผลิตผลมวลรวมของประเทศและกรุงเทพมหานคร 207
6.2 อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทกับเงินสกุลหลักต่าง ๆ 208
6.3 จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานคร 209
6.4 จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าบีทีเอส พ.ศ. 2549 – 2551 210
6.5 จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้ามหานคร (MRT) สายเฉลิมรัชมงคล 211
6.6 โครงสร้างประชากรจำแนกตามกลุ่ม 212
6.7 จำนวนนักเรียน นักศึกษาประเภทอาชีวศึกษา 212
6.8 ปริมาณตู้โดยสารรถไฟของ รฟท. ที่มีการขึ้นทะเบียนไว้ และให้บริการจริง 217

7.1 ข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ 263
7.2 ข้อดี-ข้อเสีย เงื่อนไขการส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ 264

8.1 มูลค่าของอุตสาหกรรมรถไฟ ระหว่างปี 2006-2008 และ 2005-2007 271
8.2 การจัดอันดับกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่ 272
8.3 ภาวะความต้องการรถไฟในระยะสั้นของประเทศต่าง ๆ 274
8.4 ผลประกอบการของบริษัท Bombadier Inc ระหว่างปี ค.ศ.2008-2009 278
8.5 งบกำไร-ขาดทุนของบริษัท Alstom ระหว่างปี ค.ศ.2008-2009 281
8.6 ธุรกิจ 3 กลุ่มอุตสาหกรรมหลัก ของบริษัท Siemens AG 282
8.7 รายได้ของบริษัท Siemens AG ระหว่างปี ค.ศ. 2007-2008 283
8.8 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 1 289
8.9 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 2 290

8.10 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 3 291
8.11 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3 กรณีที่ 1 297
8.12 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3 กรณีที่ 2 298
8.13 อัตราค่าจ้างของพนักงานในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า ระหว่างปี 2541-2550 300
8.14 ค่าตอบแทนแรงงานของประเทศไทยในปี 2545 จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม 301
8.15 ค่าตอบแทนแรงงานของประเทศไทยปี 2545 จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม . 302
8.16 มูลค่าการลดการนำเข้า 305
8.17 จำนวนขบวนรถไฟที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน 308
8.18 การจ้างงานแบ่งตามประเภทงาน ปี 1998-2007 309
8.19 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรางในประเทศแถบอาเซียน 310

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการ

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนให้บริการ 2 เส้นทาง คือ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีแดง สายสีเขียวของบริษัท ขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) หรือ BTS และรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดินสายสีน้ำเงิน ของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) โดยขณะนี้มีโครงการ ซึ่งอยู่ในระหว่างก่อสร้างอีก 2 เส้นทาง คือ โครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport Rail Link) และ โครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพส่วนต่อขยายสีเขียว รวมถึง มีโครงการที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนิน และอยู่ในระหว่างการประมูลงานก่อสร้าง คือ เส้นทางรถไฟฟ้าฯ สายสีม่วง ระหว่างบางซื่อ–บางใหญ่ นอกจากนี้ ในอนาคต รัฐบาลยังมีแผนการสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ เพิ่มเติมอีก กว่า 12 เส้นทาง ทั่วกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งทำให้มีความต้องการขบวนรถไฟฟ้าฯ เพิ่มขึ้นอีกมาก

ในอดีต บริษัทเอกชนที่ได้รับสัมปทาน จะนำเข้าขบวนรถไฟฟ้าฯ สำเร็จรูป มาจากต่างประเทศ (เช่น จากโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศออสเตรีย เป็นต้น) ทำให้ประเทศไทยต้องเสียเม็ดเงิน ในการนำเข้าจำนวนมาก และสูญเสียโอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ให้เกิดในประเทศ รวมถึงผู้ประกอบการชิ้นส่วนในประเทศขาดโอกาสในการ Supply ชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้กับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ทั้ง ๆ ที่ชิ้นส่วนจำนวนมากสามารถผลิตเองได้ในประเทศ

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (สศอ.) และ รฟม. เห็นว่า ประเทศไทยมีศักยภาพ ในการพัฒนา ให้เกิดอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ขึ้นภายในประเทศได้ เนื่องจากประเทศไทย เป็นฐานการผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์ที่สำคัญของโลก จึงได้มีการหารือ กับผู้ประกอบการในเบื้องต้น และได้รับการสนับสนุนจากภาคเอกชนอย่างเต็มที่ โดยต่างเห็นว่า หากมีการตั้งโรงงานประกอบในประเทศ จะทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ในประเทศมีโอกาสเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทาน (supply chain) ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ได้มากขึ้น โดยชิ้นส่วนหลายอย่าง สามารถผลิตได้ในประเทศ เช่น สายไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ กระจก ที่นั่ง ราวจับ ฉนวนกันความร้อน ยางปูพื้น ระบบทำลม อัด โคมไฟ แผ่นปิดผนังและเพดาน เป็นต้น ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาชิ้นส่วน และอุปกรณ์จากต่างประเทศ ทั้งในส่วนของการประกอบรถใหม่ และการบำรุงรักษาระบบในระยะยาว

นอกจากนี้ การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ จะทำให้ประเทศไทยกลายเป็นศูนย์กลางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในภูมิภาคอาเซียน และมีโอกาสส่งออกรถไฟฟ้าฯ ไปยังประเทศใกล้เคียง อาทิ สิงคโปร์ มาเลเซีย และฮ่องกง เป็นต้น แผนการพัฒนาของอุตสาหกรรมดังกล่าว ต้องคำนึงถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน โดยส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ของต่างประเทศ และผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศในลักษณะ Strategic Partner เพื่อร่วมกันพัฒนาอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระยะยาว แทนที่จะเป็นเพียงการซื้อชิ้นส่วนระหว่างกันเท่านั้น

ที่ผ่านมา สศอ. ได้เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาผลกระทบ ตลอดจนประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ ไว้ส่วนหนึ่งแล้ว แต่เนื่องจาก อุตสาหกรรมนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมใหม่ ทำให้ข้อมูลหลายส่วนยังไม่มีการเก็บรวบรวมไว้ รวมถึงความจำเป็นที่ต้องมีการระดมสมองจากหน่วยงาน และผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบ และประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ อย่างรอบด้าน เพื่อวางกรอบการพัฒนา อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของระเทศ ในระยะยาว และจัดทำแผนปฏิบัติการสำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

สศอ. ในฐานะหน่วยงานซึ่งมีหน้าที่กำหนดนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรม จึงเห็นควรดำเนินโครงการ จัดทำแผนแม่บทอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง เพื่อศึกษา

แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องต่างๆ และใช้ในการจัดทำมาตรการ และโครงการต่างๆ สำหรับกระทรวงอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ เพื่อให้อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของไทย สามารถเติบโต และมีความสามารถในการแข่งขันในเวทีโลกได้อย่างยั่งยืนต่อไป

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีขอบเขตการศึกษาครอบคลุมถึง การศึกษาความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และรูปแบบของการลงทุนอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศไทย ระยะที่ 2 จะศึกษาแนวทางการส่งเสริมความร่วมมือ ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนของไทยกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ต่างประเทศในระยะยาว ในลักษณะหุ้นส่วนทางยุทธศาสตร์ (strategic partner) และแนวทางการสนับสนุนของภาครัฐที่จำเป็น ในการพัฒนาอุตสาหกรรม รวมถึงจัดทำแผนปฏิบัติการสำหรับหน่วยงานต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ตามข้อกำหนดการปฏิบัติงาน (term of reference, TOR) แบ่งออกเป็น 4 ข้อ คือ

1. เพื่อให้ทราบ สถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลกในปัจจุบัน และแนวโน้มของตลาดในอนาคต
2. เพื่อให้ทราบ แผนการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ รถไฟฟ้าชานเมือง และแผนพัฒนา การขนส่งระบบรางทั้งหมดของประเทศ และความร่วมมือกับประเทศอื่น
3. เพื่อให้ทราบ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจในด้านต่างๆ จากการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ
4. ให้ทราบ ความเป็นไปได้ในการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ และรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษาและวิธีการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาตามข้อกำหนดการปฏิบัติงาน (term of reference, TOR) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

งานส่วนที่ 1 : ศึกษา ทบทวนสถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

1. ศึกษาสถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลก ที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาทิ แนวโน้มความต้องการรถไฟฟ้าฯ ในอนาคต เทคโนโลยี ชิ้นส่วนหลัก บริษัทผู้ผลิตที่สำคัญ รวมถึงฐานการผลิตในภูมิภาคต่าง ๆ เป็นต้น

2. ศึกษาแผนโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ ของประเทศไทย ทั้งในส่วนของ BTS รฟม. และรถไฟชานเมืองของ รฟท. รวมถึงเส้นทางรถไฟหลักเชื่อมต่อระหว่างเมืองของ รฟท. ในอนาคต

งานส่วนที่ 2 : งานวิเคราะห์อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

1. ศึกษาและวิเคราะห์ ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจในด้านต่างๆ และความเป็นไปได้ของการตั้งโรงงานผลิตรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ

2. ศึกษาและวิเคราะห์ ปัจจัยต่างๆ ทั้งในส่วนของตลาด การพัฒนาเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม และการเมือง รวมถึงปัจจัยที่มีผลกระทบ ปัจจัยสนับสนุน และอุปสรรคในการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ ในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ อาทิ

   การผลิต (production) ศึกษาปัจจัยและเงื่อนไขต่างๆ ที่ผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ในต่างประเทศจะเข้ามาตั้งโรงงานผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

   การตลาด (marketing) ศึกษาสภาพตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รวมถึงโอกาสในการเป็นศูนย์กลางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ของภูมิภาค

   การลงทุน (investment) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเข้ามาลงทุน ของผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ในต่างประเทศ และเงื่อนไขในการให้การส่งเสริมการลงทุนที่เหมาะสม เป็นต้น

การพัฒนาอุตสาหกรรม (development) ศึกษาความเหมาะสม ของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ทั้งในด้านความต้องการ ขนาดการลงทุน การใช้ชิ้นส่วนในประเทศ และมาตรการสนับสนุนที่เหมาะสม

ประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ (benefits to Thai economy) ศึกษาโอกาส และประโยชน์ ที่จะเกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจ จากกิจกรรมการซ่อมบำรุงไฟฟ้าขนส่งมวลชนในอนาคต

3. ศึกษาความพร้อม และศักยภาพของอุตสาหกรรมสนับสนุนในประเทศ

4. จัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี แก่เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จำนวนไม่เกิน 5 คน ในประเทศที่ประสบความสำเร็จด้านอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ เพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางประกอบการศึกษา

งานส่วนที่ 3 : **ความเป็นไปได้ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง**

1.4 แนวทางในการดำเนินโครงการ

1.4.1 สถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลก และประเทศไทย

1. คณะผู้วิจัย จะศึกษาสถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ของประเทศตัวอย่าง ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเป็นเลิศ อย่างน้อย 2 กลุ่ม คือ ในกลุ่มอเมริกาและยุโรป และกลุ่มเอเชีย โดยจะมีการศึกษาสภาพแวดล้อม ในการดำเนินธุรกิจรถไฟฟ้าฯ วงจรชีวิตของธุรกิจรถไฟฟ้าฯ (product life cycle) ตลอดจนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง

2. คณะผู้วิจัย จะศึกษาแผนโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ รวมทั้งแผนพัฒนาการขนส่งระบบรางทั้งหมดของประเทศไทย ทั้งในส่วนที่อยู่ภายใต้การดูแลของกรุงเทพมหานคร ซึ่งบริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) หรือ BTS เป็นผู้ดำเนินการ ส่วนของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม. หรือ MRTA) ซึ่งมีบริษัท BMCL เป็นผู้ดำเนินการ รถไฟชานเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท. หรือ SRT) รวมถึงเส้นทางเชื่อมต่อระหว่างเมืองของ รฟท. ในอนาคต

1.4.2 การวิเคราะห์อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

1. คณะผู้วิจัย จะดำเนินการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก (external environments analysis) ของการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในระดับมหภาค โดยจะใช้การวิเคราะห์ PEST (PEST analysis) ซึ่งประกอบด้วย

   - **ด้านการเมือง (political)** ศึกษากฎระเบียบ และมาตรการต่าง ๆ ที่จะส่งผลกระทบกับอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นมาตรการสนับสนุนการลงทุนจากนักลงทุนต่างชาติ
   - **ด้านเศรษฐศาสตร์ (economic)** การวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากสภาพเศรษฐกิจ และปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ต่อโครงการ
   - **ด้านสังคม (social)** การวิเคราะห์ผลกระทบ จากสภาพสังคม วัฒนธรรม และความเป็นอยู่ของคน
   - **ด้านเทคโนโลยี (technology)** การวิเคราะห์ผลกระทบ จากเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้น ที่สามารถจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรม

2. คณะผู้วิจัย จะศึกษาและวิเคราะห์สภาพธุรกิจภายนอก โดยมีการวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และอุปสรรคต่าง ๆ (SWOT analysis) ที่จะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

3. คณะผู้วิจัย จะศึกษาและวิเคราะห์อุตสาหกรรม โดยใช้เทคนิคการศึกษาแรงผลักด้าน 5 ด้าน (five forces analysis) ของไมเคิล อี พอร์ตเตอร์ (Michael E. Porter) เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้น ของการแข่งขันในตลาด และความน่าสนใจของการลงทุน โดยแรงผลักทั้ง 5 ด้าน ครอบคลุมการศึกษา ต่อไปนี้ ความรุนแรงของการแข่งขันในปัจจุบัน อุปสรรคจากคู่แข่งขันรายใหม่ อำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ อำนาจการต่อรองของผู้ขายวัตถุดิบ และอุปสรรคจากสินค้าทดแทน

1.4.3 ความเป็นไปได้ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

คณะผู้วิจัยจะศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility) ของโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องใน 3 ด้าน คือ ด้านธุรกิจ (business) ด้านการเงิน (financial) และด้านวิศวกรรม (engineering)

การศึกษาความเป็นไปได้ด้านธุรกิจ (business feasibility): เพื่อให้ทราบสภาพธุรกิจในปัจจุบัน โดยจะมีการศึกษาและวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ STP : เป็นการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย และวางตำแหน่งของสินค้าในตลาด การวิเคราะห์ ประกอบด้วย การแบ่งส่วน (segmentation) เป้าหมาย (targeting) และตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ (positioning) การวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด ซึ่งจะทราบถึงแผนการตลาด ที่จะใช้ในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ อาทิ สินค้าและบริการ (product) ราคา (price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (place) การสนับสนุนการขาย (promotion)
2. การวิเคราะห์ลูกค้า : ทำให้ทราบถึงความต้องการของลูกค้าในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

ความเป็นไปได้ทางการเงิน (financial feasibility): การศึกษาจะคลอบคลุม อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจ อาทิ ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (gross domestic product, GDP) การลดการนำเข้า และการเพิ่มการส่งออก ไปยังประเทศใกล้เคียง การจ้างงานใหม่ การไหลเข้าของเงินทุนจากต่างประเทศ เพื่อการลงทุนในธุรกิจ การถ่ายทอดความรู้ให้แก่บุคลากรของประเทศ

ความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม (engineering feasibility): การศึกษา จะครอบคลุมการศึกษาปัจจัยการผลิตเบื้องต้น สำหรับการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า อย่างน้อย 4 ด้าน คือปัจจัยด้านบุคลากร (man) ปัจจัยด้านเครื่องจักร-อุปกรณ์ (machines) ปัจจัยด้านวัตถุดิบ (materials) และปัจจัยด้านกรรมวิธีการผลิต (methods) โดยการสำรวจอุตสาหกรรมในประเทศ เพื่อให้ทราบระดับเทคโนโลยี ความสามารถของบุคลากร ตลอดจนการสำรวจข้อมูลในหน่วยงานภาคการศึกษาด้านเทคโนโลยี และวิศวกรรม เพื่อให้เห็นขีดความสามารถ ในการรองรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีระดับสูง สำหรับการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1.5.1 ศึกษาสถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลก

1. ศึกษาสถานภาพของอุตสาหกรรมผลิตรถไฟฟ้าฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมในกลุ่มประเทศที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเป็นเลิศ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่ในเขตยุโรปและอเมริกา อาทิ ฝรั่งเศส และเยอรมัน เป็นต้น และกลุ่มที่อยู่ในเขตเอเชีย อาทิ ญี่ปุ่น จีน เป็นต้น
2. ศึกษาทบทวนเอกสารข้อมูล ที่เผยแพร่โดยหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ทั้งผ่านการติดต่อโดยตรง และข้อมูลที่เผยแพร่ในรูปแบบสิ่งพิมพ์

1.5.2 ศึกษาแผนโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ ของประเทศไทย

1. ศึกษาแผนโครงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ แผนพัฒนาการขนส่งระบบรางทั้งหมด ของประเทศไทย ทั้งในส่วนของบริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) หรือ BTS การรถไฟฟ้าฯแห่งประเทศไทย (รฟม.) รถไฟชานเมืองของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) รวมถึงเส้นทางเชื่อมต่อระหว่างเมืองของ รฟท. ในอนาคต
2. ศึกษาจากเอกสารและข้อมูลที่เผยแพร่ในรูปแบบสิ่งพิมพ์ และเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต
3. เข้าสำรวจและเก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการรถไฟฟ้าฯ

1.5.3 การวิเคราะห์ PEST

1. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก (external environments) ของการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องในระดับมหภาค โดยจะวิเคราะห์แบบคู่ขนาน พร้อมกันใน 4 มิติ คือ ด้านการเมือง ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคม และด้านเทคโนโลยี
2. ศึกษาผ่านการเก็บข้อมูลภาคสนามจากส่วนที่เกี่ยวข้อง อาทิ ผู้ใช้บริการ ผู้ประกอบการ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่เกี่ยวข้อง และการศึกษากฎระเบียบ-ข้อบังคับต่าง ๆ ที่มีการประกาศใช้ ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่มีการเผยแพร่ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่สามารถอ้างอิงได้

1.5.4 การทำ SWOT Analysis

1. การวิเคราะห์สภาพธุรกิจ โดยมีการวิเคราะห์จุดอ่อน (weakness) จุดแข็ง (strength) โอกาส (oppornunity) และอุปสรรคต่าง ๆ (threat) ที่จะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ
2. โดยการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการ และเอกสารข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้

1.5.5 การทำ Five Forces Analysis

1. ศึกษาและวิเคราะห์อุตสาหกรรม โดยใช้เทคนิคการศึกษาแรงผลักด้าน 5 ด้าน (five forces analysis) ของไมเคิล อี พอร์ตเตอร์ (Michael E. Porter) เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นของการแข่งขันในตลาด และความน่าสนใจของการลงทุน โดยแรงผลักทั้ง 5 ด้านครอบคลุมการศึกษา ความรุนแรงของการแข่งขันในปัจจุบัน อุปสรรคจากคู่แข่งขันรายใหม่ อำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ อำนาจการต่อรองของผู้ขายวัตถุดิบ และอุปสรรคจากสินค้าทดแทน
2. โดยการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการ และเอกสารข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้

1.5.6 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านธุรกิจ

1. เพื่อให้ทราบถึงสภาพของธุรกิจในปัจจุบัน
2. การวิเคราะห์ STP
3. การวิเคราะห์ส่วนประสมทางการตลาด
4. การวิเคราะห์ลูกค้า

1.5.7 การสำรวจอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในต่างประเทศ

จัดให้มีการศึกษาดูงานอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในต่างประเทศ ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นเลิศอย่างน้อย 1 ประเทศ

1. เพื่อทำให้ประจักษ์ถึงสภาพแวดล้อม วิธีการดำเนินธุรกิจ เทคโนโลยี ตลอดจนสามารถสร้างเครือข่ายผู้ประกอบการ ที่มีขีดความสามารถเป็นที่ยอมรับในต่างประเทศ

2. เพื่อเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ตรง ให้กับบุคลากรภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง กับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

1.5.8 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน

1. ศึกษาประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจ ในด้านผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (gross domestic product)
2. ศึกษามูลค่าของการนำเข้า และการส่งออกรถไฟฟ้า และ/หรือ การผลิตชิ้นส่วน ตลอดจนบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไปยังประเทศในภูมิภาคใกล้เคียง
3. อัตราการจ้างงานใหม่
4. ศึกษาปริมาณการไหล เข้า-ออก ของเงินทุน เพื่อการลงทุนในธุรกิจ ตลอดจนกิจกรรมการถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้แก่บุคลากรของประเทศ
5. อาศัยการสำรวจข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง

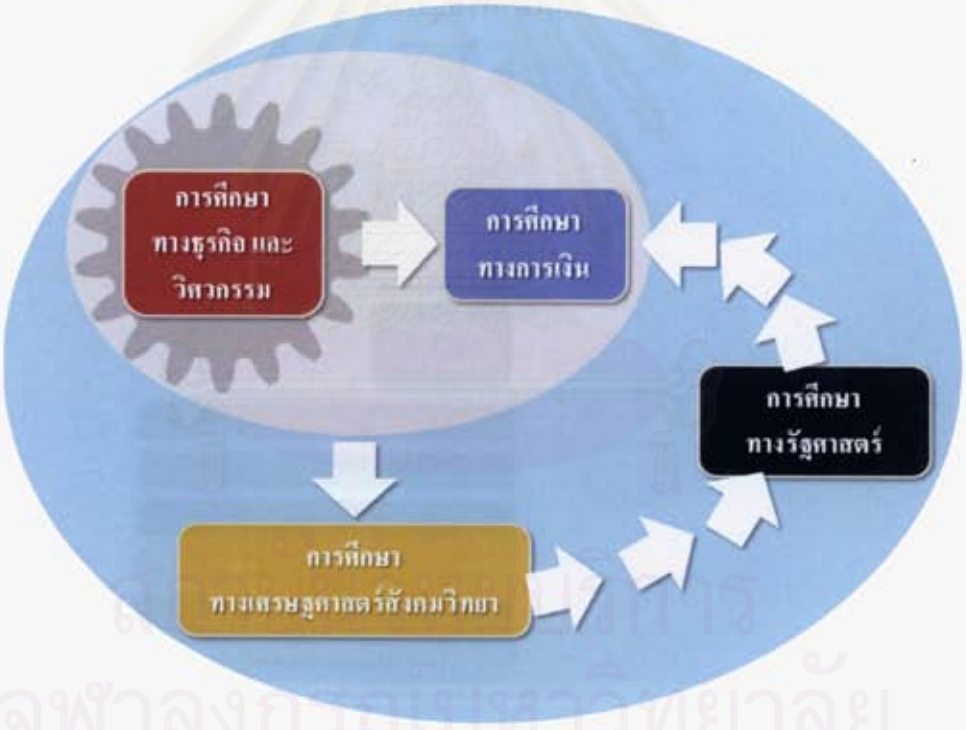
1.5.9 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรม

1. ศึกษาความสามารถทางเทคโนโลยีที่จำเป็นในระดับนานาชาติ ประกอบกับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่มีอยู่จริงภายในประเทศ
2. การศึกษาความสามารถทางเทคโนโลยี หมายถึง การศึกษาปัจจัยการผลิตเบื้องต้น สำหรับการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ อย่างน้อย 4 ด้าน คือด้านบุคลากร (man) ด้านเครื่องจักร-อุปกรณ์ (machine & equipment) ด้านวัตถุดิบ (material) และด้านกรรมวิธีการผลิต (method & manufacturing)
3. อาศัยการสำรวจผู้ประกอบกิจการให้บริการรถไฟฟ้าฯ ธุรกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานภาคการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาเอกสารทางเทคนิค

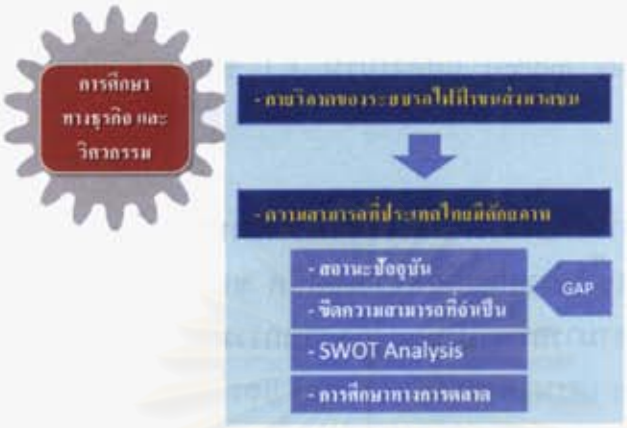
1.6 ตัวแบบการศึกษา (Study Model)

จากขอบเขตการศึกษา แนวทางการศึกษา และขั้นตอนการศึกษาที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปเป็นตัวแบบการศึกษา (study model) แสดงในรูป 1.1 ซึ่งคณะผู้วิจัยจะใช้เป็นกรอบสำหรับดำเนินกิจกรรมการวิจัย

จากตัวแบบ การศึกษาจะเริ่มต้นจากการศึกษาทางธุรกิจและวิศวกรรม (business and engineering) ซึ่งจะทำให้เข้าใจรายละเอียดทางเทคนิค ของการผลิตรถไฟฟ้าฯ ตลอดจนสถานภาพปัจจุบัน และขีดความสามารถที่จำเป็นของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งคณะผู้วิจัยจะนำข้อมูลไปทำการศึกษาทางการเงิน เศรษฐศาสตร์สังคมวิทยา และรัฐศาสตร์ต่อไป รายละเอียดของการศึกษาแต่ละส่วนแสดงในรูป 1.2 ถึงรูป 1.5



รูปที่ 1.1: ตัวแบบการศึกษา



รูปที่ 1.2: การศึกษาด้านธุรกิจและวิศวกรรม

รูปที่ 1.3: การศึกษาด้านการเงิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.4: การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์สังคมวิทยา

รูปที่ 1.5: การศึกษาด้านรัฐศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 การปรับปรุงตัวแบบการศึกษา

ภายหลังจากที่ข้อเสนอการศึกษาของคณะผู้วิจัย (research proposal) ได้รับความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการพิจารณาข้อเสนอฯ โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม ให้ดำเนินการ และคณะผู้วิจัยก็ได้ดำเนินการศึกษาตามแผนไปชั่วระยะหนึ่ง ก็พบว่าด้วยลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ ที่เป็นอุตสาหกรรมเน้นเทคโนโลยี มีขนาดใหญ่ ตัวผลิตภัณฑ์มีมูลค่าต่อหน่วยสูง ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายหรือผู้ซื้อไม่ใช่ประชาชนทั่วไป หากแต่ต้องเป็นหน่วยงานของรัฐ ทำให้ตัวแบบ และลำดับการศึกษาความเป็นไปได้ของการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมผลิตรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย ไม่อาจดำเนินการในลักษณะเดียวกับการศึกษาความเป็นไปได้ของอุตสาหกรรมทั่วไป ตามตัวแบบการศึกษาที่กล่าวถึงในตอนต้นได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแนวทางการศึกษาให้สอดคล้องกับเงื่อนไขเพิ่มมากขึ้น อันจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผลการศึกษา

แนวทางการศึกษาที่เกิดขึ้นจริง จึงถูกปรับให้นำผลการศึกษาทางวิศวกรรม อันเกี่ยวข้องกับข้อมูลทางเทคนิคของการผลิตรถไฟฟ้าฯ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง กลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ภายในห่วงโซ่อุปทาน ฯลฯ ไปทำการศึกษาทางธุรกิจ ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์สังคมวิทยา และการศึกษาทางรัฐศาสตร์ เพื่อกำหนดแนวนโยบายในการสนับสนุนของภาครัฐที่เป็นไปได้ โดยเสนอเป็นทางเลือกแบบต่าง ๆ ซึ่งท้ายที่สุดคณะผู้วิจัยจะได้ใช้การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินเป็นเงื่อนไขพิจารณาความเหมาะสมต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในต่างประเทศ

2.1 วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อให้เห็นความสำคัญของการใช้งานระบบรถไฟฟ้าฯ ในมิติของขนาด ปริมาณ ประเภท รูปแบบ และวิธีการดำเนินธุรกิจ โดยอาศัยกรณีศึกษาระบบรถไฟฟ้าฯ ในต่างประเทศ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษารูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสมในประเทศไทย
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาทางวิศวกรรม

2.2 บทนำ

บทนี้จะแสดงให้เห็นภาพรวมของการใช้งานการขนส่งระบบรางในประเทศต่าง ๆ โดยเน้นประเทศที่มีเมืองหลวงเป็นมหานครขนาดใหญ่ (metropolitan) มีปัญหาความแออัดของประชากร และการคมนาคม ซึ่งการขนส่งระบบรางสามารถช่วยบรรเทาปัญหา และเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชากรในเขตดังกล่าวได้ คณะผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลโดยสังเขป ของการขนส่งระบบรางของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ประเทศสหราชอาณาจักร และสหภาพยุโรป เพื่อใช้เป็นความรู้เบื้องต้นประกอบการศึกษา

2.3 ประเทศออสเตรีย

การขนส่งระบบรางในประเทศออสเตรีย (Austria) มีกิจการของรัฐเป็นผู้ครองส่วนแบ่งการตลาดรายใหญ่ (มากกว่า 70%) 1 ราย คือ "Federal Austrian Railway" (OEBB) และมีเอกชนรายย่อยอีกจำนวนไม่มากนัก ซึ่งในปี ค.ศ. 2005 OEBB แบ่งกิจการเป็น 9 บริษัท โดยแบ่งกิจกรรมการบริหารโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ออกจากการให้บริการ (service)

- **โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)** : Infrastructure operation manager, Infrastructure building and maintenance
- **บริการ (Service)** : การขนส่งสินค้า (Rail cargo), การขนย้ายผู้โดยสาร (Passenger transport)

การกำกับดูแล มีการตราพระราชบัญญัติการรถไฟ (Austrian Railway Act)เป็นกฎหมายหลัก เพื่อประสิทธิภาพในการใช้การขนส่งระบบรางเอื้อให้เกิดการแข่งขันของผู้ประกอบการที่เป็นธรรมและมีประสิทธิผลตลอดจนส่งเสริมผู้ประกอบการรายใหม่ให้เข้ามาในตลาดได้ และเพื่อสร้างหลักประกันว่าทุกคนที่ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงระบบโครงสร้างพื้นฐานของรถไฟได้

หน่วยงานที่กำกับดูแล คือสำนักงานคณะกรรมการควบคุมการขนส่งระบบราง (Schienen-Control GmbH, SCG) มีสถานะเป็นองค์กรอิสระ ทำหน้าที่กำกับดูแล และออกเงื่อนไขและข้อตกลงต่าง ๆ เกี่ยวกับการแข่งขันที่เสรีและเป็นธรรม การควบคุมการดำเนินงานให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการรถไฟ การให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และเป็นตัวกลางระหว่างธุรกิจด้านโครงสร้างพื้นฐาน และการขนส่ง ทั้งนี้ หากมีกรณีพิพาทเกิดขึ้น ผู้เสียหายสามารถร้องไปยังศาลปกครองเพื่อให้คณะกรรมการควบคุมการขนส่งระบบราง (Schienen-Control Kommission, SCK) พิจารณาเกี่ยวกับการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานได้

หน้าที่ของผู้จัดการระบบโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) คือ กำหนดเงื่อนไขและข้อตกลงการใช้โครงสร้างพื้นฐาน และการให้บริการ หรือความช่วยเหลืออื่น ๆ เช่น การกำหนดราคาค่าบริการที่เป็นธรรม เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขและข้อตกลงนี้จะต้องให้คณะกรรมการควบคุมการขนส่ง

ระบบราง (SCK) อนุมัติเสียก่อน จึงจะมีผลบังคับใช้และเผยแพร่ได้

จุดแข็งจุดอ่อน การเข้าเป็นสมาชิกสหภาพยุโรป (EU)ทำให้ออสเตรียต้องใช้นโยบายเปิดเสรี ส่งผลให้ส่วนแบ่งการตลาดของ OEBB ลดลงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม พบว่าธุรกิจการรถไฟของออสเตรียนั้นมีปัญหาในส่วนของการข้ามพรมแดน (cross border)เพราะประเทศสมาชิกแต่ละประเทศมีมาตรฐานด้านเทคนิค และข้อบังคับที่แตกต่างกัน ทำให้สหภาพยุโรปออกนโยบายให้ทุกประเทศสมาชิกต้องปรับระบบรางให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (TSI-rules)

2.4 การขนส่งทางรถไฟในประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี

ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี หรือประเทศเยอรมัน เป็นประเทศที่โครงข่ายทางรถไฟขนาดใหญ่ที่สุดในกลุ่มอียู (EU) โดยในปี ค.ศ. 2006 มีโครงข่ายการขนส่งทางรถไฟประมาณ 41,300 กิโลเมตร โดยที่ 34,100 กิโลเมตรจะเป็นการดำเนินงานของบริษัท Deutsche Bahn AG (DB AG) โดยบริษัทนี้รัฐเป็นเจ้าของ โดย 23 เปอร์เซ็นต์ของโครงข่ายเป็นระบบรถไฟฟ้า ขณะที่บริษัท DB AG มีระบบรถไฟฟ้าอยู่ที่ 19.5 เปอร์เซ็นต์

ประเทศเยอรมันมีการปรับโครงสร้างในการรถไฟในปี ค.ศ. 1994 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- DB AG เป็นบริษัทเอกชนที่มีรัฐบาทถือหุ้น 100 เปอร์เซ็นต์
- โครงสร้างพื้นฐานของรถไฟฟ้าจะได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล
- บริษัทรถไฟใดที่ไม่อยู่ในกลุ่ม DB AG จะต้องจ่ายค่าใช้ทางรถไฟ

เส้นทางการขนส่งทางรถไฟของ DB AG จะเชื่อมต่อเมืองหลักต่าง ๆ ทั่วเยอรมัน (IRE, RE, RB and S-Bahn trains) นอกจากนี้ ก็ยังมี Inter-City Express trains (ICE) ให้บริการรถไฟความเร็วสูง มีทั้งรถไฟแบบ InterCity Train วิ่งเชื่อมต่อเมืองหลักต่าง ๆ ภายในเยอรมัน และ EuroCity Train วิ่งเชื่อมต่อเมืองหลักต่าง ๆภายในเยอรมันกับประเทศใกล้เคียงในสหภาพยุโป (IC/EC trains) เช่น ฝรั่งเศส, สวิตเซอร์แลนด์, เดนมาร์ก, ออสเตรีย, เบลเยียม เป็นต้น

รูปที่ 2.1: เครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศเยอรมัน

ส่วนระบบ Metro ภายในประเทศเยอรมัน กรุงเบอร์ลิน ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศ มีประชากรกว่า 3 ล้านคน, ผู้โดยสารเฉลี่ย 1 ล้านคนต่อวัน ถือเป็นเมืองที่มีระบบ Metro ใหญ่ที่สุดของประเทศ Berlin metro (Berlin U-Bahn) ดำเนินการโดย Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) เปิดให้บริการตั้งแต่ปี ค.ศ. 1902 วิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 30.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนเส้นทางปัจจุบัน 9 เส้นทาง ระยะทาง 151.7 กิโลเมตร 170 สถานี

1. สาย Underground U1 จากสถานี Uhlandstraße ถึงสถานี Warschauer Straße
2. สาย Underground U2 จากสถานี Pankow ถึงสถานี Ruhleben
3. สาย Underground U3 จากสถานี Nollendorfplatz ถึงสถานี Krumme Lanke

4. สาย Underground U4 จากสถานี Nollendorfplatz ถึงสถานี Innsbrucker Platz
5. สาย Underground U5 จากสถานี Hönow ถึงสถานี Alexanderplatz
6. สาย Underground U55 จากสถานี Berlin Hauptbahnhof ถึงสถานี Brandenburger Tor
7. สาย Underground U6 จากสถานี Alt-Tegel ถึงสถานี Alt-Mariendorf
8. สาย Underground U7 จากสถานี Rathaus Spandau ถึงสถานี Rudow
9. สาย Underground U8 จากสถานี Wittenau ถึงสถานี Hermannstraße
10. สาย Underground U9 จากสถานี Osloer Straße ถึงสถานี Rathaus Steglitz

นอกจากนี้ กรุงเบอร์ลิน ยังมีการขนส่งระบบรางอื่น ๆ อีก เช่น Berlin urban rail system (S-Bahn) ซึ่งดำเนินการโดยบริษัทเอกชน S-Bahn Berlin GmbH.[1] ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1924 จำนวนเส้นทางปัจจุบัน 15 เส้นทาง และ ระบบรถราง MetroTrams หรือ Berlin Straßenbahn[2] (Berlin Tramway) ซึ่งดำเนินการโดย Berliner Verkehrsbetriebe, BVG[3] (Berlin Transport Services) ก่อตั้งตั้งแต่ปี ค.ศ. 1929

ลักษณะธุรกิจระบบราง เป็นกิจการของรัฐที่ให้บริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) แต่เพียงผู้เดียว โดย Deutsche Bahn AG แบ่งกิจการเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

- การขนส่งผู้โดยสารระบบรางแบบทางยาว
- การขนส่งผู้โดยสารสาธารณะในท้องถิ่น
- การขนส่งบรรทุกสินค้าทางราง
- บริหารจัดการเครือข่ายระบบราง (rail network) โดยแยกเป็น 1) การจัดการ การรักษา และการพัฒนาสถานีรถไฟ รวมถึงการให้บริการแก่นักท่องเที่ยวและบริษัทรางรถไฟ และ 2)การออกแบบ การจัดการโครงการ และการกำกับติดตามการสร้าง infrastructure

[1] www.s-bahn-berlin.de/englisch
[2] www.berlin-straba.de
[3] www.bvg.de

- ภาคการบริการ ทั้งด้านเชื้อเพลิง ระบบ เทคนิค การสื่อสาร และการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์

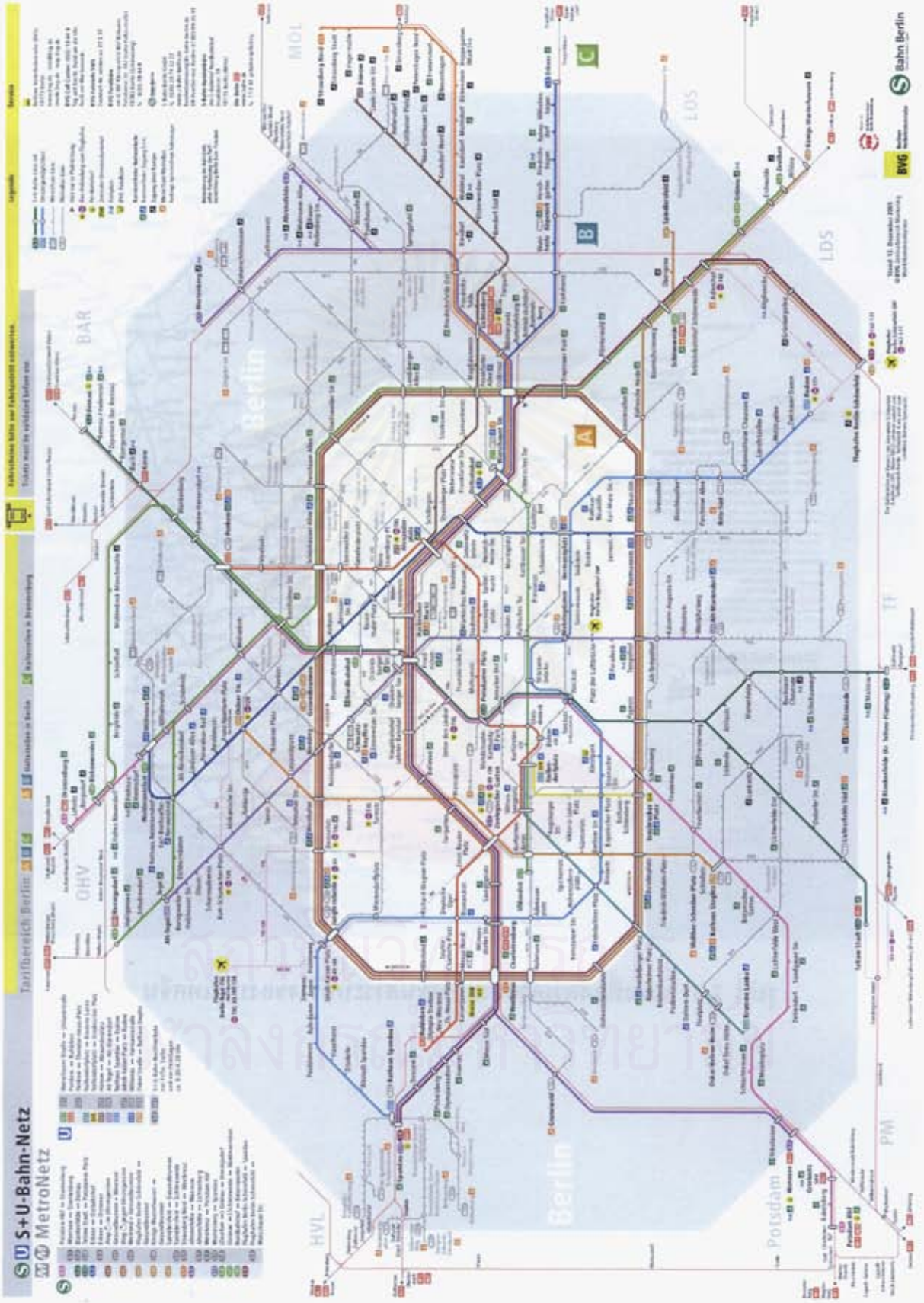
หน่วยงานที่กำกับดูแล มีการตั้งสำนักงานกิจการรถไฟแห่งสหพันธ์ (The Federal Railway Office, EBA) ที่อยู่ภายใต้กระทรวงคมนาคมอาคารและที่อยู่อาศัยแห่งสหพันธ์ (Federal Ministry of Transport, Building and Housing) ทำหน้าที่ควบคุม ดูแล หรือแทรกแซงให้เป็นไปตามกระบวนการที่กฎหมายรถไฟ (General Railway Law) บัญญัติสำหรับการสร้างรางรถไฟ ควบคุมมาตรฐานความปลอดภัยด้านเทคนิค และการให้ใบอนุญาตสำหรับธุรกิจ railway อย่างเป็นธรรม และให้มีการแข่งขันกันอย่างเสรี

นโยบายของธุรกิจราง คือการแข่งขันอย่างเสรี แต่ผู้ที่จะสามารถเข้ามาแข่งขันได้นั้นต้องได้รับใบอนุญาตจากสำนักงานกิจการรถไฟแห่งสหพันธ์ (Federal Railway Office) เสียก่อน ซึ่งเยอรมันวางรูปแบบการแข่งขันไว้ 2 รูปแบบ คือ

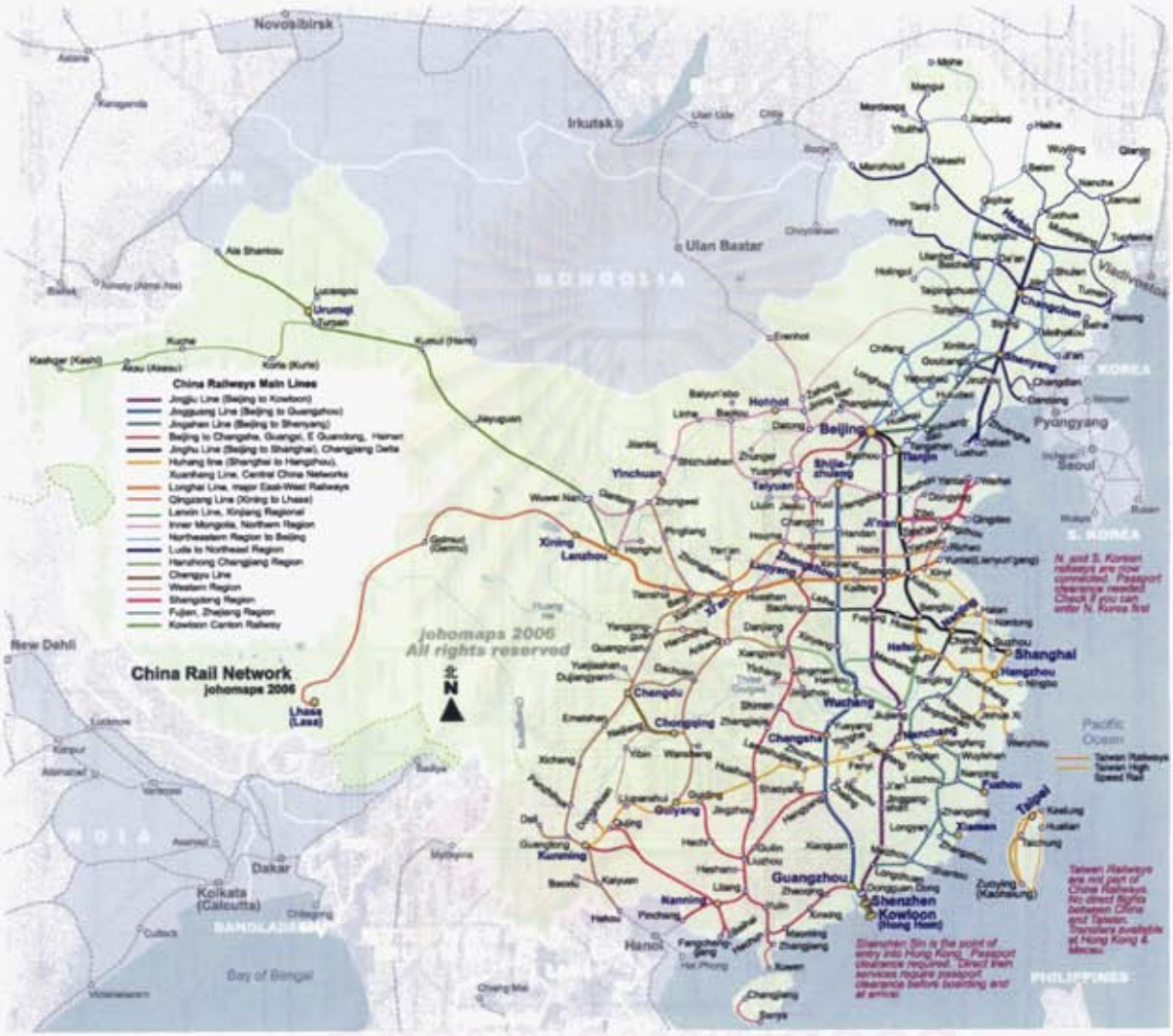
- การแข่งขันระหว่างการขนส่งสาธารณะรูปแบบอื่น (intermodal) เช่น ทางรถยนต์ที่ต้องใช้น้ำมัน หรือ ทางเรือ เป็นต้น
- การแข่งขันระหว่างบริษัทผู้ให้บริการรถไฟ(intramodal) ซึ่งกลุ่มธุรกิจที่แข่งในตลาดลักษณะนี้ได้คือ การขนส่งบรรทุกสินค้าทางราง และการขนส่งผู้โดยสารระบบรางแบบทางยาว ซึ่งการขนส่งบรรทุกสินค้าทางรางจะมีการแข่งขันกันสูงมาก สอดคล้องกับการเติบโตของธุรกิจอุตสาหกรรม ที่ร่วมมือกันในลักษณะของผู้ร่วมทุน (joint ventures) อย่างไรก็ตาม ในการขนส่งผู้โดยสารสาธารณะในท้องถิ่นของเยอรมันนั้นได้มีการริเริ่มให้ใช้มาตรการที่ภาครัฐเปิดประกวดราคาให้ภาคธุรกิจมาประมูลในการให้บริการในเส้นทางเฉพาะ เพื่อสร้างการแข่งขันในการให้บริการและประสิทธิภาพ

2.5 การขนส่งทางรถไฟในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน หรือประเทศจีน (People's Republic of China) นับเป็นประเทศที่มีการนิยมใช้การขนส่งทางรถไฟเป็นอย่างมาก ทั้งการขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้า ในการขนส่งสินค้าเกือบครึ่งหนึ่งจะใช้ทางรถไฟ และสำหรับการเดินทางของประชาชน จะใช้การเดินทางโดยรถไฟมากกว่าหนึ่งในสามของการเดินทางทั้งหมด



รูปที่ 2.2: ผังเส้นทางรถไฟฟ้าในกรุงเบอร์ลิน



รูปที่ 2.3: แผนที่แสดงเครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศจีน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบัน กิจการรถไฟในประเทศจีนอยู่ภายใต้การกำกับของกระทรวงการขนส่งระบบราง (Ministry of Railway, MOR) โดยครอบคลุมสำนักงาน 16 แห่งตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศจีน โดย MOR จะดำเนินการ 2 บทบาท ได้แก่ บทบาทในฐานะผู้ควบคุมกฎระเบียบ (regulator) ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของภาครัฐ และบทบาทในฐานะผู้ดำเนินงานธุรกิจ ซึ่งจะทำงานหน้าที่เสมือนเป็นองค์กรขนาดใหญ่ โดยสำนักงานทั้ง 16 แห่งจะดูแลพื้นที่การให้บริการตามที่ MOR กำหนด การรวบรวมรายได้จากการดำเนินงานในแต่ละสำนักงาน จะถูกเก็บส่งเข้าสู่รัฐบาล ในขณะที่ค่าใช้จ่ายรัฐบาลโดย MOR จะคิดรวมทั้งระบบรถไฟทั่วประเทศ

ส่วนระบบขนส่งระบบรางแบบด่วน (Rapid Transit System, RTS[4]) หรือ Metroในเมืองต่างๆ ของประเทศจีนจะมีอยู่ด้วยกัน 8 ระบบ ได้แก่

- Beijing Subway
- Chongqing Metro
- Guangzhou Metro
- Hong Kong MTR
- Nanjing Metro
- Shanghai Metro
- Shenzhen Metro
- Tianjin Metro

[4]Rapid Transit System หรือ ระบบขนส่งด่วนทางราง คือ ระบบขนส่งผู้โดยสารที่มีเส้นทางเป็นของตัวเอง ไม่ใช้ทางร่วมกับยานพาหนะอื่น สามารถขนส่งผู้โดยสารจากสถานที่หนึ่งไปสถานที่หนึ่งได้ครั้งละมากๆ และความถี่ในการขนส่งสูง ในหลายๆ ประเทศอาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น Metro, Subway, Underground, Sky Train, U-Bahn, T-bane เป็นต้น

โดยเฉพาะในปักกิ่ง ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศ มีประชากรกว่า 18 ล้านคน ผู้โดยสารเฉลี่ย 3.5 ล้านคนต่อวัน มีผู้ให้บริการ Metro อยู่ 1 ราย คือ Beijing Subway[5] เปิดให้บริการ 8 สาย ประกอบไปด้วย

1. สาย 1 (Line 1) จากสถานี Fuxingmen ถึงสถานี Sihuidong ระยะทาง 38 กิโลเมตร
2. สาย 2 (Ring Line 2) เป็นสายที่มีเส้นทางเป็นวงกลม ระยะทาง 16 กิโลเมตร โดยมีสถานีเชื่อมต่อไปยังสายอื่นๆ ณ สถานี Xizhimen, Dongsishitiao, Fuxingmen, Jianguomen, Yonghegong and Jishuitan
3. สาย 4 (Line 4) จากสถานี Anheqiao North ถึงสถานี Gongyixiqiao ระยะทาง 28.6 กิโลเมตร 24 สถานี
4. สาย 5 (Line 5) จากสถานี Tiantongyuan North ถึงสถานี Songjiazhuang ระยะทาง 27.6 กิโลเมตร 23 สถานี โดย 16.9 กิโลเมตร 16 สถานี เป็นสถานีรถไฟใต้ดิน และ 10.7 กิโลเมตร 7 สถานี เป็นสถานีรถไฟบนดิน
5. สาย 8 (Olympic Branch Line) จากสถานี Beitucheng ถึงสถานี South Gate of Forest Park ระยะทาง 4.5 กิโลเมตร
6. สาย 10 (Line10) จากสถานี Bagou ถึงสถานี Jinsong ระยะทาง 25 กิโลเมตร เป็นสถานีรถไฟใต้ดินทั้งหมด
7. สาย 13 (CityRail) เป็นสายที่มีเส้นทางเป็นครึ่งวงกลม จากสถานี Xizhimen ถึงสถานี Dongzhimen ระยะทาง 40.8 กิโลเมตร 16 สถานี
8. สาย Airport Express (Airport Express line) เป็นสถานีเชื่อมต่อจากสถานีในเมือง ไปยัง International Airport northeast of Beijing ระยะทาง 28.1 กิโลเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[5]http://www.bjsubway.com

รูปที่ 2.4: แผนที่แสดงเครือข่ายการขนส่งระบบรางของประเทศจีน

2.6 การขนส่งทางรถไฟในประเทศญี่ปุ่น

จากภาวะหนี้สินซึ่งสะสมไว้กว่า 27 ล้านล้านเยน (หรือประมาณกว่า 280 พันล้านเหรียญสหรัฐ) ราวปี ค.ศ. 1987 การรถไฟแห่งชาติของประเทศญี่ปุ่น (Japanese National Railways, JNR) ซึ่งมีสถานะเป็นรัฐวิสาหกิจ (state-owned public corporation) ได้มีการแปรรูปเป็นบริษัท (privatized) เพื่อให้เอกชนเข้ามาดำเนินการกิจการรถไฟแทนภาครัฐ โดยมุ่งหวังให้เกิดผลกำไรจากการทำธุรกิจ ซึ่งนับเป็นจุดกำเนิดของกลุ่มบริษัท JR (Japan Railway Group) [6] ซึ่งประกอบขึ้นจาก 6 บริษัทย่อย อันได้แก่ JR East, JR Central, JR West, JR Hokkaido, JR Shikoku, และ JR Kyushu ซึ่งรับผิดชอบกิจการขนส่งผู้โดยสาร และบริษัท JR Freight ซึ่งรับผิดชอบกิจการขนส่งสินค้า ผู้ดำเนินงานสามรายแรกจะดูแลรถไฟที่อยู่ในเกาะฮอนชู (Honshu) และสามรายหลังจะดูแลรถไฟในเกาะฮอกไกโด (Hokkaido) ชิโกกุ (Shikoku) และ คิวชู (Kyushu) ตามลำดับ โดยกลุ่ม JR จะถือหุ้นโดย Japanese National Railways Settlement Corporation (JNRSC) ซึ่งเป็นบริษัทที่รัฐบาลเป็นเจ้าของทั้งหมด และในปัจจุบันก็ได้เปิดขายหุ้นให้กับสาธารณะด้วย

นอกจากกลุ่ม JR แล้ว ประเทศญี่ปุ่นยังมีรถไฟของเอกชนรายอื่นอีกหลายบริษัท โดยเฉพาะในเขตมหานครโตเกียว เป็นเขตที่มีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่ใหญ่เป็นอันดับต้น ๆ ของโลก มีรถไฟฟ้าใต้ดินเปิดให้บริการจำนวน 13 เส้นทาง โดยมี 9 เส้นทางที่ดำเนินการโดยบริษัทโตเกียวเมโทร จำกัด (Tokyo Metro Co., Ltd) [7] ซึ่งปัจจุบันมีทุนจดทะเบียน 58.1 พันล้านเยน รองรับจำนวนผู้โดยสารกว่า 6.22 ล้านคนต่อวัน

เส้นทางที่ดำเนินการโดยบริษัทโตเกียวเมโทร ประกอบด้วย

1. สาย Ginza Line จากสถานี Asakusa ถึงสถานี Shibuya ระยะทาง 14.3 กิโลเมตร
2. สาย Marunouchi Line จากสถานี Ikebukuro ถึงสถานี Ogikubo ระยะทาง 24.2 กิโลเมตร และ จากสถานี Nakano-sakaue ถึงสถานี Honancho ระยะทาง 3.2 กิโลเมตร
3. สาย Hibiya Line จากสถานี Kita-senju ถึงสถานี Naka-meguro ระยะทาง 20.3 กิโลเมตร

[6] http://www.japanrail.com
[7] http://www.tokyometro.jp

4. สาย Tozai Line จากสถานี Nakano ถึงสถานี Nishi-funabashi ระยะทาง 30.8 กิโลเมตร
5. สาย Chiyoda Line จากสถานี Ayase ถึงสถานี Yoyogi-uehara ระยะทาง 21.9 กิโลเมตร และจากสถานี Ayase ถึงสถานี Kita-ayase 2.1 กิโลเมตร
6. สาย Yurakucho Line จากสถานี Wako-shi ถึงสถานี Shin-kiba ระยะทาง 28.3 กิโลเมตร
7. สาย Hanzomon Line Shibuya ถึง Oshiage) 16.8 กิโลเมตร
8. สาย Namboku Line จากสถานี Meguro ถึงสถานี Akabane-iwabuchi ระยะทาง 21.3 กิโลเมตร
9. สาย Fukutoshin Line จากสถานี Kotake-mukaihara ถึงสถานี Shibuya ระยะทาง 11.9 กิโลเมตร

นอกจากนี้ยังมีรถไฟใต้ดิน Toei Subway ของสำนักงานคมนาคม (Bureau of Transportation) ซึ่งดำเนินการในลักษณะรัฐวิสาหกิจท้องถิ่น (local public enterprise) อีก 4 เส้นทาง รวมระยะทาง 109 กิโลเมตร ภายใต้การดูแลของรัฐบาลเขตปกครองพิเศษแห่งมหานครโตเกียว (Tokyo Metropolitan Government, TMG) [8]

โดยสรุป ลักษณะธุรกิจระบบรางของญี่ปุ่นจะมีบริษัทที่ให้บริการผู้โดยสารในระบบรางของญี่ปุ่นมี 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1. **Six Ex-National Railway Companies (JR Companies)** ซึ่งเดิมขาดทุนมาโดยตลอด จึงได้แปรรูปรัฐวิสาหกิจในปี 1987 เพื่อให้บริษัทดังกล่าวสามารถแข่งขันเพื่อให้อยู่รอดในระบบตลาดได้โดยที่ไม่ต้องพึ่งพาเงินอุดหนุนจากรัฐ ซึ่งต่อมาแบ่งการให้บริการตามภูมิภาคเป็น 6 บริษัท แต่ละบริษัทจะต้องรับผิดชอบด้านการบริหารจัดการ (operation) และการบำรุงรักษา infrastructure ของตนเอง
2. **Major Urban Railway Companies** ซึ่งเป็นบริษัทเอกชน 15 บริษัท ให้บริการในพื้นที่ทางหลวง 4 พื้นที่

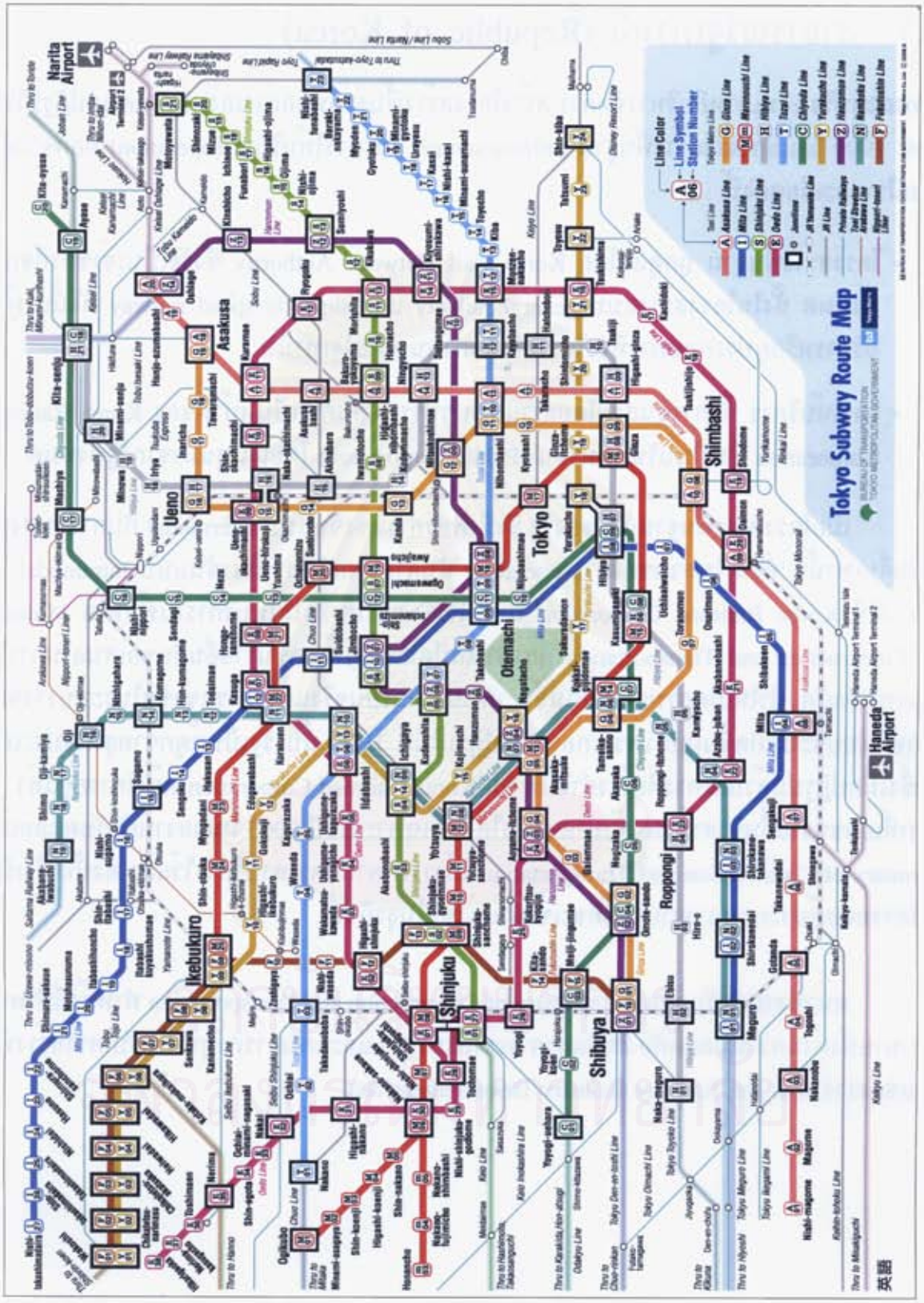
[8] http://www.metro.tokyo.jp/ENGLISH/PROFILE/policy12.htm

3. **Subway Systems in Major Cities** มีเพียงแห่งเดียวเท่านั้นที่บริหารโดย Tokyo Metro ที่แปรรูปรัฐวิสาหกิจแล้ว ส่วนที่เหลืออีก 9 แห่ง เป็นการบริหารจัดการโดยเทศบาล (municipalities)

ในส่วนของการขนส่งบรรทุกสินค้าระบบรางนั้น มีเพียงบริษัทเดียว คือ JFR ที่ให้บริการดังกล่าวทั่วประเทศและข้ามประเทศ โดยใช้รางร่วมกับ JR Companies

หน่วยกำกับดูแล คือ กระทรวงที่ดินโครงสร้างพื้นฐานและคมนาคม (Ministry of Land, Infrastructure and Transport) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษานโยบายการขนส่ง (Transport Policy Advisory Committee) ทำหน้าที่ตรวจสอบและให้คำแนะนำแก่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงฯ เรื่องที่เกี่ยวกับนโยบายการขนส่ง ซึ่งในปี ค.ศ. 2000 คณะกรรมการดังกล่าวเสนอให้ใช้หลักการ ให้เอกชนเป็นผู้ริเริ่มและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบราง โดยเงินสนับสนุนจะมาจากทั้งภาครัฐและเอกชน (คือร่วมทุนกัน แต่เอกชนคิดและทำ รัฐสนับสนุนเงิน) ซึ่งเมื่อสำเร็จแล้ว รัฐเป็นเจ้าของ infrastructure แต่เอกชนมีหน้าที่บริหารจัดการและบำรุงรักษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.5: ผังเส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดินในเขตโตเกียว

2.7 สาธารณรัฐเกาหลี (Republic of Korea)

ลักษณะธุรกิจ เดิมเกาหลีบริหารจัดการ สร้างโครงสร้างพื้นฐานทุกอย่างเองหมด แต่พอปฏิรูปในปี ค.ศ. 1999 ได้แยกโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) และการให้บริการ (operation) ออกจากกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- โครงสร้างพื้นฐาน ถูกดูแลโดย *Korea Rail Network Authority* ซึ่งรัฐเป็นเจ้าของกิจการทั้งหมด ทั้งในโครงสร้างแบบ general railway และ super hi-speed railway ดังนั้น ผู้ให้บริการหรือผู้ประกอบการที่จะใช้รางจึงถูกกำหนดโดยรัฐเท่านั้น
- การให้บริการ ทั้งการขนส่งผู้โดยสารและการบรรทุกสินค้า เป็นหน้าที่ของ Korea Railroad Corporation ซึ่งเป็นบริษัทมหาชน (Public corporation) โดยเงินทุนมาจากรัฐทั้งหมด

เมื่อโครงสร้างพื้นฐานเป็นของรัฐ จึงมีเพียงการแข่งขันแบบ intermodal กับการขนส่งรูปแบบอื่นเท่านั้น ทั้งนี้ ในส่วนของการ operation นั้นสามารถเกิดการแข่งขันแบบ intramodal ได้ ในกรณีที่ Korea Railroad Corporation ไม่สนใจเดินรถไฟหรือไม่ให้บริการในพื้นที่ใด Ministry of Construction and Transportation ก็สามารถเปิดโอกาสให้เอกชนรายอื่นยื่นขอเสนอในการให้บริการแทนได้ ทำให้เกิดการแข่งขันกันขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว การแข่งขันในระบบรางของเกาหลีแทบจะไม่เกิดขึ้นเลย เพราะก่อนที่จะปฏิรูปในปี 1999 นั้น รัฐเป็นผู้ผูกขาดธุรกิจประเภทนี้ ซึ่งเมื่อปฏิรูปแล้วเส้นทางที่สร้างกำไรได้ ก็มี Korea Railroad Corporation ให้บริการอยู่แล้ว จึงยากที่เอกชนรายอื่นจะสามารถเข้ามาแข่งขันได้ โดยเฉพาะเมื่อปี 2005 หน่วยงานกำกับดูแลอย่าง Ministry of Construction and Transportation ได้วางเพดานอัตราค่าบริการไว้แล้ว ดังนั้น จึงเป็นอุปสรรคต่อผู้ประกอบการรายใหม่ที่จะเข้ามาแข่งขันในธุรกิจนี้

หน่วยงานกำกับดูแล คือ Ministry of Construction and Transportation ทำหน้าที่กำหนดนโยบายทั้งด้านความปลอดภัย สิทธิและการเข้าถึงบริการ และแผนการลงทุนสำหรับโครงสร้างพื้นฐานของราง ตาม the Railway Industry Development Act

2.8 Sweden

ลักษณะธุรกิจ ระบบรางเดิมเป็นหน้าที่ของรัฐ แต่หลังจากการปฏิรูปในปลายศตวรรษ 1980 ก็แยก National railway เป็น 2 สาย คือ

- Operation โดย Public service enterprise railway transport (SJ) ที่แยกย่อยเป็น 2 บริษัทที่ทำหน้าที่ต่างกัน คือ การจัดการขนส่งผู้โดยสาร (SJ AB) และการจัดการขนส่งบรรทุกสินค้า (Green Cargo AB)
- Infrastructure ที่รวมทั้งการบำรุงรักษา และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยมีหน่วยงานรัฐ (Swedish National Rail Administration) รับผิดชอบ

ในส่วนของเส้นทางระดับท้องถิ่นนั้น มี CPTAs (Country Public Transport Authorities) ดูแล ซึ่งการจัดซื้อรถไฟรางนั้น CPTAs สามารถตั้งเกณฑ์ได้อย่างอิสระ แต่ต้องอยู่ภายใต้การแข่งขันอย่างเป็นธรรมเท่านั้น

หน่วยงานกำกับดูแล the Swedish Rail Agency

นโยบายของรัฐ จากการใช้นโยบายเปิดเสรี ทำให้ธุรกิจระบบรางในสวีเดนเกิดการแข่งขันมากยิ่งขึ้น สะท้อนได้จากการมีผู้ประกอบการรายใหม่ทั้งการขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งบรรทุกสินค้าจำนวนมากเข้ามาในธุรกิจดังกล่าว ทั้งนี้ สิ่งที่รัฐต้องการจากการแข่งขันก็คือ นวัตกรรมที่ได้จาก train operators และลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้น้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สวีเดนเน้นมากคือการแข่งขันในระบบตลาดที่โปร่งใสและไม่กีดกัน

อย่างไรก็ตาม แม้จะเปิดเสรีในตลาดระบบราง แต่ส่วนแบ่งการตลาดส่วนใหญ่ ก็ยังอยู่ในบริษัทของรัฐ (SJ) และโครงสร้างก็ไม่เกิดการแข่งขันเพราะรัฐรับผิดชอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.9 การขนส่งทางรถไฟในสหราชอาณาจักร

การขนส่งรถไฟเริ่มต้นในประเทศสหราชอาณาจักร (United Kingdom) หรือประเทศอังกฤษเมื่อปี ค.ศ. 1825 โดย Stockton & Darlington Railway ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนเข้ามาดำเนินงานโดยการสนับสนุนจากสมาชิกในรัฐสภา เพื่อซื้อพื้นที่ดินที่ต้องการใช้เป็นเส้นทางรถไฟ มีการเชื่อมโยงเส้นทางระยะไกล โดยเชื่อมเส้นทางระยะสั้นเข้าด้วยกัน โดยในปี ค.ศ. 1840 เมืองลิเวอร์พูล แมนเชสเตอร์ เบอร์มิงแฮม และบริสตัลได้มีเส้นทางเชื่อมไปยังลอนดอน ต่อมาเส้นทางรถไฟของบริษัทต่าง ๆ ได้เริ่มมีการควบคุมกิจการขึ้น เพื่อป้องกันปัญหาการตัดราคาระหว่างผู้ให้บริการ ซึ่งก่อให้เกิด The Midland Railway และ The London and North Western Railway ต่อมาในช่วงสงครามโลก ระบบรถไฟเริ่มตกต่ำลง ทำให้บริษัทที่ดำเนินงานระบบรถไฟ 20 บริษัทรวมตัวกันเพื่อความมั่นคงทางการเงิน กลายเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ 4 บริษัทได้แก่ London Midland & Scottish, London & North Eastern, Southern และ Great Western ช่วงภาวะสงครามนี้ไม่ค่อยมีการลงทุนในระบบรถไฟมากนัก มีเพียงการปรับปรุงการทำงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต่อมาในช่วงหลังสงคราม รัฐบาลได้ทำการรวบรวมระบบรถไฟของบริษัททั้ง 4 นี้เข้าด้วยกัน โดยมีการแต่งตั้งบอร์ด British Railways เริ่มมีการใช้ระบบรถไฟฟ้าในเส้นทาง West Coast Mail Line ซึ่งมีผลทำให้ British Railways ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการทำส่งเสริมการท่องเที่ยวระหว่างเมือง และมีการใช้รถไฟความเร็วสูง (125 ไมล์ต่อชั่วโมง) ต่อมา ในปี ค.ศ. 1993 มีการกำหนดให้รถไฟดำเนินการโดยเอกชน ทำให้เกิดการแข่งขันขึ้นในธุรกิจรถไฟ ยกเว้น โครงสร้างพื้นฐานที่ยังเป็นระบบผูกขาด ผู้ดำเนินการระบบรถไฟจะต้องมีการประมูลในเส้นทางที่ต้องการ

ปัจจุบันมีผู้ดำเนินการ ดังนี้

- Arriva Trains Wales
- C2C
- Cross Country Trains
- Chiltern Railways
- Docklands Light Rail

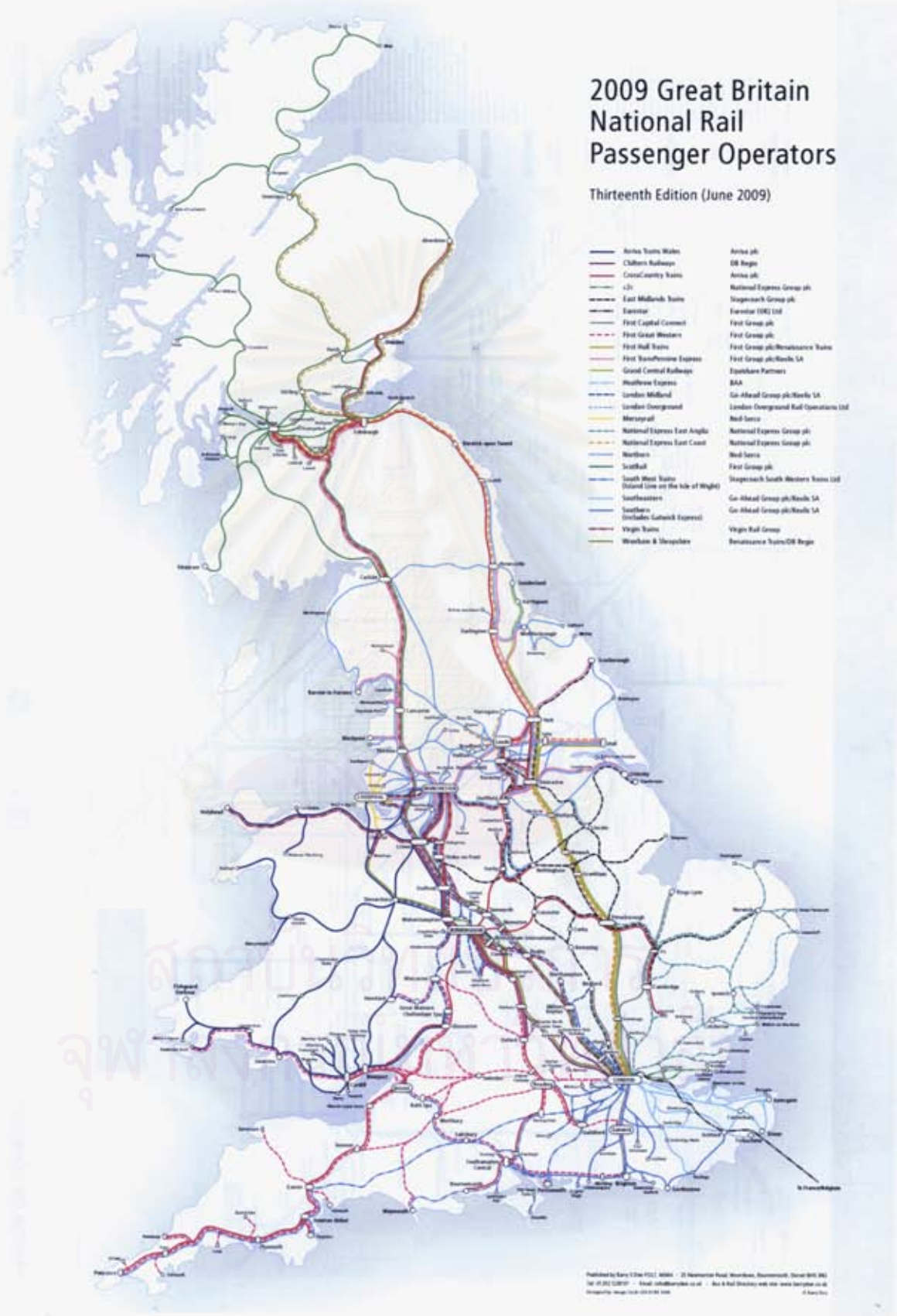
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- East Midlands Trains
- Eurostar Internet
- English Welsh and Scottish Railways
- First Capital Connect
- First Great Western
- First ScotRail
- First TransPennine Express
- Freightliner
- Gatwick Express
- Grand Central Rail
- Heathrow Connect
- Heathrow Express
- Hull Trains
- Island Line
- London Midland
- London Overground
- London Underground
- Mersey Rail
- National Express East Anglia

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- National Express East Coast
- Northern Rail
- NI Railways
- One Railway
- Silverlink Train Services
- Stansted Express
- Southern Railways
- South Eastern
- South West Trains
- Virgin Trains
- Wrexham And Shropshire

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6: เครือข่ายการขนส่งระบบรางและผู้ดำเนินการของประเทศอังกฤษ

รูปที่ 2.7: เครือข่ายรถไฟใต้ดินในลอนดอน

กรุงลอนดอน ถือได้ว่าเป็นเมืองต้นแบบด้านการคมนาคมในหลายด้าน การขนส่งระบบรางที่ใช้กันในมหานครนี้ เช่น รถไฟฟ้าใต้ดิน (London Underground), รถไฟฟ้าบนดิน (London Overground), ระบบรถราง (Trams) , รถด่วน (Commuter rail), Intercity rail เป็นต้น

รถไฟฟ้าใต้ดิน London Underground หรือ Tube เป็นการขนส่งระบบรางแบบ RTS, Metro ที่เก่าแก่ที่สุดในโลก เริ่มเปิดให้บริการตั้งแต่ปี ค.ศ. 1863 ดำเนินการโดย Transport for London[9] ในแต่ละวันมีผู้โดยสารมากกว่า 3 ล้านคน ระยะทาง 253 ไมล์ 276 สถานี จำนวนเส้นทาง 11 เส้นทาง ประกอบไปด้วย

1. Bakerloo line
2. Central line
3. Circle line
4. District line
5. Hammersmith & City line
6. Jubilee line
7. Metropolitan line
8. Northern line
9. Piccadilly line
10. Victoria line
11. Waterloo & City line

[9]www.tfl.gov.uk

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในอดีตเคยมีสายที่ 12 East London line แต่ปิดปรับปรุงไปตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 และคาดว่าจะเปิดให้บริการอีกทีปี ค.ศ. 2010 เป็น London Overground

รถไฟฟ้าบนดิน (London Overground) ดำเนินการโดย London Overground Rail Operations Ltd (LOROL)[10] เปิดให้บริการ 4 เส้นทาง ได้แก่

1. สาย Gospel Oak to Barking Line จากสถานี Gospel Oak ถึงสถานี Barking
2. สาย North London Line จากสถานี Richmond ถึงสถานี Stratford
3. สาย Watford DC Line จากสถานี Watford Junction ถึงสถานี Euston
4. สาย West London Line จากสถานี Clapham Junction ถึงสถานี Willesden Junction

ส่วนระบบรถราง Tramlink[11] เป็นการขนส่งระดับ light rail ดำเนินการโดย London Tramlink เปิดให้บริการตั้งแต่ปี 1999 ปัจจุบันมีรถรางทั้งหมด 24 คัน ระยะทาง 28 กิโลเมตร จำนวนเส้นทาง 3 เส้นทาง ประกอบไปด้วย

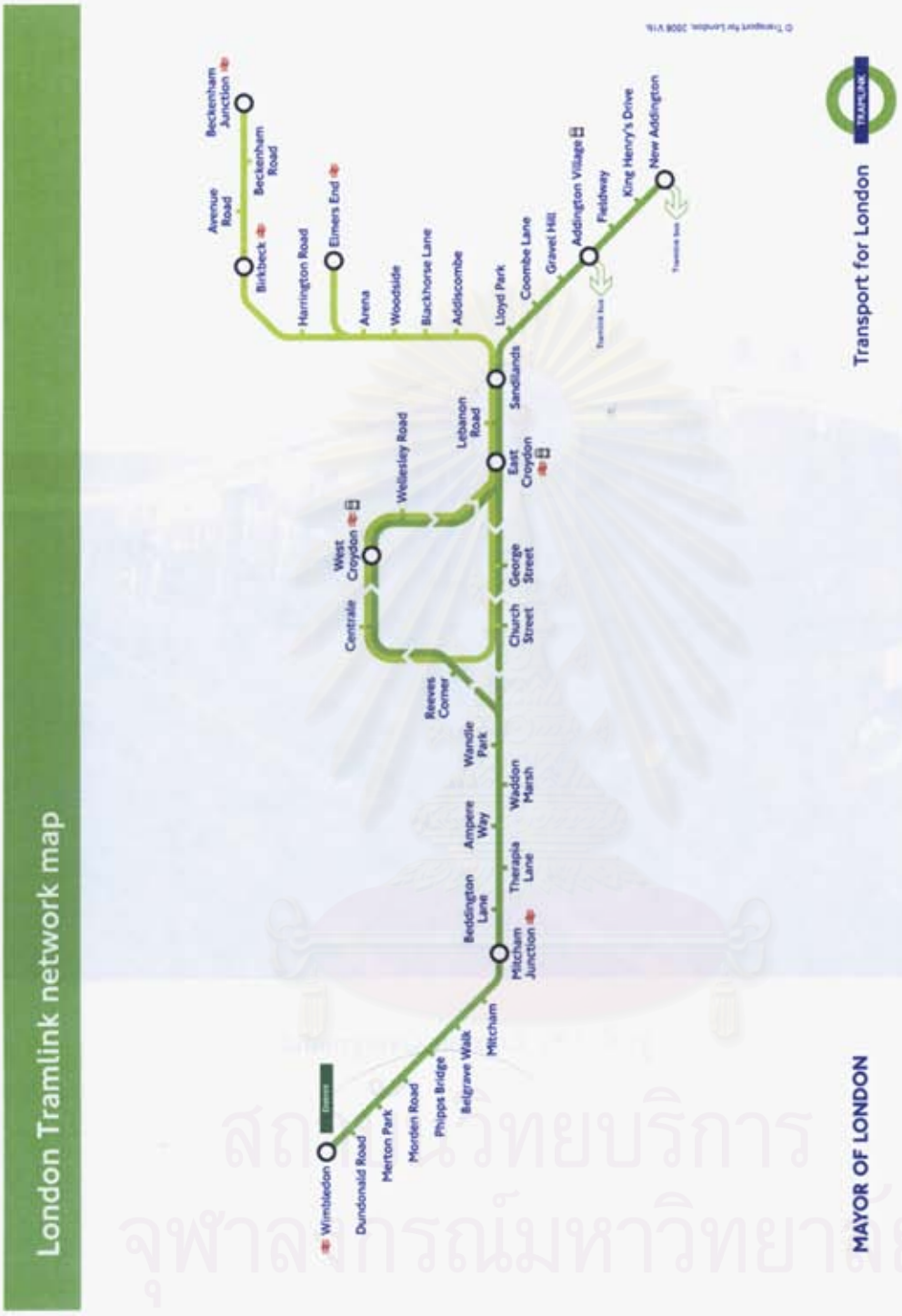
1. สาย Tramlink route 1 จากสถานี Croydon ถึงสถานี Elmers End
2. สาย Tramlink route 2 จากสถานี Croydon ถึงสถานี Beckenham Junction
3. สาย Tramlink route 3 จากสถานี Wimbledon ถึงสถานี New Addington

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[10] www.lorol.co.uk
[11] www.tfl.gov.uk/trams

รูปที่ 2.8: London Overground

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.9: ผังเส้นทางรถรางในกรุงลอนดอน

2.10 ประเทศออสเตรเลีย

รัฐบาลออสเตรเลีย ได้ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานเป็นจำนวนมาก ในช่วงที่มีการปฏิรูปในปี ค.ศ. 1990 ในปี ค.ศ. 1993 The National Rail Corporation ซึ่งเป็นเจ้าของร่วมกันระหว่าง รัฐบาลออสเตรเลีย นิวเซาท์เวลล์ และ รัฐบาลรัฐวิคทอเรีย เข้าควบคุมกิจการการขนส่งสินค้าระหว่างรัฐ นำมาซึ่งการลงทุนครั้งใหญ่ในเรื่องหัวรถจักร และการปรับปรุงประสิทธิภาพในการขนส่งระบบราง ข้ามพรมแดน ต่อมาในปี 1997 Australia Rail Track Corporation (ARTC) ซึ่งรัฐบาลเป็นเจ้าของ ได้ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อเป็น "บริษัทครบวงจร"ในการจัดการระบบรางและการเข้าใช้เครือข่ายระหว่างรัฐ โดยมีหน้าที่รับผิดชอบผู้ประกอบการเดินรถที่กำลังต้องการเข้าใช้เครือข่ายระบบรางระหว่างรัฐ ซึ่งผู้กำกับดูแลแห่งชาติ (Australian Competition and Consumer Commission) ผ่านความเห็นชอบรูปแบบการเข้าใช้เครือข่ายของ ARTC สำหรับรางขนส่งระหว่างรัฐ

เครือข่ายระบบรางระหว่างรัฐส่วนใหญ่มีการแยกเชิงโครงสร้าง และ/หรือถูกแปรรูป และปัจจุบันขึ้นอยู่กับรูปแบบการเข้าใช้เครือข่าย ภายใต้กฎหมายของรัฐหรือของชาติ การจัดการหรือการจัดให้เข้าใช้เครือข่ายระบบรางเพื่อขนส่งสินค้าระหว่างรัฐ ขยายจากรัฐเพิร์ธถึงชายแดนรัฐควีนสแลนด์ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของ ARTC การเข้าดำเนินการโดยภาคเอกชนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการรวมตัวในอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยผู้ประกอบการขนส่งสินค้าขนาดใหญ่ 3ราย ได้แก่ Pacific National (ของกลุ่ม Toll and Patrick ที่มีกิจการท่าเรือและธุรกิจขนส่งระบบหลักหลายระบบ) ,Australian Railroad Group และ Queensland Rail ซึ่งเป็นบริษัทที่มีการรวมในแนวดิ่งโดยรัฐบาลเป็นเจ้าของ

เครือข่ายการขนส่งระบบรางในภูมิภาคระหว่างรัฐภายในรัฐวิคทอเรีย ออสเตรเลียใต้ ออสเตรเลียตะวันตก และทัสมาเนีย ดำเนินการโดยบริษัทเอกชนที่มีการรวมในแนวดิ่ง และอยู่ภายใต้รูปแบบการเข้าใช้เครือข่ายโดยกฎหมายของแต่ละรัฐ

การให้บริการขนส่งผู้โดยสารในเขตเมืองใหญ่ ด้วยระบบรางถูกผูกขาดให้เป็นกิจการของรัฐในรัฐนิวเซาท์เวลส์ รัฐ ควีนสแลนด์ ออสเตรเลียตะวันตก แบะออสเตรเลียใต้ ในกรณีของวิคทอเรีย ได้มีการเจรจาข้อตกลงสัมปทานกับผู้ให้บริการที่มีการรวมเพียงรายเดียว

การกำกับดูแล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 การปฏิรูปเชิงนโยบายในสาขาการขนส่งระบบราง เป็นหน้าที่ของรัฐบาลออสเตรเลียผ่านการกำหนดข้อกำหนดทั่วไป ในข้อตกลงนโยบายการแข่งขันแห่งชาติ (National Competition Policy – NCP) และข้อตกลงระหว่างรัฐบาลที่ออกแบบเพื่อชี้ให้เห็นอุปสรรคเชิงสถาบันและเชิงกำกับดูแลที่มีต่อการแข่งขัน ข้อตกลงดังกล่าวได้รับการสนับสนุนทางการเงิน จากรัฐบาลออสเตรเลียที่ให้แก่รัฐ ในรูปของเงินปันผลทางการคลังจากการดำเนินการตามข้อผูกพันการปฏิรูปที่ได้ตกลงกันไว้

การปฏิรูปนโยบายการแข่งขันที่สำคัญได้มีการดำเนินการในสาขาการขนส่งระบบราง ซึ่งประกอบด้วย

- การใช้หลักความเป็นกลางในการแข่งขัน ผ่านการทำให้เป็นธุรกิจ การดำเนินธุรกิจรูปแบบบริษัท และในหลายกรณีผ่านการแปรรูปกิจการขนส่งระบบรางของรัฐ
- การแยกในเชิงโครงสร้าง (ทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน) สำหรับการให้บริการขนส่งผู้โดยสารและขนส่งสินค้าให้เป็นธุรกิจที่แยกออกจากกัน ภายในปี ค.ศ. 2002 มีเพียงรัฐบาลในรัฐควีนสแลนด์เท่านั้นที่ยังคงเป็นเจ้าของรัฐวิสาหกิจ ซึ่งมีการดำเนินการการขนส่งสินค้าระบบรางที่มีการรวมในแนวดิ่ง
- การบังคับใช้กฎหมายว่าด้วยรูปแบบการเข้าใช้ ในการจัดการให้มีผู้ประกอบการบุคคลที่สามสามารถเข้าใช้สิ่งอำนวยความสะดวกระบบรางที่จำเป็นในพื้นที่ทั้งหมด ผ่านกฎหมายว่าด้วยการเข้าใช้ระบบรางของรัฐ
- ก่อตั้งสถาบันกำกับดูแลการกำหนดราคาและการเข้าใช้โครงสร้างพื้นฐานระบบราง
- การใช้นโยบายเฉพาะเพื่อส่งเสริมการแข่งขัน "เพื่อ" และ "ใน" ตลาด ประกอบด้วย การจัดการสัมปทานสำหรับการจัดบริการขนส่งผู้โดยสารในเขตเมืองใหญ่ (รัฐวิคตอเรีย) การใช้การประมูลสัญญาเพิ่มขึ้น สำหรับสัญญาการขนส่งแร่ธาตุปริมาณมากเพื่อการพาณิชย์ (เช่น ในรัฐควีนสแลนด์ และนิวเซาท์เวลส์) และการจัดการบำรุงรักษาแบบมีสัญญา นอกจากการปฏิรูป NCP รัฐบาลมีความพยายามในการปรับปรุงกฎระเบียบและมาตรฐานระหว่างรัฐเพื่อให้เป็นหนึ่งเดียว ล่าสุด ข้อตกลงระหว่างรัฐมีขึ้นในปี 2003 ตั้งคณะกรรมาธิการการขนส่ง

แห่งชาติ (National Transport Commission) ซึ่งเป็นองค์กรตามกฎหมายที่รับผิดชอบการพัฒนากฎระเบียบด้านความปลอดภัยที่สอดคล้องกันทั่วประเทศสำหรับอุตสาหกรรมการขนส่งระบบราง

บทบาทในการกำกับดูแล ในประเทศออสเตรเลีย รัฐบาลในระดับรัฐและระดับประเทศมีการตอบสนองเชิงกำกับดูแลต่อปัญหาการแข่งขันในตลาดที่หลากหลาย โดยทั่วไป ในกรณีที่การให้บริการระบบราง ยังคงมีการรวมในแนวดิ่ง (เช่น ในควีนสแลนด์และออสเตรเลียตะวันตก) การตอบสนองเชิงกำกับดูแล ได้แก่ การกำหนดรูปแบบการเข้าใช้เครือข่ายที่ประกอบด้วย การกำหนด "มาตรการป้องกัน"ส่วนที่เป็นการผูกขาดของธุรกิจจากส่วนที่สามารถแข่งขันได้ การกำหนดมาตรการดังกล่าว ประกอบด้วย ข้อกำหนดสำหรับการแยกทางบัญชี และการจำกัดการใช้ข้อมูลซึ่งเป็นความลับ นอกจากนี้ ยังมีความแตกต่างในวิธีการของรัฐบาลแห่งรัฐในเรื่องของการกำกับดูแลโครงสร้างตลาดที่มีลักษณะเดียวกัน ด้วยผู้ประกอบการขนส่งสินค้าระหว่างรัฐที่มีการรวมในแนวดิ่ง รัฐวิคทอเรีย ได้กำหนดกรอบการกำกับดูแลที่มีการใช้กฎหมายบังคับในระดับต่ำ ซึ่งทำให้ประเด็นการเข้าใช้เครือข่ายส่วนใหญ่ต้องผ่านการเจรจาระหว่างเจ้าของเครือข่ายและผู้ที่ต้องการเข้าใช้ โดยมีผู้กำกับดูแลของรัฐ ทำหน้าที่เป็นผู้ชี้ขาด หากการเจรจาเชิงพาณิชย์ไม่ประสบผลสำเร็จ วิธีการเช่นนี้ แตกต่างจากวิธีการที่ใช้ในควีนสแลนด์และออสเตรเลียตะวันตกโดยสิ้นเชิง ในปัจจุบัน รัฐบาลรัฐวิคทอเรียกำลังทบทวนกรอบการกำกับดูแลการเข้าใช้เครือข่ายระบบรางเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบที่ใช้อยู่ในควีนสแลนด์และออสเตรเลียตะวันตก และรูปแบบของ ARTC ส่วนหนึ่งมากขึ้น

จุดอ่อน แม้ว่ารัฐบาลจะเป็นเจ้าของ ลงทุน และดำเนินการ ในส่วนของรถไฟข้ามทวีป แต่รัฐบาลระดับรัฐ มุ่งเน้นไปที่ระบบรางภายในรัฐ และการแข่งขันอย่างรุนแรงจากการขนส่งทางถนน ทำให้ส่วนแบ่งทางการตลาดของการขนส่งทางรถไฟนั้นลดลงอย่างต่อเนื่อง การดำเนินการในกิจการรถไฟทั้งระหว่างรัฐ และภายในรัฐ ไม่มีผลกำไร

ข้อจำกัดในเรื่องความพร้อมเพรียงของภาครถไฟ และตลาดการขนส่งระดับชาติ ทำให้มีความเชื่อมต่อในระบบรางข้ามแดนน้อย และมีข้อจำกัดการลงทุน ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการขนส่งและโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นการกดดันให้รัฐบาลให้งบประมาณมาสนับสนุนการดำเนินการในส่วนที่ขาด และลงทุนในการดำเนินกิจการระบบราง

2.11 การเติบโตของรถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (European Union)

จากข้อมูลของประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) ดังแสดงในตาราง 2.10 และตาราง 2.11 พบว่าปริมาณการใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีเพิ่มสูงขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วมีการใช้รถไฟฟ้ามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในปี ค.ศ. 2001 ยกเว้นประเทศฝรั่งเศส สหราชอาณาจักร เดนมาร์ค และสาธารณรัฐเชก จากการศึกษาตัวเลขการเติบโตของอุตสาหกรรมรถไฟ แสดงให้เห็นว่า แนวโน้มการใช้รถไฟในทวีปยุโรปกำลังมีปรับเปลี่ยนให้เป็นระบบรถไฟฟ้ามากขึ้น

เครือข่ายระบบขนส่งทางรางแบบความเร็วสูงในสหภาพยุโรป (high-speed European rail network) เป็นความร่วมมือกันระหว่าง ผู้ดำเนินการที่เป็นผู้นำ ในการให้บริการระบบขนส่งทางรางแบบความเร็วสูง ภายในสหภาพยุโรป ได้แก่ DB (เยอรมัน), SNCF (ฝรั่งเศส), Eurostar (อังกฤษ, ฝรั่งเศส และ เบลเยียม), NS Hispeed (เนเธอร์แลนด์), OBB (ออสเตรีย), SBB (สวิตเซอร์แลนด์) and SNCB (เบลเยียม) เพื่อให้การเดินทางเชื่อมต่อเมืองต่างๆ หรือประเทศใกล้เคียงภายในสหภาพยุโรป ง่ายและครอบคลุมมากขึ้น

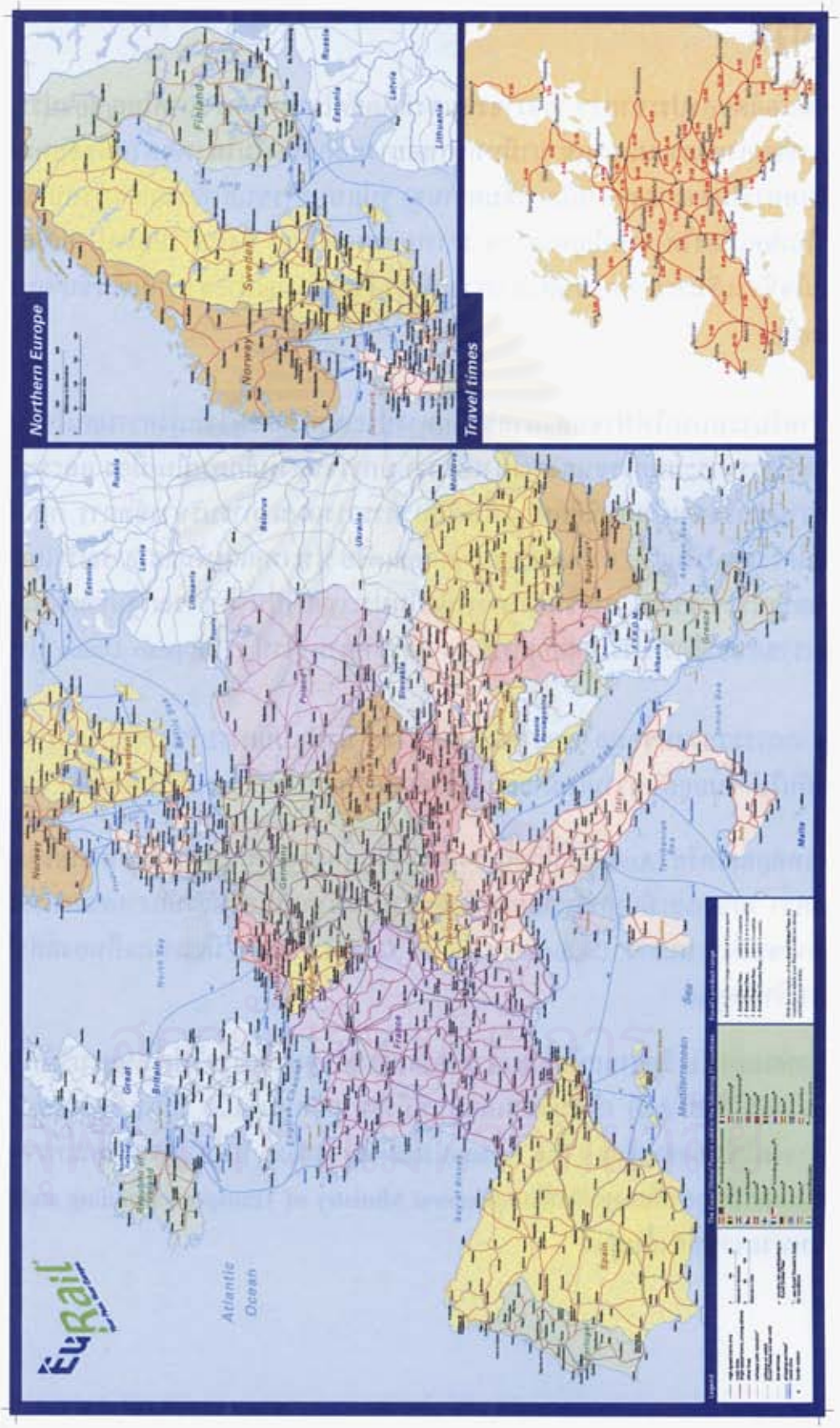
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเทศ		1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ออสเตรีย	Network Length (Km)	5,901	5,864	5,857	5,766	5,624	5,672	5,643	5,683	5,683			
	Electrified Network (Km)	2,374	2,690	2,971	3,114	3,246	3,418	3,456	3,493	3,493			
	% Electrified	40%	46%	51%	54%	58%	60%	61%	61%	61%			
	no. of coaches	4,125	3,843	4,025	3,007	3,689	3,740	3,584	3,442	3,291			
ฝรั่งเศส	Network Length (Km)	37,582	36,175	34,362	34,676	34,070	31,939	31,589	32,515	29,445			
	Electrified Network (Km)	9,351	9,352	10,074	11,488	12,609	13,799	14,188	14,104	14,418			
	% Electrified	25%	26%	29%	33%	37%	43%	45%	43%	49%			
	no. of coaches	15,663	15,511	16,032	15,679	15,748	15,799	15,762	15,694	15,650			
เยอรมัน	Network Length (Km)	44,212	43,122	42,745	41,688	40,980	41,718	37,525	36,588	35,986			
	Electrified Network (Km)	9,943	11,457	12,846	13,913	15,718	18,164	18,934	19,079	19,119			
	% Electrified	22%	27%	30%	33%	38%	44%	50%	52%	53%			
	no. of coaches	32,246	29,486	26,928	24,139	19,083	20,442	14,703	21,097				
เนเธอร์แลนด์	Network Length (Km)	3,147	2,832	2,880	2,824	2,798	2,739	2,808	2,802	2,809			
	Electrified Network (Km)	1,645	1,712	1,759	1,824	1,957	1,991	2,061	2,062	2,061			
	% Electrified	52%	60%	61%	65%	70%	73%	73%	74%	73%			
	no. of coaches	1,919	1,968	1,958	2,145	2,268	2,611		2,742	2,742			
สวีเดน	Network Length (Km)	11,544	11,361	11,377	11,266	10,801	9,782	9,978	9,946	10,099			
	Electrified Network (Km)	7,042	6,959	7,063	6,995	6,995	7,317	7,527	7,405	7,529			
	%Electrified	61%	61%	62%	62%	65%	75%	75%	74%	75%			
	no. of coaches	2,746	2,330	1,998	2,073	1,747	1,655	1,542	1,000	781			
สหราชอาณาจักร	Network Length (Km)	18,989	18,118	17,735	16,803	16,588	16,666	16,649	16,652	15,991			
	Electrified Network (Km)	3,162	3,655	3,718	3,798	4,546	5,163	5,166	5,167	4,930			
	% Electrified	17%	20%	21%	23%	27%	31%	31%	31%	31%			
	no. of coaches	18,828	17,536	16,970	14,252	12,451	8,314		1,841	10,096			

รูปที่ 2.10: ปริมาณการใช้รถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (1)

ประเทศ		1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004
อิตาลี	Network Length (Km)	16,073	16,077	16,138	16,183	16,086	16,005	16,108	16,147	16,035	15,985		
	Electrified Network (Km)	7,871	7,941	8,743	8,936	9,512	10,205	10,688	10,735	10,864	10,891		
	%Electrified	49%	49%	54%	55%	59%	64%	66%	66%	68%	68%		
	no. of coaches	11,060	12,535	13,444	18,036	14,025	13,527	12,014	11,937	11,933			
โปแลนด์	Network Length (Km)	26,678	26,702	27,181	27,012	26,228	23,986	22,891	22,560	21,119	21,073	20,655	
	Electrified Network (Km)	3,872	5,588	6,868	8,902	11,387	11,627	11,967	11,826	11,965	12,207	12,160	
	% Electrified	15%	21%	25%	33%	43%	48%	52%	52%	57%	58%	59%	
	no. of coaches	8,522	7,486	7,493	11,250	11,928	9,978	6,951	6,616	6,528	6,367	5,093	
ญี่ปุ่น	Network Length (Km)	13,539	13,380	13,431	12,710	12,560	12,280	12,319	12,310	12,310	12,779		
	Electrified Network (Km)	3,075	3,645	5,452	6,200	6,416	6,854	6,959	6,942	6,942			
	%Electrified	23%	27%	41%	49%	51%	56%	56%	56%	56%			
	no. of coaches	3,904	3,693	3,721	3,990	3,839	4,230	3,771	3,701	3,654	3,742		
เดนมาร์ค	Network Length (Km)	2,352	1,999	2,015	2,471	2,344	2,349	2,760	2,756	2,768	2,768	2,779	2,785
	Electrified Network (Km)												
	% Electrified	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
	no. of coaches	1,526	1,614	1,613	1,651	1,594	1,701	1,555	1,572	1,603	1,742	1,946	2,040
สาธารณรัฐเชก	Network Length (Km)	13,308	13,214	13,131	13,130	13,111	9,430	9,444	9,444	9,523	9,600	9,602	
	Electrified Network (Km)	2,510	2,707	2,989	3,507	3,910	2,640	2,843	2,843	2,893	2,926	2,943	
	% Electrified	19%	20%	23%	27%	30%	28%	30%	30%	30%	30%	31%	
	no. of coaches												
เบลเยียม	Network Length (Km)	4,605	4,317	3,971	3,667	3,479	3,368	3,472					
	Electrified Network (Km)	1,217	1,276	1,414	1,978	2,294	2,371	2,701					
	% Electrified	26%	30%	36%	54%	66%	70%	78%					
	no. of coaches	2,687	3,437	3,609	3,610	3,286	3,110	3,397					

รูปที่ 2.11: ปริมาณการใช้รถไฟฟ้าในสหภาพยุโรป (2)



รูปที่ 2.12: ระบบขนส่งทางรางแบบความเร็วสูงในสหภาพยุโรป

2.12 สรุป

ปัญหาความแออัดของประชากร การจราจรขนส่งที่ติดขัดในมหานครขนาดใหญ่ของประเทศต่าง ๆ ส่งผลให้ การขนส่งด้วยระบบรางเข้ามามีบทบาทอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เหตุด้วยปัจจัยหลายประการ อาทิเช่น สายทางไม่สามารถขยายได้ (เต็มความจุ) รูปแบบการขนส่งอื่นไม่สามารถบรรเทาปัญหาการจราจรในเขตเมืองได้ จากปัญหาต่าง ๆ มหานครขนาดใหญ่ ทั้งในทวีปยุโรป เอเชีย จึงหันมาให้ความสนใจที่จะเพิ่มระบบการขนส่งทางรางเพื่อรองรับปริมาณประชากรที่เพิ่มขึ้น ผนวกกับการเติบโตของเมือง

สำหรับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในต่างประเทศ คณะผู้วิจัยมุ่งความสนใจกับมหานครขนาดใหญ่ที่มีการนำระบบการขนส่งรางมาเป็นระบบการขนส่งหลักภายในเมือง และระหว่างเมืองที่ประสบความสำเร็จมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อเรียนรู้การวางแผน การบริหารจัดการ การกำกับดูแล และการจัดโครงสร้างพื้นฐาน อาทิเช่น ประเทศออสเตรีย ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน การขนส่งทางรถไฟในประเทศญี่ปุ่น สาธารณรัฐเกาหลี(Republic of Korea) สหราชอาณาจักร ประเทศออสเตรเลีย และสหภาพยุโรป (European Union) เป็นต้น

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ประเทศต่าง ๆ มีรูปแบบการบริหารจัดการ การกำกับดูแลที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และศักยภาพของหน่วยงานที่รับผิดชอบ อาทิ

- ประเทศออสเตรีย (Austria) มีกิจการของรัฐเป็นผู้ครองส่วนแบ่งการตลาดรายใหญ่ (สัดส่วนมากกว่า 70%)และมีเอกชนรายย่อยอีกจำนวนไม่มากนัก ส่วนสำนักงานคณะกรรมการควบคุมการขนส่งระบบราง (Schienen-Control GmbH, SCG) มีสถานะเป็นองค์กรอิสระ ทำหน้าที่กำกับดูแล
- ประเทศเยอรมัน รัฐบาลสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐานของรถไฟฟ้า และบริษัท Deutsche Bahn AG (DB AG) เป็นบริษัทเอกชนที่มีรัฐบาลถือหุ้น 100 เปอร์เซ็นต์ และสำนักงานกิจการรถไฟแห่งสหพันธ์ (The Federal Railway Office, EBA) ภายใต้กระทรวงคมนาคม อาคารและที่อยู่อาศัยแห่งสหพันธ์ (Federal Ministry of Transport, Building and Housing) เป็นหน่วยงานที่กำกับดูแล

- ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน กระทรวงการขนส่งระบบราง (Ministry of Railway, MOR) เป็นทั้งผู้ควบคุมกฎระเบียบ (regulator)และผู้ดำเนินงานธุรกิจ
- ประเทศญี่ปุ่น อดีตการรถไฟแห่งชาติของประเทศญี่ปุ่น (Japanese National Railways, JNR) ซึ่งมีสถานะเป็นรัฐวิสาหกิจ (state-owned public corporation) เป็นผู้ดำเนินการ แต่ปัจจุบันได้มีการแปรรูปให้กลุ่มบริษัท JR (Japan Railway Group) ซึ่งเป็นบริษัทเอกชน (privatized) เข้ามาดำเนินการกิจการรถไฟแทนภาครัฐ และ กระทรวงที่ดินโครงสร้างพื้นฐานและคมนาคม (Ministry of Land,Infrastructure and Transport) เป็นหน่วยกำกับดูแล
- Sweden เดิมระบบรางเป็นหน้าที่ของภาครัฐ แต่หลังจากศตวรรษ 1980 ได้มีการปฏิรูปครั้งใหญ่โดยแบ่งการบริหารจัดการออกเป็น Operation โดย Public service enterprise railway transport (SJ) ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนโดยแยกออกเป็น การจัดการขนส่งผู้โดยสาร (SJ AB) และการจัดการขนส่งบรรทุกสินค้า(Green Cargo AB) และ Infrastructure ที่ทำหน้าที่ในการบำรุงรักษา และพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยมีหน่วยงานของรัฐ (Swedish National Rail Administration) รับผิดชอบ
- ประเทศสหราชอาณาจักร (United Kingdom) หรือประเทศอังกฤษ โครงสร้างพื้นฐานของระบบรางเป็นระบบผูกขาด ผู้ดำเนินการระบบรถไฟ จะต้องประมูลในเส้นทางที่ต้องการกับรัฐบาล แต่การดำเนินการเอกชนเป็นผู้บริหารจัดการ การจัดระบบแบบนี้เพื่อให้เกิดการแข่งขันขึ้นในธุรกิจรถไฟ
- ประเทศออสเตรเลีย รัฐบาลออสเตรเลียจะเป็นผู้ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน และพิจารณาคัดเลือกผู้ประกอบการเดินรถที่มีความต้องการเข้าใช้เครือข่ายระบบรางระหว่างรัฐ ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบการเข้าใช้เครือข่าย ภายใต้กฎหมายของรัฐหรือของชาติ ในการจัดการหรือการจัดให้เข้าใช้เครือข่ายระบบรางเพื่อขนส่งสินค้าระหว่างรัฐ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในประเทศไทย

3.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อให้ทราบชนิดของการขนส่งระบบราง ลักษณะจำเพาะ และแบบที่มีใช้ในประเทศไทย
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาทางวิศวกรรม

3.2 บทนำ

เพื่อให้สามารถเข้าใจโครงสร้างของระบบรถไฟฟ้าฯ ทั้งในด้านเทคนิค การลงทุน การบำรุงรักษา บุคลากรที่จำเป็น คณะผู้วิจัยได้เริ่มต้นการศึกษา จากการทบทวนเอกสาร ทั้งในรูปแบบสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เผยแพร่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต พบว่า ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่ให้ความรู้ในระดับพื้นฐานทั่วไป ไม่สามารถค้นหาข้อมูลที่ให้รายละเอียดได้มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ระบบรถไฟฟ้าฯ เป็นระบบงานขนาดใหญ่ ที่มีความซับซ้อน และมีผู้ผลิตจำนวนน้อยราย รายละเอียดทางเทคนิค ตลอดจนมูลค่าของระบบงานย่อยต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่มักไม่เปิดเผย เมื่อต้องการได้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อประกอบการศึกษา คณะผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องเข้าสำรวจ จากผู้ให้บริการรถไฟฟ้าฯ ซึ่งในขณะนี้ประเทศไทยมีผู้ให้บริการอยู่ 2 ราย คือ รถไฟลอยฟ้า BTS ของกรุงเทพมหานคร (กทม.) มี "บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)" หรือ "Bangkok Mass Transit System

Public Company Limited" [1] เป็นผู้ให้บริการ และรถไฟฟ้าใต้ดินของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) หรือ Mass Rapid Transit Authority of Thailand (MRTA) [2] ซึ่ง "บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)" หรือ "Bangkok Metro Public Company Limited (BMCL)" [3] เป็นผู้ดำเนินการ ทั้งนี้นอกจากโครงการรถไฟฟ้าฯ 2 โครงการที่กล่าวถึง ปัจจุบัน ยังมีโครงการ "ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ" (Suvarnabhumi Airport Rail Link, SARL [4]) โดยการรถไฟแห่งประเทศไทย ที่กำลังอยู่ในระหว่างการทดสอบระบบ คาดว่าจะสามารถเปิดให้บริการได้ในช่วงปลายปี พ.ศ.2552 นี้

3.3 ระบบขนส่งด้วยราง (Rail Transit System)

โดยทั่วไประบบขนส่งด้วยราง (rail transit system) จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **ระบบขนส่งด้วยรางแบบเบา (Light Rail Transit System, LRT)** เป็นระบบขนส่งแบบราง ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และมักวิ่งบนรางเหล็ก มีทั้งที่วิ่งบนท้องถนน และบนเขตทางของตัวเองโดยเฉพาะ มีความจุของผู้โดยสารประมาณ 20,000 – 40,000 คน ต่อชั่วโมงต่อทิศทาง ปัจจุบัน มีการพัฒนาระบบที่ใช้ล้อยางแทนล้อเหล็กด้วย ตัวอย่างของ LRT แสดงในรูป 3.1 และ 3.2

2. **ระบบขนส่งด้วยรางแบบหนัก (Heavy Rail Transit System, HRT)** เป็นระบบขนส่งที่นิยมเรียกว่า "รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน" หรือ "รถไฟฟ้า (metro)" อาจมีเส้นทางเป็นรางอยู่ใต้ดิน (underground) หรือรางยกระดับ (elevated rail) มีชื่อที่ใช้เรียกกันหลายแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบและภาษาถิ่น อาทิ เมื่อมีการขุดเจาะอุโมงค์สำหรับวางระบบรางไว้ใต้ดิน ก็เรียกกันว่า "รถไฟฟ้าใต้ดิน" (underground หรือ subway) ชาวอังกฤษมักนิยมเรียกรถไฟใต้ดินว่า "ทูบ" (tube) ซึ่งแปลว่าหลอด หรือท่อ ขณะที่ในประเทศไทย เรียกรถไฟฟ้าประเภทรางยกระดับ (elevated rail) ว่า "รถไฟลอยฟ้า" ทั้งหมด เป็นการขนส่งตามเส้นทางที่ไม่เปลี่ยนแปลง และเป็นไปตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ ความจุของผู้โดยสารโดยประมาณ

[1] http://www.bts.co.th
[2] http://www.mrta.co.th
[3] http://www.bangkokmetro.co.th
[4] http://www.railway.co.th/sarl/

ตั้งแต่ 40,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทางขึ้นไป ตัวอย่างของ HRT ที่เราอาจคุ้นเคย ได้แก่ ระบบ BTS แสดงในรูป 3.3 ระบบ MRT แสดงในรูป 3.4 และระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศสุวรรณภูมิ 3.5

รูปที่ 3.1: รถไฟฟ้าประเภท LRT

3.4 รถไฟลอยฟ้าบีทีเอส ของกรุงเทพมหานคร

รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา หรือ รถไฟฟ้า บีทีเอส (BTS Skytrain, Bangkok Mass Transit System) [5] เป็นรถไฟฟ้าสายแรกของประเทศไทย เปิดให้บริการครั้งแรกเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2542 โดยรถไฟขบวนแรก เดินทางมาถึงประเทศ เมื่อ วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2541 ผลิต

[5] http://www.bts.co.th

รูปที่ 3.2: รถไฟฟ้าประเภท LRT ชนิดรางเดี่ยว (monorail)

แล้วเสร็จจาก โรงงานบริษัทซีเมนส์ เอจี (Siemens AG) [6] ใน ประเทศเยอรมัน และออสเตรีย ได้รับการพัฒนาและออกแบบโดยบริษัทพอร์ช ดีไซน์ (Porsche Lizenz- und Handelsgesellschaft mbH & Co. KG, Porsche Design Group)[7]

3.4.1 ลักษณะโครงการ

รถไฟฟ้าบีทีเอส เกิดขึ้นโดยการอนุมัติสัมปทานการสร้าง และจัดการเดินรถของกรุงเทพมหานคร ให้บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ดำเนินการ โดยมีทุนจดทะเบียน ทั้งสิ้น 21,036 ล้านบาท ทุนออกจำหน่าย และชำระเต็มมูลค่าแล้ว 10,058 ล้านบาท

[6]http://www.siemens.com

[7]http://www.porsche-design.com

รูปที่ 3.3: รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ BTS

3.4.2 ลักษณะของระบบ

ระบบรถไฟฟ้า บีทีเอส เป็นระบบขนส่งมวลชนความจุสูงแบบมาตรฐาน ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน วิ่งบนรางคู่ยกระดับ แยกทิศทางไป และกลับ โดยมีรางป้อนกระแสไฟฟ้าอยู่ด้านข้าง (third rail system) ควบคุมการเดินรถด้วยระบบอัตโนมัติจากศูนย์ควบคุม เปิดให้บริการทุกวัน ตั้งแต่ 6.00-24.00 น. คิดอัตราค่าโดยสารตามระยะการเดินทางของผู้โดยสาร ปัจจุบันมีผู้โดยสารมาใช้บริการโดยเฉลี่ยมากกว่า 450,000 เที่ยวคนต่อวันทำงาน (ข้อมูล ณ วันที่ 30 มิ.ย. 2552)

3.4.3 แนวเส้นทาง

มีระยะทางทั้งหมด 23.5 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 เส้นทาง

1. **สายสุขุมวิท** ได้รับชื่อพระราชทานว่า "รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ พระชนมพรรษา สาย 1" เริ่มวิ่งจาก สถานีอ่อนนุช - สถานีพระโขนง - สถานีเอกมัย - สถานีพร้อมพงษ์ - สถานีอโศก - สถานีเพลินจิต - สถานีชิดลม - สถานีสยาม - สถานีราชเทวี - สถานีพญาไท - สถานีอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ - สถานีสนามเป้า - สถานีอารีย์ - สถานีสะพานควาย และสิ้นสุดระยะที่สถานีหมอชิต บริเวณสถานีขนส่งสายเหนือและสายตะวันออกเฉียงเหนือเก่า (สถานีขนส่งหมอชิตเก่า) ซึ่งเป็นที่ตั้งของอู่จอดและซ่อมบำรุง รวมระยะทางประมาณ 17 กิโลเมตร 15 สถานี รวมสถานีร่วมสำหรับเปลี่ยนสายไปยังสายสีลม ณ สถานีสยาม

2. **สายสีลม** ได้รับชื่อพระราชทานว่า "รถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ พระชนมพรรษา สาย 2" เริ่มวิ่งจากสถานีสะพานสมเด็จพระเจ้าตากสินฯ (สะพานสาธร) ฝั่งกรุงเทพ ฯ - สถานีสุรศักดิ์ - สถานีช่องนนทรี - สถานีศาลาแดง - สถานีราชดำริ - สถานีสยาม และสิ้นสุดระยะที่สถานีสนามกีฬาแห่งชาติ รวมระยะทางประมาณ 6.5 กิโลเมตร 7 สถานี รวมสถานีร่วมสำหรับเปลี่ยนสายไปยังสายสุขุมวิท

3.4.4 โครงสร้างของสถานีรถ

สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะโปร่ง หลบเลี่ยงสาธารณูปโภคทั้งใต้ดิน และบนดิน โดยที่ยังคงรักษาผิวการจราจรบนถนนไว้มากที่สุด มีโครงสร้างแบบเสาเดี่ยว มีความยาวประมาณ 150 เมตร รูปแบบของสถานี มีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบที่มีชานชาลาอยู่ 2 ข้าง (side platform station) โดยรถไฟฟ้าวิ่งอยู่ตรงกลาง ซึ่งสถานีทั่วไปจะมีลักษณะดังกล่าวเนื่องจากก่อสร้างได้รวดเร็ว และใช้เนื้อที่น้อย

2. รูปแบบที่มีชานชาลาอยู่ตรงกลาง (center platform station) รถไฟฟ้าจะวิ่งอยู่ 2 ข้าง สถานีแบบนี้มีประสิทธิภาพสูง แต่มีความยุ่งยากในการก่อสร้างเหมาะสำหรับการเปลี่ยนขบวนรถระหว่าง 2 สาย

นอกจากนี้รถไฟฟ้า บีทีเอส ยังได้แบ่งโครงสร้างของสถานีออกเป็น 3 ชั้น ด้วยกัน คือ

1. **ชั้นพื้นถนน** เป็นชั้นล่างสุดของสถานีอยู่ระดับเดียวกับพื้นถนน เป็นที่ตั้งของอุปกรณ์ ต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ปั๊มการส่งจ่ายน้ำ และถังเก็บน้ำ เป็นต้น

2. **ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสาร** พื้นที่ส่วนนี้จะมีเครื่องจำหน่ายบัตรโดยสารอัตโนมัติ ร้านค้า และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้บริการอยู่ โดยสถานีทั่วไป ชั้นจำหน่ายบัตรโดยสารจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่สาธารณะ เป็นพื้นที่สำหรับบุคคลทั่วไปหรือผู้โดยสารที่ยังไม่ได้ชำระค่าโดยสาร (รถไฟฟ้า บีทีเอส ถือว่าผู้โดยสารที่ยังไม่ได้ผ่านเครื่องตรวจสอบบัตรโดยสารอัตโนมัติ คือผู้โดยสารที่ยังไม่ได้ชำระค่าโดยสาร) และพื้นที่บริษัทฯ ในส่วนนี้จะเป็นพื้นที่สำหรับผู้โดยสารที่ชำระค่าโดยสารแล้ว และพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของบริษัทฯ เช่นห้องควบคุมสถานี

3. **ชั้นชานชาลา** สถานีทั่วไปจะมีชานชาลาอยู่ทางด้านข้าง และทางวิ่งของรถไฟฟ้าอยู่ตรงกลาง ยกเว้นสถานีสยาม (สถานีร่วม) จะมีชานชาลา 2 ชั้น โดยชานชาลาแต่ละชั้นจะอยู่ตรงกลางระหว่างทางวิ่งทั้งสองชั้น

3.4.5 โครงสร้างทางวิ่ง

เป็นสะพานยกระดับทางคู่ขนาน ความกว้างประมาณ 8.50 เมตร ตั้งอยู่บนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง 2 เมตร สูงจากพื้นถนน 12 เมตร

3.4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค

- **ขบวนรถโดยสารรถไฟฟ้าบีทีเอส:** ผลิตจากเหล็กปลอดสนิม สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งสองทิศ ขนาดของตัวรถ มีความยาวประมาณ 21.8 เมตร ความกว้างประมาณ 3.20 เมตร รถไฟฟ้าแต่ละคันจะมีประตูข้างละ 4 ประตูทั้งสองด้าน โดยประตูแต่ละบานมีความกว้าง 1.3 เมตร สามารถบรรจุผู้โดยสารได้ประมาณ 1,000 คน ต่อขบวน รถไฟฟ้าติดตั้งระบบปรับอากาศพร้อมหน้าต่างชนิดกันแสง โดยรถที่ใช้มีอยู่ 2 ประเภทหลักคือ รถชนิดที่มีห้องคนขับ และมีระบบขับเคลื่อน กับรถที่ไม่มีห้องคนขับ หรือรถพ่วง ซึ่งมีทั้งชนิดที่มี และไม่มีระบบขับเคลื่อน
- **ลักษณะขบวน:** ขบวนรถในระบบมีทั้งหมด 35 ขบวน โดยการจัดรูปแบบขบวน 1 ขบวน ประกอบด้วยตู้โดยสาร จำนวน 3 ตู้ คือ รถลากจูง (motor car) 2 ตู้ เป็นแบบมีห้องคนขับ และรถพ่วง (trailler car) 1 ตู้

- **ลักษณะการจัดล้อ:** MM+TT+MM (M=ชุดล้อมีมอเตอร์ขับเคลื่อน,T=ชุดล้อที่ไม่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน)
- **ระบบราง:** รางคู่ขนาดมาตรฐาน (standard guage) ระยะห่างระหว่างรางกว้าง 1.435 เมตร ใช้รางที่ 3 วางขนานกันไปกับรางวิ่งสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวรถ
- **น้ำหนักของตัวรถ:** รถเปล่า 102.5 ตัน , รถและผู้โดยสาร 850 คน (6 คนต่อตารางเมตร) 151 ตัน
- **ความเร็วสูงสุด:** 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- **กระแสไฟฟ้าที่ใช้:** กระแสตรง 750 โวลต์ (500-900VDC)
- **มอเตอร์:** แบบเหนี่ยวนำ 3 เฟส (AC motor) 8x230 กิโลวัตต์ ระบายความร้อนด้วยตัวเอง จ่ายกระแสไฟฟ้าโดยรางที่ 3 ซึ่งมีฉนวนป้องกันไฟรั่วอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดการกัดกร่อนเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต
- **อัตราทด:** 6.368:1 เส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อ (ใหม่/ใช้แล้ว) 850/775 มิลลิเมตร
- **อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า:** IGBT Voltage source inverter
- **กระแสไฟฟ้าที่จำเป็นในรถไฟฟ้า:** 400 VAC, 230 VAC, 110 VDC
- **ระบบเบรก:** ระบบเบรกที่1 เป็นเบรกไฟฟ้า ระบบเบรกที่ 2 เป็นเบรกกลชนิดจาน ระบบเบรกขณะจอด เป็นระบบสปริงกด

3.5 รถไฟฟ้าใต้ดินของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล หรือ เอ็มอาร์ที [8] (MRT, Metropolitan Rapid Transit Chaloem Ratchamongkhon Line) เป็นโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายแรกของประเทศไทย "เฉลิมรัชมงคล" เป็นชื่อที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทาน

[8] http://www.mrt.co.th

รูปที่ 3.4: รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ MRT

เพื่อเป็นชื่ออย่างเป็นทางการ ของโครงการรถไฟฟ้ามหานคร ระยะแรก สายหัวลำโพง - ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ - บางซื่อ มีความหมายว่า "งานเฉลิมความเป็นมงคลแห่งความเป็นพระราชา"

รถไฟฟ้าขบวนแรกเดินทางมาถึงโดยเครื่องบินของรัสเซีย เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 การทดสอบเริ่มที่ศูนย์ซ่อมบำรุง และทดลองวิ่งเมื่อรถไฟฟ้ามาครบทั้งหมด 9 ขบวน เริ่มเปิดให้บริการอย่างเป็นทางการ ในวันที่ 12 สิงหาคม 2547 โดยโครงการก่อสร้างระยะแรก ระยะทาง 20 กิโลเมตร วิ่งในอุโมงค์ และมีสถานีใต้ดินทั้งสิ้น 18 สถานี แต่ละสถานีห่างกันประมาณ 1 กิโลเมตร ในระดับความลึกโดยเฉลี่ย 20 เมตร

3.5.1 ลักษณะโครงการ

โครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน ดำเนินการโดยบริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (BMCL) [9] มีทุนจดทะเบียน ทั้งสิ้น 11,950 ล้านบาท ทุนออกจำหน่าย และชำระเต็มมูลค่าแล้ว 11,950 ล้านบาท โดยได้รับสัมปทานจากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย หรือ รฟม. (Mass Rapid Transit Authority of Thailand, MRTA) [10] ซึ่งจัดตั้งขึ้น ตามพระราชบัญญัติ การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2543 และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2543 โดยมีผลบังคับใช้ในวันที่ 2 ธันวาคม 2543 เป็นต้นไป

3.5.2 ลักษณะของระบบ

เป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนใต้ดินในกรุงเทพมหานคร เปิดให้บริการทุกวันตั้งแต่ 6.00-24.00 น. มีความถี่ในการให้บริการ ในชั่วโมงเร่งด่วนเวลา 06.00–09.00 น. และ 16.30-19.30 น. ความถี่ประมาณ 2-4 นาทีต่อขบวน ในชั่วโมงปกติ ความถี่ประมาณ 4-6 นาทีต่อขบวน สามารถให้บริการได้มากกว่า 80,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

3.5.3 แนวเส้นทาง

มีระยะทางทั้งหมด 23.5 กิโลเมตร 18 สถานี เริ่มต้นจากสถานีหัวลำโพง - สถานีสามย่าน - สถานีสีลม - สถานีลุมพินี - สถานีคลองเตย - สถานีศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ - สถานีสุขุมวิท - สถานีเพชรบุรี - สถานีพระราม 9 - สถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย - สถานีห้วยขวาง - สถานีสุทธิสาร - สถานีรัชดาภิเษก - สถานีลาดพร้าว - สถานีพหลโยธิน - สถานีสวนจตุจักร - สถานีกำแพงเพชร สิ้นสุดระยะที่สถานีบางซื่อ และมีจุดเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส ณ สถานีสีลม/ศาลาแดง สุขุมวิท/อโศก และ สวนจตุจักร/หมอชิต

[9] http://www.bangkokmetro.co.th
[10] http://www.mrta.co.th

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5.4 โครงสร้างของสถานีรถ

สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน สายเฉลิมรัชมงคล มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้างประมาณ 23 เมตร ยาว ประมาณ 250-300 เมตร ลึกประมาณ 20 เมตร รูปแบบของสถานี มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบที่มีชานชาลาอยู่ 2 ข้าง (side platform station) มีลักษณะแยกชานชาลาสำหรับขาไปและขากลับ โดยรถไฟฟ้าวิ่งอยู่ตรงกลาง
2. รูปแบบที่มีชานชาลาอยู่ตรงกลาง (center platform station) ผู้โดยสารใช้ชานชาลาร่วมกันทั้งขาไปและขากลับ รถไฟฟ้าจะวิ่งอยู่ 2 ข้าง เหมาะสำหรับการเปลี่ยนขบวนรถระหว่าง 2 สาย
3. รูปแบบที่มีชานชาลา 2 ชั้นหรือชานชาลาแบบซ้อนกัน ใช้ในกรณีที่มีพื้นที่ก่อสร้างที่ไม่เพียงพอ เนื่องจากมีสภาพ แวดล้อมบังคับ เช่นท่ออุโมงค์ส่งน้ำของการประปา

นอกจากนี้ ยังได้แบ่งโครงสร้างของสถานีออกเป็น 3 แบบด้วยกัน คือ แบบ 2 ชั้น แบบ 3 ชั้น และ แบบ 4 ชั้น

- โดยทั่วไปโครงสร้างสถานีประกอบเป็นแบบ 3 ชั้น คือ ชั้นแรกเป็น ชั้นรวมผู้โดยสารหรือชั้นร้านค้า ส่วนชั้นที่สองเป็น ชั้นออกบัตรโดยสาร และชั้นล่างสุด เป็นชั้นชานชาลา
- สำหรับบางสถานีที่มี 2 ชั้น ชั้นแรกจะเป็น ชั้นออกบัตรโดยสาร และชั้นที่สองเป็น ชานชาลา
- ส่วนที่เป็นแบบ 4 ชั้น เป็นสถานีที่มีพื้นที่จำกัด จึงต้องทำให้อุโมงค์ให้รถไฟฟ้าขาไปและขากลับวิ่งซ้อน กัน หรือ เท่ากับตึก 7 ชั้น

โดยรายละเอียดของแต่ละชั้น มีดังนี้

1. **ชั้นรวมผู้โดยสาร หรือชั้นร้านค้า** จะเป็นชั้นที่อยู่ถัดมาจากทางเข้าสถานีลงมา บางสถานีจะเป็นพื้นที่โล่ง บางสถานีก็จะเป็นชั้นร้านค้า ผู้โดยสารสามารถลงมาชั้นนี้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าโดยสาร

2. **ชั้นออกบัตรโดยสาร** เป็นชั้นที่มีห้องออกบัตรโดยสาร เครื่องออกบัตรโดยสารอัตโนมัติ และแผนที่แสดงเส้นทาง ผู้โดยสารสามารถออกเหรียญโดยสารสำหรับการเดินทางเที่ยวเดียวได้จากเครื่องออกบัตรโดยสารอัตโนมัติ หรือที่ห้องออกบัตรโดยสาร แต่หากต้องการออกบัตรเติมเงิน จะต้องติดต่อที่ห้องออกบัตรโดยสารเท่านั้น นอกจากนี้ ยังมีห้องควบคุมสถานี ตั้งอยู่ที่ชั้นออกบัตรโดยสาร ภายในห้องนี้จะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการปฏิบัติการสถานี ซึ่งมีทั้งระบบควบคุม และติดตาม ตรวจสอบความผิดปกติภายในสถานี และจะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ตลอด 24 ชม.

3. **ชั้นชานชาลา** เป็นชั้นที่รถไฟฟ้าจอดเทียบเพื่อรับ-ส่งผู้โดยสารระหว่างชานชาลากับรถไฟฟ้า จะมีประตูกั้นชานชาลา (platform screen door) มีลักษณะเป็นกำแพงกระจกตลอดความยาวของชานชาลา โดยเมื่อรถไฟฟ้าจอดเทียบสถานี ประตูจะเปิดโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบป้องกันความปลอดภัยของผู้โดยสารไม่ให้พลัดตกจากชานชาลา

3.5.5 โครงสร้างอุโมงค์ทางวิ่ง

เป็นระบบอุโมงค์คู่รางเดี่ยว คือ มีอุโมงค์ 2 อุโมงค์ขนานกัน วางตามแนวราบ และตามแนวดิ่ง แต่ละอุโมงค์จะเดินรถทางเดียว ในช่วงเวลาเดินรถปกติ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในอุโมงค์ 5.7 เมตร ความลึกของอุโมงค์ 15-25 เมตรจาก ระดับพื้นดิน ภายในอุโมงค์มีการติดตั้งรางวิ่งรถไฟ รางที่สาม ทางเดินซ่อมบำรุง หรือทางเดินฉุกเฉินกว้าง 0.6 เมตร สูง 2.0 เมตร อุปกรณ์ระบบระบายอากาศ ระบบดูดอากาศใต้ชานชาลา และระบบตรวจจับความร้อน

โครงสร้างอุโมงค์เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ถูกออกแบบให้มีลักษณะยืดหยุ่น และมีระบบกันน้ำซึมเข้าในอุโมงค์ การก่อสร้างอุโมงค์ทางวิ่งไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ถนน เป็นการก่อสร้างโดยการขุดเจาะด้วยเครื่องขุดเจาะอุโมงค์ โดย ไม่จำเป็นต้องเปิดหน้าดิน แบ่งแนวสายทางการขุดเจาะเป็น 2 ส่วน

- ส่วนใต้ ช่วงหัวลำโพง-ห้วยขวาง
- ส่วนเหนือ ช่วงห้วยขวาง-บางซื่อ

โดยการขุดเจาะอุโมงค์ โครงการ รฟม. สายสีน้ำเงิน เริ่ม ขุดครั้งแรกที่สถานีรัชดา เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2542 ส่วนการขนดินออกจากอุโมงค์ ใช้วิธี ตามความเหมาะสม คือ ใช้ระบบปั๊มออก ซึ่งวิธีนี้ไม่สะดวกเพราะอาจทำให้สกปรกเนื่องจาก มีบ่อพักดินแล้วใช้รถบรรทุกขนไปอีกทอดหนึ่ง อีกวิธีคือ ขนดินโดยใช้รถรางแล้วนำดินขึ้น มาที่สถานีศูนย์วัฒนธรรม แล้วขนต่อไปทิ้งที่ศูนย์ซ่อมบำรุงที่ห้วยขวาง

3.5.6 วัสดุในโครงสร้างอุโมงค์

จากการออกแบบที่กำหนดให้อุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินมีอายุการใช้งานยาวนานถึง 120 ปี โดยมีวัสดุที่สำคัญ คือ

- **ผนังอุโมงค์** : เป็นแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ
- **แผ่นยางกันซึม** : ตรงรอยต่อระหว่างผนังอุโมงค์แต่ละแผ่นเป็นยางที่ดูดซึมน้ำได้
- **น็อตยึดผนังอุโมงค์** : เป็นน็อตเหล็กโค้ง เพื่อยึดชิ้นส่วนผนังคอนกรีตเสริมเหล็กเข้าด้วยกัน
- **สารเติมช่องว่าง** : มีลักษณะเป็นของเหลว และจะถูกอัดผ่านช่องว่างที่เตรียมไว้ ด้วยแรงดันประมาณ 5 บาร์ ทำหน้าที่เติมช่องว่างระหว่างดินและผนังอุโมงค์
- **ข้อต่อยาง** : ติดตั้งระหว่างรอยต่ออุโมงค์และสถานี

3.5.7 มาตรฐานความปลอดภัยของระบบอุโมงค์และสถานี

มาตรฐานด้านความปลอดภัยนั้น ได้รับความเอาใจใส่ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ เพราะโครงการนี้มีลักษณะออกแบบไปสร้างไป เริ่มตั้งแต่ด้านการป้องกันเพลิงไหม้ ใช้มาตรฐาน NFPA 130 ของสหรัฐอเมริกา [11] ซึ่งกำหนดรูปแบบและคุณลักษณะของวัสดุที่ใช้ภายในสถานีและอุโมงค์ ส่วนด้านปัญหาน้ำท่วม มีมาตรการป้องกันโดยการออกแบบระดับทางขึ้นลงสถานีที่ระดับที่ 1 เมตรเหนือ

[11] NFPA: The National Fire Protection Association, NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems

ค่าระดับน้ำท่วงสูงสุดในรอบ 200 ปี เป็นเกณฑ์กำหนด รวมทั้งมีระบบสูบน้ำอัตโนมัติ หากเกิดน้ำท่วมด้วย นอกจากนี้ยังมีมาตรการระหว่างการก่อสร้างในเรื่อง การจัดการจราจร, ความปลอดภัย, และสิ่งแวดล้อม ฝุ่น เสียง และการสั่นสะเทือน

3.5.8 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค

- **ขบวนรถโดยสาร:** เป็นรถไฟฟ้าขนาดใหญ่ (heavy rail) ชนิดล้อเหล็ก ตัวรถจะมีน้ำหนักเบา ผลิตจากอลูมินั่มอัลลอย (aluminum alloy) หรือสแตนเลส (stainless steel) ขนาดของตัวรถ มีความยาวประมาณ 19-23 เมตร (ความยาวของตัวรถ A-car : 21.8 เมตร, ความยาวของตัวรถ B-car : 21.5 เมตร, ความยาวของตัวรถ C-car : 21.5 เมตร) ความกว้าง 3.120 เมตร และความสูงจากสันรางถึงหลังคา 3.860 เมตร รถไฟฟ้าแต่ละคันจะมีประตูข้างละ 4 ประตู สำหรับรถที่มีความยาว 20 เมตร และ 5 ประตู สำหรับรถที่มีความยาวมากกว่า 20 เมตร โดยประตูแต่ละบานจะมีความกว้างประมาณ 1.6 เมตร การเปิดปิดประตูจะควบคุมโดยคนขับรถ สามารถบรรจุผู้โดยสารได้ประมาณ 900 คน ต่อขบวน ในแต่ละตู้โดยสาร มีที่นั่ง 42 ที่นั่ง และที่สำหรับจอดรถเข็นคนพิการ 2 ที่
- **ลักษณะขบวน:** ขบวนรถในระบบมีทั้งหมด 19 ขบวน โดยการจัดรูปแบบขบวน 1 ขบวน ประกอบด้วยตู้โดยสารจำนวน 3 ตู้ คือ รถลากจูง (motor car) 2 ตู้ เป็นแบบมีห้องคนขับ และรถพ่วง (trailler car) 1 ตู้
- **ลักษณะการจัดล้อ:** MM+TT+MM (M=ชุดล้อมีมอเตอร์ขับเคลื่อน,T=ชุดล้อที่ไม่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน)
- **ระบบราง:** รางคู่ขนาดมาตรฐาน (standard guage) ระยะห่างระหว่างรางกว้าง 1.435 เมตร ใช้รางที่ 3 วางขนานกันไปกับรางวิ่งสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวรถ
- **น้ำหนักของตัวรถ (vehicle weight):** รถเปล่า 107 เมตริกตัน รถและผู้โดยสาร 175.4 เมตริกตัน
- **ความหนาแน่นของผู้โดยสารที่ยืน:** 6 คน ต่อตารางเมตร 886 คนต่อขบวน รวม 1008 คนต่อขบวน

- **ความเร็วที่ใช้งาน:** ความเร็วเฉลี่ย 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วสูงสุด 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วในทางประธาน) ความเร็วที่ใช้งานเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินหรือผิดปกติ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วที่ใช้ในการเข้าย่านสถานี 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- **ค่าความเร่งเฉลี่ย:** จาก 0 ถึง 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 0.9 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
- **ค่าความหน่วงในการหยุดรถ:** 0.9 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง
- **กระแสไฟฟ้าที่ใช้:** กระแสตรง 750 โวลต์ (650-900 V D.C.)
- **มอเตอร์ขับเคลื่อน:** มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
- **ความชันสูงสุด ณ ทางประธาน และ Depot:** 5%

3.6 ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

โครงการ "รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ" หรือ "แอร์พอร์ตเรลลิงก์" (Suvarnabhumi Airport Rail Link) [12] หรือ "รถไฟฟ้าสายสีแดง" เป็นระบบรถไฟด่วน เชื่อมระหว่างพื้นที่ธุรกิจของกรุงเทพมหานคร กับท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร ที่จะมาใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ขบวนรถไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการผลิตโดยบริษัท ซีเมนส์ ได้ทยอยส่งมอบตั้งแต่ปี 2550 และได้มาถึงครบแล้วในปี 2551 ที่ผ่านมา

3.6.1 ลักษณะโครงการ

เป็นโครงการสร้างระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนระบบพิเศษเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยคณะรัฐมนตรีได้มีมติอนุมัติให้การรถไฟแห่งประเทศไทย หรือ รฟท. [13] ดำเนินการก่อสร้าง โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และสถานีรับ-ส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง เริ่มดำเนินการก่อสร้างมาตั้งแต่ปี 2548 กำหนดแล้วเสร็จในปี 2550 ที่ผ่านมา แต่การไม่แล้วเสร็จตามกำหนดเนื่องจากมีปัญหาการส่งมอบพื้นที่ ซึ่งทำให้การรถไฟแห่งประเทศไทย ต้องขยายเวลา

[12] http://www.railway.co.th/sarl/

[13] http://www.railway.co.th

รูปที่ 3.5: รถไฟฟ้าประเภท HRT โครงการ SARL

ให้ผู้รับเหมา ประกอบกับมติคณะรัฐมนตรี ได้ขยายเวลาให้ผู้รับเหมา จากผลกระทบเรื่องน้ำท่วม และผลกระทบจากภาวะเศรษฐกิจ

3.6.2 ลักษณะของระบบ

มีระบบการเดินรถให้บริการอยู่ 2 ระบบ คือ

1. ระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Airport Express, SA – Express) ขบวนสีแดง เป็นระบบรถไฟฟ้าด่วน วิ่งระหว่างสถานีรับ-ส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมือง (city air terminal – CAT) ตั้งอยู่ที่มักกะสันถึงปลายทางที่สถานีท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จอดรับ-ส่งผู้โดยสารเฉพาะที่สถานีต้นทางและสถานีปลายทางเท่านั้น ระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางจากต้นทาง ถึงปลายทาง ไม่เกิน 15 นาที
2. ระบบรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Airport City Line, SA – City

Line) ขบวนสีน้ำเงิน ให้บริการระหว่างสถานีพญาไท ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส และสถานีปลายทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยจะจอดรับส่งผู้โดยสาร ระหว่างสถานีอีก 6 สถานี ได้แก่ สถานีราชปรารภ สถานีมักกะสัน สถานี รามคำแหง สถานีหัวหมาก สถานีบ้านทับช้าง และสถานีลาดกระบัง ระยะทางรวม 28 กม. ใช้เวลาเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางไม่เกิน 30 นาที

คาดว่าช่วงเวลาที่จะเปิดให้บริการของระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จะเปิดตั้งแต่เวลา 05.00 น. ถึง 01.00 น. และระบบรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมินั้น จะเปิดตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนความถี่ในการเดินรถ (headway) นั้น ในช่วงแรกเปิดบริการ จะมีความถี่ในการเดินรถทุก 15 นาที ยกเว้น รถไฟฟ้าท่าอากาศยาน ระหว่างช่วงเวลา 01.00 น. - 05.00 น. จะลดความถี่ในการเดินรถเหลือทุก 30 นาที โดยทั้งสองระบบ คาดว่าจะสามารถรองรับผู้โดยสารได้กว่า 14,000 ถึง 50,000 ต่อคนต่อวันต่อทิศทาง

3.6.3 แนวเส้นทาง

มีระยะทางทั้งหมด 28.5 กิโลเมตร 8 สถานี เริ่มต้นจากสถานีพญาไท - สถานีราชปรารภ - สถานีมักกะสัน/อโศก - สถานีรามคำแหง - สถานีหัวหมาก - สถานีบ้านทับช้าง - สถานีลาดกระบัง และสิ้นสุดระยะที่สถานีสุวรรณภูมิ

3.6.4 โครงสร้างของสถานีรถและทางวิ่ง

ทางวิ่งและอาคารสถานี เป็นโครงสร้างยกระดับเหนือทางรถไฟ ตั้งแต่อาคารสถานีพญาไท ไปตามทางรถไฟสายตะวันออก ไปจนถึงบริเวณอาคาสถานีลาดกระบัง มีความสูงประมาณ 22 เมตร แล้วลดระดับลงเข้าสู่อุโมงค์ใต้ดิน สิ้นสุดที่ใต้อาคารผู้โดยสารภายในท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

3.6.5 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถและข้อมูลทางเทคนิค

- ขบวนรถโดยสาร: ใช้ขบวนรถ Desiro UK Class 360 ซึ่งเป็นแบบเดียวกับรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานฮีทโธรว์ [14] ของประเทศสหราชอาณาจักร (Heathrow Express High Speed

[14] http://www.railway-technology.com/projects/heathrow/

Rail Link, United Kingdom) ผลิตโดยบริษัทซีเมนส์ ภายในขบวนรถไฟฟ้าแบบธรรมดา (ขบวนสีน้ำเงิน) จะมีเก้าอี้แบบแข็งสองแถว ตั้งตามความยาวของตัวรถ เหมือนกับรถไฟฟ้าบีทีเอส และรถไฟฟ้ามหานคร ส่วนขบวนรถด่วน (ขบวนสีแดง) จะเป็นเบาะกำมะหยี่ตั้งตำแหน่งตามความกว้างของรถ แบ่งเป็นสองแถว แถวละสองที่นั่ง โดยทั้งสองแบบล้วนติดตั้งระบบปรับอากาศทั้งสิ้น

- ลักษณะขบวน:

  1. รถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำนวน 4 ขบวน การจัดรูปแบบขบวน 1 ขบวน ประกอบด้วยตู้รถ 4 ตู้ เป็นตู้โดยสาร จำนวน 3 ตู้ ที่นั่งบริการผู้โดยสารจำนวน170 ที่นั่ง และตู้ขนส่งสัมภาระ1 ตู้ รวมทั้งหมด 16 ตู้
  2. รถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำนวน 5 ขบวน การจัดรูปแบบขบวน 1 ขบวน ประกอบด้วยตู้โดยสาร จำนวน 3 ตู้ รวมมีตู้โดยสารทั้งหมด 15 ตู้ สามารถให้บริการผู้โดยสารประมาณ 745 คนต่อขบวน

- **ระบบราง:** รางคู่ขนาดมาตรฐาน (standard guage) ระยะห่างระหว่างรางกว้าง 1.435 เมตร
- **ความเร็วสูงสุด:** 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- **ความเร็วเฉลี่ย:** รถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 103 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- **ระบบจ่ายไฟ:** ระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือตัวรถ (Overhead Contact System, OCS)
- **กระแสไฟฟ้าที่ใช้:** กระแสสลับ 25 KV.

3.7 สรุป

ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ให้บริการรถไฟฟ้าฯที่ให้บริการอยู่ในกรุงเทพมหานคร 2 ราย ประกอบด้วย 1) รถไฟฟ้า BTS ของกรุงเทพมหานคร (กทม.) โดย"บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)" หรือ "Bangkok Mass Transit System Public Company Limited" มีระยะทางทั้งหมด

23.5 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 เส้นทาง ประกอบด้วย สายสุขุมวิท ระยะทางประมาณ 17 กิโลเมตร 15 สถานี และสายสีลม ระยะทางประมาณ 6.5 กิโลเมตร 7 สถานี และโครงสร้างพื้นฐานเป็นสะพานยกระดับทางคู่ขนาน ความกว้างประมาณ 8.50 เมตร ตั้งอยู่บนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กกว้าง 2 เมตร สูงจากพื้นถนน 12 เมตร ปัจจุบันมีขบวนรถในระบบทั้งหมด 35 ขบวน และ 2) รถไฟฟ้ามหานคร ของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) หรือ Mass Rapid Transit Authority of Thailand (MRTA) ดำเนินการโดย "บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)" หรือ "Bangkok Metro Public Company Limited (BMCL)" มีระยะทางทั้งหมด 23.5 กิโลเมตร 18 สถานี และโครงสร้างพื้นฐานเป็นระบบอุโมงค์คู่รางเดี่ยว คือ มีอุโมงค์ 2 อุโมงค์ขนานกัน วางตามแนวราบ และตามแนวดิ่งแต่ละอุโมงค์จะเดินรถทางเดียว ขบวนรถโดยสาร: เป็นรถไฟฟ้าขนาดใหญ่ (heavy rail) ขบวนรถในระบบมีทั้งหมด 19 ขบวน นอกจากโครงการรถไฟฟ้าฯ 2 โครงการที่กล่าวถึง ปัจจุบัน ยังมีโครงการ "ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ" (Suvarnabhumi Airport RailLink, SARL โดยการรถไฟแห่งประเทศไทย ที่กำลังอยู่ในระหว่างการทดสอบระบบ คาดว่าจะสามารถเปิดให้บริการได้ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2552 นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

แผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน

4.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อให้ทราบถึงวิวัฒนาการระบบการขนส่งทางรางในประเทศไทย
2. เพื่อให้ทราบสถานะปัจจุบันของการจัดทำแผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน
3. เพื่อประมาณการจำนวนตู้โดยสารรถไฟฟ้าฯ ที่จำเป็นต้องใช้ในอนาคต
4. เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาตัวแบบอุตสาหกรรมที่เหมาะสมในประเทศไทย

4.2 วิวัฒนาการระบบการขนส่งทางราง

ประเทศไทยเป็นประเทศแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South-East Asia) ที่ได้ริเริ่มนำ "ระบบรางเพื่อการขนส่งมวลชนสำหรับเมือง" เข้ามาใช้ โดยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 พระราชทานพระบรมราชานุญาตให้ชาวเดนมาร์ก จัดตั้งบริษัท และทดลองนำระบบรางเข้ามาใช้ในกรุงเทพฯ เป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2431 วิ่งจากตำบลบางคอแหลมมาตามถนนเจริญกรุง ถึงศาลเจ้าพ่อหลักเมือง ในระยะแรกใช้ม้าลากจูง และได้หันมาใช้พลังงานไฟฟ้าแทน ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2437 นับเป็น "รถรางไฟฟ้าสายแรกของโลก"

ซึ่งให้บริการต่อเนื่องกันมา จนกระทั่งยุติการให้บริการไปในช่วงปี พ.ศ. 2511

สังเกตลักษณะของรถรางไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาดังกล่าว ในภาพประกอบที่ 4.1 ซึ่งแสดงลักษณะรถรางไฟฟ้าในกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2507 (ค.ศ. 1964) [1] จะสังเกตเห็นก้านโลหะสำหรับรับพลังงานไฟฟ้าจากสายไฟฟ้าที่พาดตามแนวเส้นทางวิ่งอยู่เหนือตัวรถ และภาพประกอบที่ 4.2 แสดงแผนผังเส้นทางรถรางไฟฟ้าในเขตกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ.2473 (ค.ศ. 1930) [2] ซึ่งมีโครงข่ายครอบคลุมบริเวณเกาะรัตนโกสินทร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]Modern Tramway ฉบับเดือนมีนาคม ค.ศ.1969 หน้า 92

[2]ภาพประกอบจากเว็บไซต์ http://www.2bangkok.com

92 MODERN TRAMWAY

This page

Above: Bangkok 97, complete with Peckham truck, at Thanon Maha Chai terminus on 25th August, 1964. *(A. F. Porter*

Centre: Bangkok 112 (the 11 is the running number) at the crossing of Thanon Maha Chai with Thanon Charoen Krong on the same date. *(A. F. Porter*

Below: The scene at a Bangkok tram depôt on 18th May, 1964. *(C. J. F. Buckland*

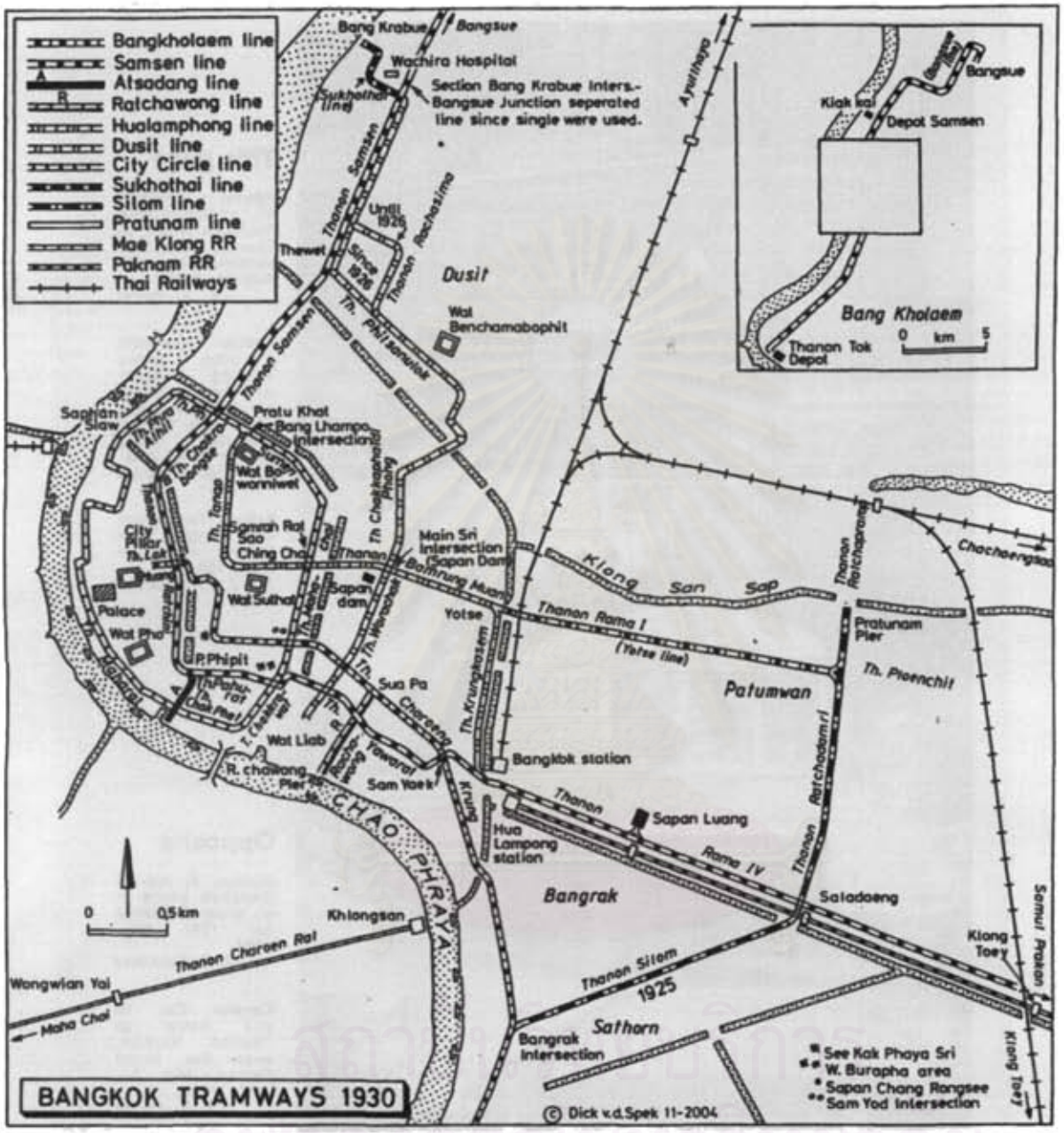
Opposite

Above: A typical Bangkok scene at a passing place on 18th May, 1964. *(C. J. F. Buckland*

Centre: Car 15 and trailer at Thanon Rachini, near the Royal Palace, 25th August, 1964. *(A. F. Porter*

Below: A motor and trailer with the canvas blinds lowered to give protection against the weather. *(C. J. F. Buckland*

รูปที่ 4.1: รถรางไฟฟ้าในกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2507 (ค.ศ. 1964)



รูปที่ 4.2: เส้นทางรถรางในกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930)

ในปี พ.ศ. 2519 รัฐบาลได้มอบหมายให้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ และออกแบบรายละเอียดการก่อสร้าง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ กทพ. ได้จัดเอกสารประกวดราคาเสร็จเรียบร้อยเมื่อปี พ.ศ. 2524 แต่ในปีต่อมา (พ.ศ. 2525) ก็ต้องยกเลิกการประกวดราคา เนื่องจากไม่มีเอกชนรายใดสามารถดำเนินการ ตามเงื่อนไขที่รัฐบาลกำหนดได้

เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2535 รัฐบาลได้จัดตั้ง "องค์การรถไฟฟ้ามหานคร" ขึ้น เพื่อให้ทำหน้าที่รับผิดชอบการดำเนินงาน โครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพฯ และปริมณฑล แต่การดำเนินงานในขณะนั้น มีข้อจำกัดในการใช้อำนาจตามกฎหมาย และไม่สามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงได้มีการปรับปรุงอำนาจหน้าที่ขององค์การฯ ให้สามารถดำเนินกิจการอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และได้ตราพระราชบัญญัติ การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2543 ขึ้น ซึ่งมีผลใช้บังคับเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2543 เป็นผลให้องค์การรถไฟฟ้ามหานคร เปลี่ยนชื่อเป็น "การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.)" ชื่อภาษาอังกฤษ "Mass Rapid Transit Authority of Thailand" (MRTA)

รฟม. ได้ดำเนินการก่อสร้าง "โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล" (The Mass Rapid Transit Chaloem Ratchamongkhon Line) หรือ M.R.T. Chaloem Ratchamongkhon Line [3] เส้นทางหัวลำโพง - พระราม 4 - บางซื่อ เป็นสายแรก เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 และสามารถเปิดให้บริการในปี พ.ศ. 2547 เป็นโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินตลอดสาย มีระยะทางทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร ขณะที่ กรุงเทพมหานคร (กทม.) ได้เร่งรัดให้ดำเนินโครงการ "ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร" (Bangkok Mass Transit System) โดยบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) หรือ Bangkok Mass Transit System Public Company Limited (BTSC) [4] เพื่อสร้าง และประกอบการระบบขนส่งมวลชน วิ่งบนทางยกระดับ 2 สาย คือ สายสีลม (สะพานตากสิน - สนามกีฬาแห่งชาติ) และสายสุขุมวิท (หมอชิต - อ่อนนุช) ระยะทางรวมประมาณ 23 กิโลเมตร โดยรถไฟฟ้า BTS ทั้งสองสายเปิดให้บริการแก่ประชาชน ตั้งแต่วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542

[3] http://www.bangkokmetro.co.th

[4] http://www.bts.co.th

4.3 การจัดทำแผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน

จากความสำคัญของระบบขนส่งมวลชนทางราง หรือ รถไฟฟ้าฯ รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าฯ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยได้จัดทำแผนแม่บท เพื่อเป็นหลักในการพัฒนาโครงข่ายการเดินทางมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 แผนแม่บทสำคัญในระยะที่ผ่านมาประกอบด้วย

- **แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานคร (Mass Rapid Transit Systems Master Plan, MTMP)** เสนอแผนให้ขยายเส้นทาง 135 กิโลเมตร ต่อจากรถไฟฟ้า 3 สาย ระยะทางรวม 103 กิโลเมตร ที่อยู่ระหว่างดำเนินการในช่วงที่จัดทำแผน คือ โครงการรถไฟฟ้ามหานคร ช่วงหัวลำโพง - บางซื่อ โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร สายสุขุมวิท และสายสีลม และโครงการทางรถไฟและถนนยกระดับโฮปเวลล์

  เส้นทางตามแผนแม่บททั้งหมด จะดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2554 ซึ่งคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบแผนนี้ เมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2537

- **แผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในเขตกรุงเทพมหานคร และพื้นที่ต่อเนื่อง (Urban Rail Transportation Master Plan in Bangkok and Surrounding Areas, URMAP)** เกิดขึ้นภายหลังวิกฤติเศรษฐกิจปี พ.ศ. 2540 เสนอโครงข่ายแบบรัศมีและวงแหวน ระยะทางรวม 375 กิโลเมตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่
  - ระยะที่ 1 ช่วงของการปรับปรุงการพัฒนา ปี พ.ศ. 2544 - 2554 เสนอแนะเส้นทาง 141.9 กิโลเมตร
  - ระยะที่ 2 ช่วงของการพัฒนาใหม่ที่ยั่งยืน ปี พ.ศ. 2555 - 2564 เสนอแนะเส้นทาง 158.2 กิโลเมตร
  - ระยะที่ 3 เสนอแนะเพื่อการพัฒนาในระยะยาว หลังปี พ.ศ. 2565 เสนอแนะเส้นทาง 75.3 กิโลเมตร
- **แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (Bangkok Mass Transit Master Plan, BMT)** เกิดขึ้นเนื่องจาก ความล่าช้าในการพัฒนาตามแผน URMAP สถานะทางเศรษฐกิจ

ที่ดีขึ้น และการพัฒนาเมืองที่รวดเร็ว โดยมีระยะเร่งด่วนในการดำเนินการ 6 ปี (ปี พ.ศ. 2547 - 2552) 7 เส้นทาง ระยะทางรวม 291 กิโลเมตร ซึ่งเป็นเส้นทางที่ก่อสร้าง และเปิดดำเนินการแล้ว คือ โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร หรือโครงการรถไฟฟ้าบีทีเอส (BTS) สายสุขุมวิท และสายสีลม ระยะทางรวม 23.5 กิโลเมตร และโครงการรถไฟฟ้ามหานคร เอ็มอาร์ที (MRT) สายเฉลิมรัชมงคล ซึ่งเป็นรถไฟฟ้าใต้ดินจากหัวลำโพง - บางซื่อ ระยะทาง 20 กิโลเมตร และเส้นทางที่จะก่อสร้างใหม่ ระยะทาง 248 กิโลเมตร ซึ่งคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2547 ดังนี้

- สายสีเขียวอ่อน พรานนก-สมุทรปราการ ระยะทาง 33 กิโลเมตร
- สายสีเขียวเข้ม สะพานใหม่-บางหว้า ระยะทาง 33 กิโลเมตร
- สายสีน้ำเงิน วงแหวนรอบในและบางแค ระยะทาง 48 กิโลเมตร
- สายสีม่วง บางใหญ่-ราษฎร์บูรณะ ระยะทาง 40 กิโลเมตร
- สายสีส้ม บางบำหรุ-บางกะปิ ระยะทาง 24 กิโลเมตร
- สายสีแดงเข้ม รังสิต-มหาชัย ระยะทาง 65 กิโลเมตร
- สายสีแดงอ่อน ตลิ่งชัน-สุวรรณภูมิ ระยะทาง 50 กิโลเมตร

ผลจากการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าฯ ตามแผนแม่บทฉบับที่ผ่านมา 7 เส้นทาง ระยะทาง 291 กม. ภายใน พ.ศ. 2552 ซึ่งเกิดความล่าช้า ไม่เป็นไปตามแผน จึงจำเป็นที่ต้องจัดทำแผนแม่บทรถไฟฟ้าฯ ฉบับใหม่ เพื่อใช้เป็นแผนหลัก สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำไปปฏิบัติอย่างสอดคล้องกันต่อไป สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) จึงดำเนินการปรับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางราง ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลใหม่ นำมาสู่แผนพัฒนาโครงข่ายรถไฟฟ้า 12 สาย 487 กม. โดยรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนทุกภาคส่วนในรูปแบบต่าง ๆ ก่อนกำหนดเป็น "แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชน ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พ.ศ. 2553 - 2572" (M-MAP : Mass Rapid Transit Master Plan in Bangkok Metropolitan Region) [5] ซึ่งเผยแพร่ออกสู่สาธารณะในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ที่ผ่านมา

[5]สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). โครงการศึกษาปรับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. 2552.

แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (Bangkok Mass Transit Master Plan, BMT) ระยะเวลาการพัฒนา 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2572 ครอบคลุมพื้นที่ในรัศมี 700 ตารางกิโลเมตร เปลี่ยนแปลงไปจากแผนเดิม ซึ่งมีทั้งเป็นเส้นทางใหม่ ตัดตอน และต่อเติมจากเส้นทางเดิมให้สั้นลง และยืดออกไปชานเมืองมากขึ้น มีโครงข่ายทั้งหมด 12 สาย ระยะทางรวม 487 ก.ม. สถานี 311 สถานี เงินลงทุน 838,250 ล้านบาท [6] ดูรูปที่ 4.3 เส้นทางทั้งหมดประกอบด้วย

1. **สีแดงเข้ม** (ธรรมศาสตร์ - บางซื่อ - หัวลำโพง - มหาชัย) 85.3 ก.ม. เงินลงทุน 147,750 ล้านบาท เป็นเส้นทางแนวเหนือ-ใต้ ตามแนวของการรถไฟแห่งประเทศไทย (ร.ฟ.ท.) มีช่วงบางซื่อ-รังสิต-ธรรมศาสตร์ ช่วงบางซื่อ - หัวลำโพง - บางบอน และช่วงบางบอน - มหาชัย

2. **สีแดงอ่อน** (ศาลายา - ตลิ่งชัน - บางซื่อ - มักกะสัน - หัวหมาก) 58.5 ก.ม. 86,340 ล้านบาท แนวตะวันออก-ตะวันตก ตามแนว ร.ฟ.ท. มีช่วงบางซื่อ - ตลิ่งชัน ช่วงตลิ่งชัน - ศาลายา ช่วงบางซื่อ - พญาไท - มักกะสัน - หัวหมาก และ ตลิ่งชัน - มักกะสัน

3. **สีแดงเลือดหมู** (แอร์พอร์ตลิงก์) จากพญาไท - มักกะสัน - สุวรรณภูมิ 28.5 ก.ม. 25,920 ล้านบาท อยู่ระหว่างการทดสอบระบบ

4. **สีเขียวเข้ม** (ลำลูกกา - หมอชิต - สมุทรปราการ - บางปู) 66.5 ก.ม. 102,420 ล้านบาท แนวเหนือ-ตะวันออก ตามแนวถนนพหลโยธินและสุขุมวิท มีช่วงหมอชิต - สะพานใหม่ ช่วงสะพานใหม่ - คูคต - ลำลูกกา ช่วงอ่อนนุช - แบริ่ง และแบริ่ง - สมุทรปราการ - บางปู

5. **สีเขียวอ่อน** (ยศเส - บางหว้า) 15.5 ก.ม. 15,130 ล้านบาท แนวตะวันตก-ใต้ ตามแนวถนนพระรามที่ 1 ถนนสาทร มีช่วงสะพานตากสิน - ถนนตากสิน ช่วงถนนตากสิน - บางหว้า และช่วงสนามกีฬา - ยศเส

[6] เปิดมาสเตอร์แพลนรถไฟฟ้า 12 สาย ลงทุน 3 เฟส 20 ปี เงินลงทุน 8.3 แสนล้าน. ประชาชาติธุรกิจ. 24 กรกฎาคม 2552.

6. **สีน้ำเงิน** (บางซื่อ - ท่าพระ และหัวลำโพง - บางแค - พุทธมณฑลสาย 4) 55 ก.ม. 93,100 ล้านบาท เป็นเส้นทางสายวงแหวนและแนวถนนเพชรเกษม มีช่วงบางซื่อ - ท่าพระ ช่วงหัวลำโพง -ท่าพระ - บางแค และช่วงบางแค - พุทธมณฑลสาย 4

7. **สีม่วง** (บางใหญ่ - ราษฎร์บูรณะ และแคราย - ปากเกร็ด) 49.8 ก.ม. 135,880 ล้านบาท เส้นทางหลักแนวเหนือ-ใต้ มีช่วงบางใหญ่ - บางซื่อ ช่วงบางซื่อ - ราษฎร์บูรณะ และ แคราย - ปากเกร็ด

8. **สีส้ม** (บางบำหรุ - มีนบุรี) 32 ก.ม. 117,600 ล้านบาท เส้นทางหลักแนวตะวันออก-ตะวันตก มีช่วงบางบำหรุ - ศูนย์วัฒนธรรม ศูนย์วัฒนธรรม - บางกะปิ และบางกะปิ - มีนบุรี

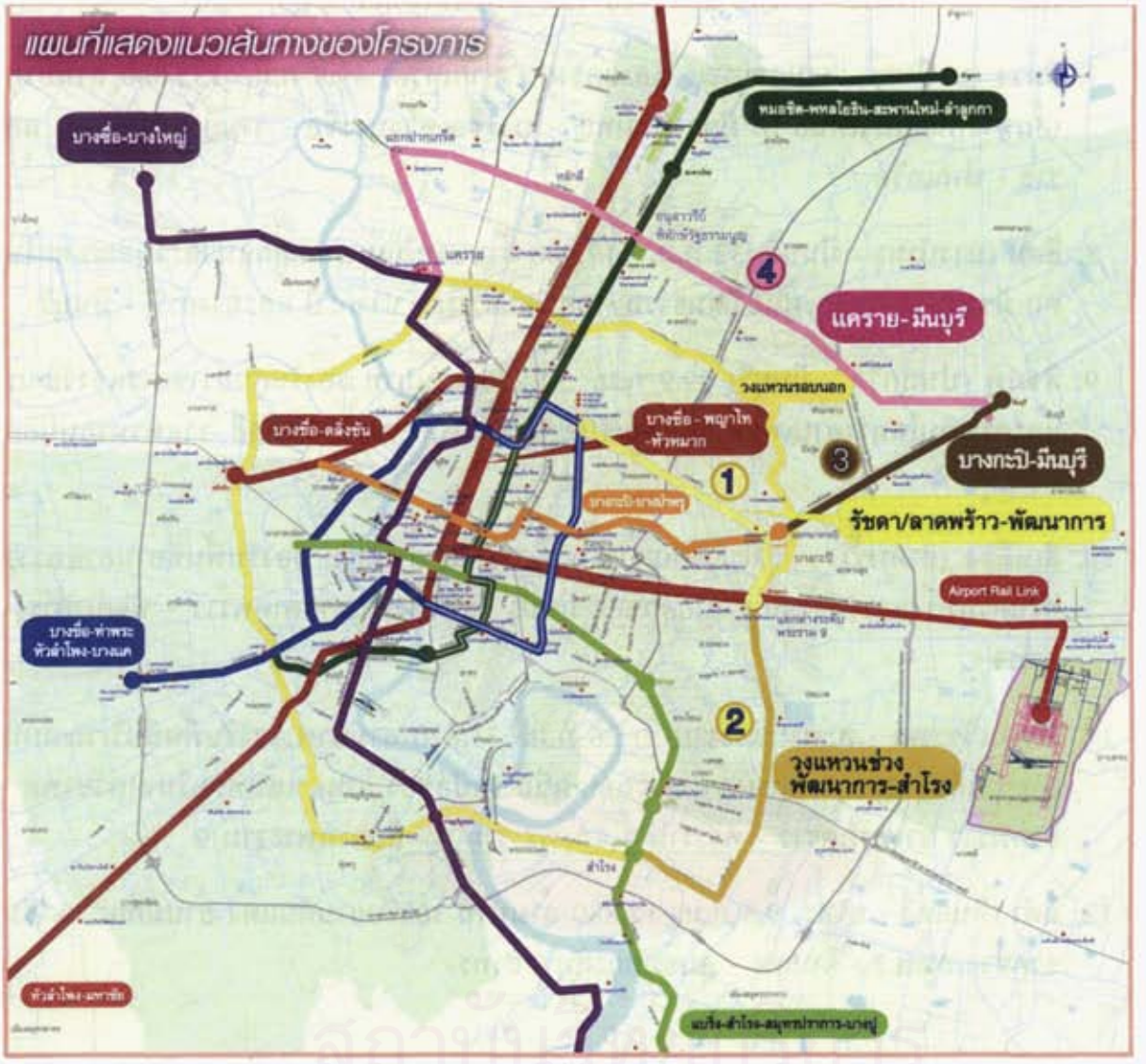
9. **สีชมพู** (ปากเกร็ด - มีนบุรี) 29.9 ก.ม. 31,240 ล้านบาท รองรับศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ และการเติบโตทางด้านเหนือ เส้นทางเริ่มจากปากเกร็ด - วงเวียนหลักสี่ -วงแหวนรอบนอก - มีนบุรี

10. **สีเหลือง** (ลาดพร้าว - สำโรง) 30.4 ก.ม. 38,120 ล้านบาท รองรับพื้นที่ย่านลาดพร้าว ศรีนครินทร์ และทางด้านตะวันออกของ กทม. เส้นทางเริ่มจากลาดพร้าว - พัฒนาการ - สำโรง

11. **สีเทา** (วัชรพล - สะพานพระราม 9) 26 ก.ม. 31,870 ล้านบาท รองรับพื้นที่บริเวณถนนสาธุประดิษฐ์ และการโตทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของ กทม. เส้นทางเริ่มจากวัชรพล - ลาดพร้าว ช่วงลาดพร้าว - พระราม 4 และพระราม 4 - สะพานพระราม 9

12. **สีดำ** (ดินแดง - สาทร) 9.5 ก.ม. 12,880 ล้านบาท รองรับย่านดินแดง ย่านมักกะสัน เริ่มจากช่วง กทม.2 - ดินแดง - ศูนย์มักกะสัน - สาทร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3: แผนแม่บทเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย (สนข. สิงหาคม พ.ศ. 2552)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพมหานคร และพื้นที่ต่อเนื่อง

ระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพมหานคร และพื้นที่ต่อเนื่องทั้ง 12 เส้นทาง สามารถสรุปรายละเอียดและความก้าวหน้าของโครงการได้ ดังนี้

4.4.1 สายสีแดงเข้ม ธรรมศาสตร์-หัวลำโพง - มหาชัย

- ความก้าวหน้าของโครงการ

1. **ช่วงบางซื่อ – รังสิต** ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) อยู่ระหว่างเตรียมการประกวดราคา โดยจัดอยู่ในแผนเร่งรัดของโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562)
2. **ช่วงบางซื่อ - หัวลำโพง** ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) อยู่ในแผนเร่งรัดของโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562)
3. **ช่วงหัวลำโพง - บางบอน - มหาชัย** ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) อยู่ในแผนโครงข่ายเพิ่มเติม ของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562) และโครงการช่วงบางบอน - มหาชัย อยู่ในแผนการต่อขยายเส้นทางเดิม ของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะ 20 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2572)

- รูปแบบของโครงการ

1. **ช่วงบางซื่อ – รังสิต**
   - เป็นทางรถไฟ 3 ทาง เป็นทางร่วมระหว่างรถไฟชานเมืองและรถไฟทางไกล 2 ทาง และรางกลางสำหรับรถสินค้าและรถไฟทางไกลในชั่วโมงเร่งด่วน 1 ทาง
   - ขนาดทาง 1.000 เมตร (meter gauge)
   - โครงสร้างทางวิ่ง เป็นทางยกระดับสูง 17 เมตรจากระดับดินช่วงสถานีบางซื่อถึงสถานีดอนเมือง (เส้นทางบางส่วนได้ใช้ประโยชน์จากเสาตอม่อโครงการรถไฟฟ้าโฮปเวลล์ในอดีตที่ถูกทิ้งร้าง จำนวน 1,539 ต้น) แล้วลาดลงเป็นทางเสมอระดับ

พื้นดินไปจนถึงสถานีรังสิต และธรรมศาสตร์ ซึ่งมีรั้วกั้นตลอดเส้นทางเพื่อไม่ให้มีจุดตัดเสมอระดับ

– รูปแบบสถานี ส่วนใหญ่เป็นสถานียกระดับ ยกเว้น ช่วงถัดจากสถานีดอนเมืองออกไป จะเป็นสถานีระดับดิน ความยาวประมาณ 210 เมตร แต่ละสถานีจะมีรายละเอียดการออกแบบ และการจัดพื้นที่ใช้สอยแตกต่างกันไป

2. **ช่วงบางซื่อ - หัวลำโพง**

– เป็นรถไฟทางคู่ ขนาดทาง 1.000 เมตร (meter gauge)

– โครงสร้างทางวิ่ง เป็นทางยกระดับออกจากสถานีกลางบางซื่อ และลาดลงสู่ระดับใต้ดินบริเวณถนนประดิพัทธ์ เป็นอุโมงค์แบบคลองแห้ง ผ่านบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน สนามม้านางเลิ้ง จนถึงบริเวณถนนเพชรบุรี จึงยกระดับขึ้นมาเป็นระดับดินไปจนถึงสถานีหัวลำโพง

– มี 5 สถานี มีทั้งสถานีในระดับคลองแห้ง ได้แก่สถานีสามเสน ราชวิถี ยมราช และสถานีในระดับดิน ได้แก่สถานียศเส และหัวลำโพง

3. **ช่วงหัวลำโพง - บางบอน - มหาชัย**

ไม่มีรายละเอียด

4.4.2 สายสีแดงอ่อนศาลายา - บางซื่อ - หัวหมาก, ตลิ่งชัน - มักกะสัน

• **ความก้าวหน้าของโครงการ**

1. **ช่วงบางซื่อ - ตลิ่งชัน**

ปัจจุบัน (พ.ศ. 2552) อยู่ระหว่างการก่อสร้างเฉพาะงานโยธา ส่วนงานระบบไฟฟ้าและเครื่องกล และการก่อสร้างสถานีกลางบางซื่อ จะดำเนินการพร้อมกับโครงการสายสีแดงเข้ม ช่วงบางซื่อ - รังสิตต่อไป โดยจัดอยู่ในแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562)

2. **ช่วงบางซื่อ - มักกะสัน - หัวหมาก**

ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) อยู่ในแผนเร่งรัดของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562)

3. **ช่วงตลิ่งชัน - มักกะสัน**

ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) อยู่ในแผนโครงข่ายเพิ่มเติม ของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะแรก 10 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2562)

- **รูปแบบของโครงการ**

1. **ช่วงบางซื่อ - ตลิ่งชัน**

— เป็นรถไฟทางคู่ ขนาดทาง 1.000 เมตร (meter gauge)

— โครงสร้างทางวิ่ง เป็นทางยกระดับ ออกสถานีกลางบางซื่อ ลาดลงสู่ระดับพื้นดินที่ กม.7+250 (นับจากบ้านฉิมพลี) ก่อนเข้าสู่สถานีบางบำหรุ เป็นทางเสมอระดับพื้นดิน ไปจนถึงสถานีตลิ่งชัน ซึ่งมีรั้วกั้นตลอดเส้นทาง เพื่อไม่ให้มีจุดตัดเสมอระดับ โดยจัดให้สะพานลอยข้ามทางรถไฟเป็นช่วง ๆ

— ระยะทางรวม 15.26 กิโลเมตร เป็นทางยกระดับ 7.70 กิโลเมตร และระดับเสมอพื้นดิน 7.56 กิโลเมตร

— มีทั้งรูปแบบสถานียกระดับ ได้แก่สถานีบางซ่อน และบางกรวย และสถานีระดับดิน ได้แก่สถานีบางบำหรุ และตลิ่งชัน

2. **ช่วงบางซื่อ - มักกะสัน - หัวหมาก**

— เป็นรถไฟทางคู่ ขนาดทาง 1.000 เมตร (meter gauge)

— โครงสร้างทางวิ่ง เป็นทางยกระดับออกจากสถานีกลางบางซื่อ และลาดลงสู่ระดับใต้ดิน บริเวณถนนประดิพัทธ์ เป็นอุโมงค์แบบคลองแห้ง ผ่านบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน จนถึงบริเวณสถานีรถไฟมักกะสัน จึงยกระดับขึ้นสู่ชั้นชานชาลาของสถานีมักกะสัน ไปจนถึงสถานีหัวหมาก

— มีทั้งรูปแบบสถานียกระดับ และสถานีในระดับคลองแห้ง

3. **ช่วงตลิ่งชัน - มักกะสัน**

ไม่มีรายละเอียด

4.4.3 โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (SARL)

- **ความเป็นมาของโครงการ**

รัฐบาลได้จัดให้มีระบบรถไฟฟ้าฯ เชื่อมระหว่างพื้นที่ธุรกิจของกรุงเทพฯ กับท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวก แก่ผู้โดยสารที่จะมาใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ให้สามารถเดินทางได้ในเวลาอันรวดเร็ว ตรงเวลา และเชื่อถือได้ โดยเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 ในการประชุมคณะกรรมการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (กทภ.) ได้มีมติเห็นชอบให้ รฟท. ดำเนินการ โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (พญาไท – มักกะสัน – สุวรรณภูมิ) และต่อมา คณะรัฐมนตรีได้มีมติ เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2547 อนุมัติให้ รฟท. ดำเนินการก่อสร้างโครงการฯ นี้ และได้ทำสัญญาจ้างก่อสร้าง เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2548

- **ลักษณะของโครงการ**

1. ระบบการเดินรถ จัดให้มีการเดินรถเป็น 2 ระบบ ดังนี้

– **ระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Airport Express, SA – Express)** เป็นระบบรถไฟฟ้าด่วน เชื่อมระหว่างสถานีรับส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมือง (City Air Terminal – CAT) ซึ่งตั้งอยู่ที่มักกะสัน ปลายทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จอดรับส่งผู้โดยสารเฉพาะสถานีต้นทางและปลายทางเท่านั้น มีระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง ไม่เกิน 15 นาที จำนวน 4 ขบวน โดยแต่ละขบวน ประกอบด้วยตู้โดยสาร 3 ตู้ มีที่นั่งบริการผู้โดยสารจำนวน 170 ที่นั่ง และตู้ขนส่งสัมภาระ 1 ตู้ รวมทั้งหมด 4 ตู้

– **ระบบรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Airport City Line, SA – City Line)** เป็นระบบรถไฟฟ้าที่บริการควบคู่กับรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ให้บริการระหว่างสถานีพญาไท ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้าบีทีเอส และสถานีปลายทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยจะจอดรับส่งผู้โดยสารตามสถานีปลายทางอีก 6 สถานี ได้แก่ สถานีราชปรารภ สถานีมักกะสัน สถานีรามคำแหง สถานีหัวหมาก สถานีบ้านทับช้าง และสถานีลาดกระบัง ระยะทางรวม

28 กม. ใช้เวลาเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางไม่เกิน 30 นาที จำนวน 5 ขบวน แต่ละขบวนประกอบด้วย 3 ตู้โดยสาร สามารถให้บริการผู้โดยสารประมาณ 745 คนต่อขบวน

2. **ระบบของทาง อาคารสถานี และศูนย์ซ่อมบำรุง**

ระบบของทาง และอาคารสถานี เป็นรูปแบบทางรถไฟยกระดับ และอาคารสถานีเกือบทั้งหมด ความสูงประมาณ 22 เมตร ยกเว้นช่วงก่อนเข้าสู่สถานีสุวรรณภูมิ จะเป็นทางวิ่งระดับพื้นดิน และจะลดระดับลงสู่ใต้ดินที่สถานีสุวรรณภูมิ โดยใช้รางระบบเกจมาตรฐาน (standard gauge) ขนาดความกว้าง 1.435 เมตร กำหนดความเร็วสูงสุดของตัวรถ 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง วิ่งบนทางยกระดับเลียบทางรถไฟฟ้าสายตะวันออก ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร ผ่าน 8 สถานี และรองรับผู้โดยสารได้จำนวน 14,000 ถึง 50,000 คน : วัน : ทิศทาง

สถานีสุวรรณภูมิ ตั้งอยู่ใต้อาคารผู้โดยสารของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ดำเนินการโดยผู้รับจ้างก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ส่วนงานระบบ งานสถาปัตยกรรม และงานโครงสร้างภายในสถานี ดำเนินการโดยผู้รับจ้างก่อสร้างโครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ขอบเขตงานก่อสร้างของโครงการ แบ่งเป็น 2 ส่วนงาน

– **งานโยธาและงานโครงสร้าง** ประกอบด้วย
  * โครงสร้างทางยกระดับ
  * สถานียกระดับ 7 แห่ง
  * สถานีใต้ดิน (งานสถาปัตยกรรม และสิ่งอำนวยความสะดวก)
  * อาคารสถานีรับส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมือง (City Air Terminal)
  * โครงสร้างรองรับย่านจอดสับเปลี่ยนรถ
  * โรงซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมการเดินรถ
  * สิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารเช่น บันไดเลื่อน ลิฟต์ ฯลฯ
  * งานถนนและปรับปรุงพื้นที่ต่อเชื่อม

— งานระบบรางและงานระบบไฟฟ้า — เครื่องกล

* ระบบรางรถไฟฟ้า / แนวราง (Track work / Alignment)
* จัดหาตู้รถโดยสารไฟฟ้าของขบวนรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ · (SA Express) จำนวน 16 ตู้ และขบวนรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ · (SA City Line) จำนวน 15 ตู้
* ระบบอาณัติสัญญาณและระบบควบคุมการเดินรถ (Signaling & Train Control)
* ระบบโทรคมนาคม (Communication)
* ระบบจ่ายกำลังขับเคลื่อนด้วยพลังไฟฟ้า (Electrification)
* ระบบจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection)
* ระบบชานชาลาประตูอัตโนมัติ (Platform Screen Door)
* อุปกรณ์ซ่อมบำรุงรักษาในโรงซ่อมบำรุง (Depot and Workshop Equipment)
* ระบบการตรวจบัตรโดยสารและระบบขนถ่ายกระเป๋า (Check — in Facilities and Baggage Handling System)

4.4.4 สายสีเขียวเข้ม ลำลูกกา - สมุทรปราการ - บางปู

• **แนวเส้นทางและตำแหน่งสถานี**

เริ่มต้นต่อจากจุดสิ้นสุดส่วนต่อขยาย หมอชิต - สะพานใหม่ บริเวณด้านหน้าตลาดยิ่งเจริญ แนวเส้นทางส่วนใหญ่จะอยู่บนเกาะกลางของถนนพหลโยธินและถนนลำลูกกา ยกเว้น ช่วงที่ต้องวิ่งผ่านพื้นที่ของเอกชน บริเวณพื้นที่ประตูกรุงเทพ ต้องผ่านพื้นที่เข้าไปทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ข้ามคลองสอง และคลองหก เรื่อยมาเข้าพื้นที่เอกชนฝั่งลำลูกกาบริเวณด้านข้างสถานีตำรวจภูธรคูคตแล้วจึงเบี่ยงเข้าเกาะกลางของถนนลำลูกกาอีกครั้ง จากนั้นจะผ่านวงแหวนรอบนอก และสิ้นสุดบริเวณด้านหน้าบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาลำลูกกา เป็นระยะทางรวมทั้งสิ้นประมาณ 13.5 กม. [7]

[7] http://www.greenline-extension.com

4.4.5 สายสีเขียวอ่อน ยศเส-บางหว้า

แนวตะวันตก-ใต้ ตามแนวถนนพระรามที่ 1 ถนนสาทร มีช่วงสะพานตากสิน - ถนนตากสิน ช่วงถนนตากสิน - บางหว้า และช่วงสนามกีฬาแห่งชาติ - ยศเส

ยังไม่มีรายละเอียดเพิ่มเติม

4.4.6 สายสีน้ำเงิน บางซื่อ - ท่าพระ, หัวลำโพง - พุทธมณฑล

- **ส่วนต่อขยายด้านเหนือ ช่วงบางซื่อ-ท่าพระ**
  - **พื้นที่ที่เส้นทางผ่าน** เขตจตุจักร บางซื่อ บางพลัด บางกอกน้อย และบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร
  - **เส้นทาง** รวมระยะทางประมาณ 13 กิโลเมตร
  - **สถานี** เป็นสถานียกระดับทั้งหมด 10 สถานี (ไม่รวมสถานีบางซื่อ)
- **ส่วนต่อขยายด้านใต้ ช่วงหัวลำโพง-บางแค-พุทธมณฑลสาย 4**
  - **พื้นที่ที่เส้นทางผ่าน** ปทุมวัน ป้อมปราบศัตรูพ่าย สัมพันธวงศ์ พระนคร บางกอกใหญ่ ภาษีเจริญ บางแค และหนองแขม กรุงเทพมหานคร
  - **เส้นทาง** รวมระยะทางประมาณ 13.8 กิโลเมตร เป็นทางวิ่งใต้ดินระยะทางประมาณ 4.9 กิโลเมตร และทางวิ่งยกระดับ 8.9 กิโลเมตร
  - **สถานี** เป็นสถานีใต้ดิน 4 สถานี (ไม่รวมสถานีหัวลำโพง) และสถานียกระดับ 10 สถานี

4.4.7 สายสีม่วง บางใหญ่ - ราษฎร์บูรณะ, แคราย - ปากเกร็ด

- **ความก้าวหน้าของโครงการ**

  ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการก่อสร้างเส้นทางช่วงแรก บางซื่อ - เตาปูน - สะพานพระนั่งเกล้า (สัญญาที่ 1) และอยู่ระหว่างการเซ็นสัญญาในส่วนที่เหลือ ได้แก่ เส้นทางช่วงสะพานพระนั่งเกล้า - บางใหญ่ - คลองบางไผ่ (สัญญาที่ 2), อาคารที่จอดรถและศูนย์ซ่อมบำรุง (สัญญาที่ 3) รวมไปถึงระบบรถไฟฟ้า คาดว่าจะแล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2555

• แนวเส้นทาง

1. **ช่วงบางซื่อ-บางใหญ่**
เป็นโครงสร้างยกระดับเกือบทั้งหมด เริ่มต้นจากอุโมงค์ใต้ดินของสถานีบางซื่อ ในเส้นทางรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล ขึ้นสู่ระดับดินบริเวณหน้าบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ยกระดับมุ่งหน้าสะพานสูงบางซื่อ สิ้นสุดเส้นทางบริเวณคลองบางไผ่ พื้นที่ อบต. บางรักพัฒนา อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี รวมระยะทางทั้งสิ้น 23 กิโลเมตร

2. **ช่วงบางซื่อ (เตาปูน) - ราษฎร์บูรณะ**
เส้นทางส่วนใหญ่เป็นโครงสร้างอุโมงค์ใต้ดิน โดยเป็นทางยกระดับจากสถานีเตาปูน ที่แยกเตาปูน ซึ่งเป็นจุดบรรจบกับเส้นทางช่วงบางใหญ่ - บางซื่อ และเป็นจุดเชื่อมต่อรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยายบางซื่อ - ท่าพระ จากนั้นเส้นทางจะลดระดับลงมาใต้ดินเข้าสู่ถนนประชาราษฎร์สาย 1 เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีส้ม ที่สถานีสามเสน (แยกซังฮี้) เชื่อมต่อกับโครงการรถไฟฟ้าบีทีเอส สายสีลม ส่วนต่อขยายสนามกีฬาแห่งชาติ - พรานนก ที่สถานีผ่านฟ้าลีลาศ เชิงสะพานผ่านฟ้าลีลาศ เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยายช่วงหัวลำโพง - ท่าพระ ที่สถานีวังบูรพา ลอดใต้แม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแนวขนานกับสะพานพระปกเกล้าไปเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดงเข้ม ช่วงหัวลำโพง - มหาชัย ที่สถานีรถไฟวงเวียนใหญ่ และรถไฟฟ้าบีทีเอส สายสีลม ที่สถานีวงเวียนใหญ่ แล้วมุ่งหน้าตามถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน ผ่านสำเหร่ แยกมไหสวรรย์ แยกดาวคะนอง-จอมทอง จากนั้น เส้นทางจะยกระดับขึ้นเหนือผิวดินเข้าสู่ถนนสุขสวัสดิ์ที่แยกบางปะแก้ว และไปสิ้นสุดเส้นทางบนถนนสุขสวัสดิ์ ก่อนเข้าเขตอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ รวมระยะทางทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร เป็นเส้นทางใต้ดิน 14 กิโลเมตร และเส้นทางยกระดับ 6 กิโลเมตร

• **รูปแบบของโครงการ**

1. ช่วงบางซื่อ-บางใหญ่

— เป็นระบบรถไฟฟ้าขนาดหนัก (heavy rail transit)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

– ขนาดราง 1.435 เมตร (standard guage) โดยมีรางที่ 3 ขนานไปกับรางวิ่งสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวรถ

– โครงสร้างทางวิ่ง เป็นแบบยกระดับ สูงประมาณ 17-19 เมตร จากผิวถนน เพื่อให้สามารถข้ามผ่านสะพานลอยคนข้าม สะพานลอยรถยนต์ และสะพานลอยกลับรถได้ มีตอม่ออยู่กลางถนน ระยะห่างตอม่อสูงสุด 40 เมตร เพื่อลดผลกระทบต่อการจราจรทั้งในระหว่างก่อสร้าง

– ใช้รถระบบเดียวกันกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน ความจุประมาณ 320 คนต่อคัน รองรับผู้โดยสารได้ไม่น้อยกว่า 50,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

2. ช่วงบางซื่อ (เตาปูน) -รัชดาภิเษก

– เป็นระบบรถไฟฟ้าขนาดหนัก (heavy rail transit)

– ขนาดราง 1.435 เมตร (standard guage) โดยมีรางที่ 3 ขนานไปกับรางวิ่งสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวรถ

– ใช้รถระบบเดียวกันกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน รองรับผู้โดยสารได้ไม่น้อยกว่า 50,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

– มีรวม 16 สถานี (ไม่รวมสถานีเตาปูน) เป็นสถานีใต้ดิน 12 สถานี (ตั้งแต่สถานีเกียกกายถึงสถานีจอมทอง) ยาวประมาณ 250 เมตร กว้าง 20 เมตร มีประตูชานชาลา (platform screen door) และเป็นสถานียกระดับอีก 4 สถานี ยาวประมาณ 250 เมตร กว้าง 18 เมตร

4.4.8 สายสีส้ม บางบำหรุ - มีนบุรี

• **แนวเส้นทาง**

ส่วนใหญ่เป็นเส้นทางใต้ดิน ระยะทางจากแยกลำสาลีถึงบางบำหรุ ประมาณ 21.1 กิโลเมตร แบ่งเป็นช่วงบางกะปิ-สามเสน ประมาณ 17.1 กิโลเมตร และช่วงสามเสน-บางบำหรุ ระยะทาง 4 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีเส้นทางเดิมของโครงการสายสีส้มส่วนต่อขยาย ช่วงที่ยกระดับจากใต้ดินขึ้นสู่เหนือผิวดินบริเวณแยกลำสาลีมุ่งหน้าสถานีศรีบูรพา ระยะทางอีก 2.9 กิโลเมตร ปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีน้ำตาล (บางกะปิ - มีนบุรี)

• รูปแบบของโครงการ

– เป็นระบบรถไฟฟ้าขนาดหนัก (heavy rail transit)

– ทางวิ่งใต้ดินทั้งหมดเป็นอุโมงค์คู่ ยกเว้นช่วงที่มีเนื้อที่จำกัดและมีประชาชนอาศัยหนาแน่นจะเป็นอุโมงค์เดี่ยว

– ขนาดราง 1.435 เมตร (standard guage) โดยมีรางที่ 3 ขนานไปกับรางวิ่งสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวรถ

– ใช้รถระบบเดียวกันกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน ตัวรถมีขนาดกว้าง 3.2 เมตร ยาว 20-24 เมตร สูงประมาณ 3.7 เมตร ความจุ 320 คนต่อคัน เดินรถ 3-6 คันต่อขบวน ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 750 โวลท์ ป้อนระบบขับเคลื่อนรถ สามารถรองรับผู้โดยสารได้ 50,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

– ใช้ระบบอาณัติสัญญาณเดินรถด้วยระบบอัตโนมัติ จากศูนย์ควบคุมการเดินรถ และใช้ระบบเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติเช่นเดียวกับรถไฟฟ้ามหานคร สายสีน้ำเงิน

– มี 16 สถานี เป็นสถานีใต้ดินเกือบทั้งหมด ยกเว้นสถานีบางบำหรุเป็นสถานียกระดับ

4.4.9 สายสีชมพู ปากเกร็ด - มีนบุรี

มีระยะทางรวมประมาณ 34.5 กิโลเมตร ระบบรถไฟฟ้าฯ ของสายสีชมพูที่ได้รับการพิจารณาคัดเลือก คือ ระบบรถไฟฟ้ารางเดี่ยวแบบยกระดับ (monorail) มีสถานีตั้งอยู่บนโครงสร้างยกระดับจำนวน 24 แห่ง โดยประกอบด้วย สถานีรายทาง 20 แห่ง และสถานีเชื่อมต่อระบบขนส่งมวลชนต่างสาย จำนวน 4 แห่ง มีสถานที่จอดแล้วจร 2 แห่ง และศูนย์ซ่อมบำรุงจำนวน 2 แห่ง

4.4.10 สายสีเหลือง ลาดพร้าว - สำโรง

มีต้นทางจากสถานีลาดพร้าวของรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน บริเวณรอยตัดระหว่างถนนรัชดาภิเษกและถนนลาดพร้าว จากนั้นวิ่งไปตามถนนลาดพร้าว ผ่านซอยภาวนา ถนนโชคชัย 4 ซอยเกตุนุติ ซอยจันทิมา สำนักงานเขตวังทองหลาง จนถึงสามแยกบางกะปิ จากนั้นจะเลี้ยวเข้าสู่ถนนศรีนครินทร์เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ามหานครสายสีส้ม และระบบขนส่งมวลชนสายสีน้ำตาล

ผ่านถนนกรุงเทพกรีฑา ถนนพระราม 9 ตัดใหม่ สถานีรถไฟหัวหมาก เชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ผ่านสี่แยกพัฒนาการ ทางเข้าสวนหลวง ร.9 ซีคอนสแควร์ เสรีเซ็นเตอร์ ไปสิ้นสุดบริเวณสำโรง ต่อเชื่อมกับรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนช่วงแบริ่ง-สมุทรปราการที่สถานีสำโรง

การศึกษาล่าสุด จากจุดต้นทางซึ่งเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินที่สถานีลาดพร้าวและเข้าสู่ถนนศรีนครินทร์เหมือนกัน จะมีจุดปลายทางที่เป็นไปได้อยู่ 5 ทางเลือก คือ

- ทางเลือกที่ 1 เมื่อมาถึงสี่แยกวัดศรีเอี่ยม จะยังคงมุ่งหน้าไปตามถนนศรีนครินทร์ แล้วเลี้ยวขวาที่สี่แยกศรีเทพาเข้าสู่ถนนเทพารักษ์ และมีปลายทางเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนที่สามแยกสำโรง
- ทางเลือกที่ 2 เมื่อมาถึงสี่แยกวัดศรีเอี่ยม จะเลี้ยวขวาเข้าสู่ถนนบางนา-บางปะกง มีปลายทางเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนที่สี่แยกบางนา
- ทางเลือกที่ 3 เมื่อมาถึงสี่แยกวัดศรีเอี่ยม จะยังคงมุ่งหน้าไปตามถนนศรีนครินทร์ ไปจนถึงปลายทางเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนที่สามแยกการไฟฟ้า (บางปิ้ง)
- ทางเลือกที่ 4 เมื่อมาถึงสี่แยกวัดศรีเอี่ยม จะแยกไปเป็น 2 สาย ซึ่งปลายทางทั้ง 2 แห่งจะเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนที่สี่แยกบางนาและสามแยกสำโรง
- ทางเลือกที่ 5 เมื่อมาถึงสี่แยกวัดศรีเอี่ยม จะแยกไปเป็น 2 สาย ซึ่งปลายทางทั้ง 2 แห่งจะเชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อนที่สี่แยกบางนาและสามแยกการไฟฟ้า (บางปิ้ง)
- ซึ่งเส้นทางลาดพร้าว-บางกะปี-สำโรง ตามทางเลือกที่ 1 เป็นเส้นทางที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ จะมีระยะทางรวม 35 กิโลเมตร

4.4.11 สายสีเทา วัชรพล - สะพานพระราม 9

- **ความก้าวหน้าโครงการ** ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) โครงการรถไฟฟ้าสายสีเทา อยู่ในแผนการเพิ่มเติมเส้นทางใหม่ ของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553-2572 ระยะ 20 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2572)[1]

- แนวเส้นทาง

1. **ช่วงวัชรพล - ลาดพร้าว**
   มีระยะทาง 8 กิโลเมตร ประกอบด้วย 5 สถานี คาดว่าจะมีผู้โดยสาร 84,000 เที่ยวต่อวันในปี พ.ศ. 2572
2. **ช่วงลาดพร้าว - พระราม 4**
   แนวเส้นทางต่อเนื่องจากช่วงแรก ระยะทาง 12 กิโลเมตร มี 10 สถานี คาดว่าจะมีผู้โดยสาร 136,000 เที่ยวต่อวันในปี พ.ศ. 2572
3. **ช่วงพระราม 4 - สะพานพระราม 9**
   แนวเส้นทางต่อเนื่องจากช่วงลาดพร้าว - พระราม 4 โดยเริ่มจากบริเวณแยกพระราม ที่ 4 เข้าสู่ถนนรัชดาภิเษก ไปสิ้นสุดที่จุดตัดถนนพระรามที่ 3 เชิงสะพานพระราม 9 ฝั่งพระนคร รวมระยะทาง 6 กิโลเมตร มี 6 สถานี คาดว่าจะมีผู้โดยสาร 120,000 เที่ยวต่อวันในปี พ.ศ. 2572

4.4.12 สายสีดำ ดินแดง - สาทร

- ความก้าวหน้าโครงการ
  ขณะนี้ (พ.ศ. 2552) โครงการรถไฟฟ้าสายสีดำ อยู่ในแผนการเพิ่มเติมเส้นทางใหม่ ของแผนโครงข่ายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พ.ศ. 2553 - 2572 ระยะเวลา 20 ปี (ให้บริการภายใน พ.ศ. 2572)

- แนวเส้นทาง
  เป็นเส้นทางยกระดับความสูง 14 เมตร จากระดับดินไปตามแนวถนน เริ่มจากบริเวณศาลาว่าการ กรุงเทพมหานคร 2 ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานีประชาสงเคราะห์ ของรถไฟฟ้ามหานคร สายสีส้ม ลงมาทางทิศใต้ผ่านเคหะชุมชนดินแดง แยกประชาสงเคราะห์ จุดตัดถนนอโศก-ดินแดง ยกระดับข้ามทางพิเศษศรีรัช บริเวณบึงมักกะสัน เข้าสู่ศูนย์คมนาคมมักกะสัน โดยวิ่งไปทางทิศตะวันออกตามแนวเขตทางที่เตรียมไว้สำหรับระบบรางเดี่ยวภายในศูนย์ฯ ผ่านสถานีมักกะสัน แยกอโศก-เพชรบุรี เข้าสู่แนวถนนเพชรบุรี แยกมิตรสัมพันธ์ จุดตัดถนนนิคมมักกะสัน และถนนนานาเหนือ ยกระดับข้ามทางพิเศษเฉลิมมหานคร บริเวณทางขึ้น-

ลงทางด่วนเพชรบุรี แล้วเลี้ยวที่แยกวิทยุ-เพชรบุรีเข้าสู่แนวถนนวิทยุลงมาทางทิศใต้ ผ่านแยกเพลินจิต สถานทูตอเมริกา แยกสารสิน สวนลุมพินี ยกข้ามสะพานลอยไทย-เบลเยี่ยม ตามแนวถนนพระรามที่ 4 ที่แยกวิทยุ เข้าสู่ถนนสาทร ผ่านถนนสวนพลู ไปสิ้นสุดที่แยกสาทร-นราธิวาส จุดตัดถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ใกล้สถานีรถไฟฟ้า BTS ช่องนนทรี รวมระยะทาง 9.5 กิโลเมตร

รายละเอียดแผนการลงทุนก่อสร้างรถไฟฟ้าทั้ง 12 สาย ตามช่วงระยะเวลา [8] 5 ปี (พ.ศ. 2557) 10 ปี (พ.ศ. 2562) และ 20 ปี (พ.ศ. 2572) สามารถสรุปได้ดังตาราง 4.4 และตาราง 4.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[8]นับจากปีฐาน พ.ศ.2552

เส้นทางการเดินรถ	ระยะทาง	มูลค่าก่อสร้าง	เริ่มก่อสร้าง	เปิดดำเนินการ		
	(กม.)	(ล้านบาท)		ปี 2557	ปี 2562	ปี 2572
1. สายสีแดงเข้ม (ธรรมศาสตร์ - หัวลำโพง - มหาชัย)	**85.3**					
บางซื่อ - รังสิต - ธรรมศาสตร์	36.3		ต้นปี 2553	✓		
บางซื่อ - หัวลำโพง - บางบอน	29.0	**147,750**	(2553-2562)		✓	
บางบอน - มหาชัย	18.0		ต้นปี 2559			✓
2. สายสีแดงอ่อน (ตลาดยา-บางซื่อ-หัวหมาก, ตลิ่งชัน-มักกะสัน)	**58.5**					
บางซื่อ - พญาไท - มักกะสัน	**9.0**		ต้นปี 2555		✓	
ช่วงมักกะสัน - หัวหมาก	10.0	**86,340**	ต้นปี 2555		✓	
ช่วงตลิ่งชัน-มักกะสัน	10.5		ต้นปี 2558		✓	
ช่วงตลิ่งชัน - ศาลายา	14.0		ต้นปี 2557		✓	
3.สายเอ็กซ์เพรสลิงก์	**28.5**	**25,920**	**อยู่ระหว่างการทดสอบระบบ**			
4.สีเขียวเข้ม (ลำลูกกา - สมุทรปราการ - บางปู)	**66.5**					
หมอชิต - สะพานใหม่	11.4		ต้นปี 2554	✓		
ช่วงแยก - สมุทรปราการ	12.8	**102,420**	ต้นปี 2554	✓		
สะพานใหม่ - คูคต	7.0		ต้นปี 2554		✓	
คูคต - ลำลูกกา	6.5		ต้นปี 2567			✓
ช่วงสมุทรปราการ - บางปู	7.0		ต้นปี 2569			✓
5. สายสีเขียวอ่อน (แคส-บางหว้า)	**15.5**	**15,130**				
สนามกีฬา - แคส	1.0		ต้นปี 2556		✓	
6. สายสีน้ำเงิน (บางซื่อ-ท่าพระ, หัวลำโพง-พุทธมณฑลสาย 4)	**55.0**					
บางซื่อ - ท่าพระ และ หัวลำโพง - บางแค	27.0	**93,100**	กลางปี 2553	✓		
บางแค - พุทธมณฑลสาย 4	8.0		ต้นปี 2561			✓

รูปที่ 4.4: สรุปแผนการดำเนินการเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย

เส้นทางการเดินรถ	ระยะทาง (กม.)	มูลค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	เริ่มก่อสร้าง	เปิดดำเนินการ ปี 2557	ปี 2562	ปี 2572
7. สายสีม่วง (บางใหญ่ - รามคำแหง 12, เตาปูน - ปากเกร็ด)	**49.8**					
บางใหญ่ - บางซื่อ	23.0	135,880	ต้นปี 2553	✓		
บางซื่อ - รามคำแหง 12	19.8		ต้นปี 2557		✓	
เตาปูน - ปากเกร็ด	7.0		กลางปี 2560			✓
8. สายสีส้ม (บางบำหรุ - มีนบุรี)	**32.0**					
บางบำหรุ - ศูนย์วัฒนธรรม	12.0	117,600	ต้นปี 2557		✓	
ช่วงศูนย์วัฒนธรรม - บางกะปิ	9.0		ต้นปี 2555		✓	
ช่วงบางกะปิ - มีนบุรี			ต้นปี 2555		✓	
9. สายสีชมพู (ปากเกร็ด - มีนบุรี)	**29.9**					
ปากเกร็ด - หลักสี่	12.0	31,240	ต้นปี 2555		✓	
วงเวียนหลักสี่ - วงแหวนรอบนอก	10.4		ต้นปี 2555		✓	
ช่วงวงแหวนรอบนอก - มีนบุรี	7.5		ต้นปี 2558		✓	
10. สายสีเหลือง (ลาดพร้าว - สำโรง)	**30.4**					
ลาดพร้าว - พัฒนาการ	12.6	38,120	ต้นปี 2563			✓
ช่วงพัฒนาการ - สำโรง	17.8		ต้นปี 2565			✓
11. สายสีทา (วัชรพล - สะพานพระราม 9)	**26.0**					
วัชรพล - ลาดพร้าว	8.0	31,870	ต้นปี 2568			✓
ช่วงลาดพร้าว - พระราม 4	12.0		ต้นปี 2566			✓
พระราม 4 - สะพานพระราม 9	6.0		ต้นปี 2566			✓
12. สายสีดำ (ดินแดง - สาทร)	**9.5**					
ดินแดง - มักกะสัน - สาทร	9.5	12,880	ต้นปี 2563			✓

รูปที่ 4.5: สรุปแผนการดำเนินการเส้นทางรถไฟฟ้า 12 สาย (ต่อ)

4.5 ประมาณการปริมาณขบวนรถที่ต้องการใช้

จากการทบทวนแผนการดำเนินงาน ตามที่ได้นำเสนอโดยแผนแม่บทการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าในเขต กทม. และปริมณฑล สามารถประมาณการจำนวนขบวนรถ (trains) ที่ต้องการใช้ ในการให้บริการในแต่ละช่วงเวลาของการพัฒนาระบบรถไฟฟ้า ด้วยการกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

1. จำนวนรถที่ต้องการ (number of trains) คือ จำนวนขบวนรถ (trains) ขั้นต่ำ (minimum requirements) ที่ระบบสามารถให้บริการตามระยะทาง ความเร็วเฉลี่ย และเฮดเวย์ที่กำหนดได้ ทั้งนี้ ไม่รวมขบวนรถสำรอง สำหรับเผื่อในกรณีที่เกิดปัญหาการให้บริการ ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ "n"

2. ระยะทางที่ใช้ในการคำนวณ คือระยะทางไป-กลับ ของเส้นทางที่กำหนด (round trip distance) มีหน่วยเป็นกิโลเมตร (Km) ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ "D"

3. ความเร็วเฉลี่ยในการให้บริการของรถไฟฟ้าในแต่ละเส้นทาง (average speed) ซึ่งรวมการเสียเวลาในการชะลอ และเร่งความเร็วขณะเข้า และออกจากสถานี และเวลาในการจอดรับ-ส่ง ผู้โดยสารที่สถานี เท่ากับ 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ "s"

4. ในการให้บริการในชั่วโมงเร่งด่วน จะทำการปล่อยรถทุก ๆ 4 นาที หรือมีเฮดเวย์ (headway) เท่ากับ 4 นาทีต่อขบวน ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ "h"

ซึ่งสามารถคำนวณค่า n ได้จากสมการ

$$n = \frac{(distance, Km)}{(speed, Km/hr) \times (headway, hrs/train)} = \frac{D}{s \times h} \qquad (4.1)$$

ผลการวิเคราะห์จำนวนรถที่ต้องการใช้สรุปในตาราง 4.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมมติฐาน ความถี่ในการให้บริการทุก 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
ความถี่ในการให้บริการทุก 4 นาที

เส้นทางการเดินรถ	ระยะทาง (กม.)	จำนวนขบวนรถ ปี 2557	ปี 2562	ปี 2572
1. สายสีแดงเข้มธรรมศาสตร์-หัวลำโพง-มหาชัย	**85.3**			
บางซื่อ-รังสิต-ธรรมศาสตร์	36.3	**31**		
บางซื่อ-หัวลำโพง-บางบอน	29		**25**	
บางบอน-มหาชัย	20			**17**
2. สายสีแดงอ่อนศาลายา-บางซื่อ-หัวหมาก, ตลิ่งชัน-มักกะสัน	**58.5**			
บางซื่อ-ตลิ่งชัน	15		**13**	
บางซื่อ-มักกะสัน-หัวหมาก	19		**16**	
ตลิ่งชัน-มักกะสัน	10.5		**9**	
ตลิ่งชัน-ศาลายา	14		**12**	
3. สายแอร์พอร์ตเรลลิงก์	**28.5**			
4. สีเขียวเข้ม ลำลูกกา-สมุทรปราการ-บางปู	**66.5**			
หมอชิต-อ่อนนุช(สายปัจจุบัน)	16.5			
หมอชิต-สะพานใหม่	11.4	**10**		
อ่อนนุช-แบริ่ง	5.3		**5**	
แบริ่ง-สมุทรปราการ	12.8	**11**		
สะพานใหม่-คูคต	7		**6**	
คูคต-ลำลูกกา	6.5			**6**
สมุทรปราการ-บางปู	7			**6**
5. สายสีเขียวอ่อน ยศเส-บางหว้า	**15.5**			
สะพานตากสิน-สนามกีฬา (สายปัจจุบัน)	7			
สะพานตากสิน-ถนนตากสิน (สายปัจจุบัน)	2.2			
ตากสิน-บางหว้า	5.3		**5**	
(สนามกีฬา-ยศเส)	1		**1**	

รูปที่ 4.6: สรุปปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถในระยะ 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี

เส้นทางการเดินรถ	ระยะทาง (กม.)	จำนวนขบวนรถ		
		ปี 2557	ปี 2562	ปี 2572
6. สายสีน้ำเงิน บางซื่อ-ท่าพระ, หัวลำโพง-พุทธมณฑลสาย	**55**			
(บางซื่อ-ท่าพระ และ หัวลำโพง-บางแค)	27	**23**		
(บางแค-พุทธมณฑลสาย 4)	8			**7**
7. สายสีม่วง บางใหญ่-ราษฎร์บูรณะ, แคราย-ปากเกร็ด	**49.8**			
(บางใหญ่-บางซื่อ)	23	**20**		
(บางซื่อ-ราษฎร์บูรณะ)	19.8		**17**	
(แคราย-ปากเกร็ด)	7			**6**
8. สายสีส้ม บางบำหรุ-มีนบุรี	**32**			
(บางบำหรุ-ศูนย์วัฒนธรรม)	12		**10**	
ช่วงศูนย์วัฒนธรรม-บางกะปิ	9		**8**	
ช่วงบางกะปิ-มีนบุรี	11		**9**	
9. สายสีชมพู ปากเกร็ด-มีนบุรี	**29.9**			
(ปากเกร็ด-หลักสี่)	12		**10**	
วงเวียนหลักสี่-วงแหวนรอบนอก	10.4		**9**	
ช่วงวงแหวนรอบนอก-มีนบุรี	7.5		**6**	
10. สายสีเหลือง ลาดพร้าว-สำโรง	**30.4**			
(ลาดพร้าว-พัฒนาการ)	12.6			**11**
ช่วงพัฒนาการ-สำโรง	17.8			**15**
11. สายสีเทา วัชรพล-สะพานพระราม 9	**26**			
(วัชรพล-ลาดพร้าว)	8			**7**
ช่วงลาดพร้าว-พระราม 4	12			**10**
พระราม 4-สะพานพระราม 9	6			**5**
12. สายสีดำ ดินแดง-สาทร	**9.5**			
(ดินแดง-มักกะสัน-สาทร)	9.5			**8**
รวม		**95**	**161**	**98**

รูปที่ 4.7: สรุปปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถในระยะ 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี (ต่อ)

4.6 สรุป

ประเทศไทยได้มีพัฒนาการของระบบการขนส่งทางราง (rail transit system) นับตั้งแต่การใช้ม้าลากจูง มาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 และมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา จวบจนกระทั่งเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ได้มีการเปิดให้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายแรกภายใต้ชื่อ "รถไฟฟ้าบีทีเอส (BTS, Bangkok Mass Transit System)" ของกรุงเทพมหานคร เป็นระยะทางรวมทั้งสิ้น 23 กิโลเมตร มีจำนวนรถไฟให้บริการ 35 ขบวน และต่อมาในปี พ.ศ. 2547 การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ก็เปิดให้บริการ "รถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล" (The Mass Rapid Transit Chaloem Ratchamongkhon Line) หรือรถไฟใต้ดิน MRT มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร และปัจจุบันมีจำนวนรถไฟให้บริการอยู่ในระบบ 19 ขบวน รวมในปัจจุบัน มีจำนวนรถไฟฟ้าที่ให้บริการในประเทศไทยแล้วทั้งสิ้น 54 ขบวน (ไม่รวมจำนวนรถไฟฟ้าของโครงการเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งยังไม่เปิดให้บริการ)

จากความแออัดของการจราจรภายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเกิดขึ้นจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ลักษณะผังเมือง ตลอดจนข้อจำกัดของระบบการคมนาคมซึ่งเน้นไปที่การก่อสร้างถนน และสะพานเพื่อรองรับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น และประกอบกับประโยชน์และความสำคัญของระบบขนส่งมวลชนทางรางที่นิยมใช้กันในหลายประเทศ รัฐบาลจึงได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าฯ ในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยได้จัดทำแผนแม่บทเพื่อเป็นหลักในการพัฒนาโครงข่ายการเดินทางมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 โดยเฉพาะล่าสุดกระทรวงคมนาคม โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้จัดทำโครงการศึกษาปรับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีแผนการลงทุนก่อสร้างระบบรถไฟฟ้าฯ ในระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2553 - 2572 ซึ่งเผยแพร่ออกมาในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ทั้งสิ้น 12 สาย

เมื่อได้พิจารณาแผนแม่บทฯ ของ สนข. และประมาณการปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถไฟเบื้องต้น คณะผู้วิจัยพบว่า หากแผนแม่บทฯ ดังกล่าวถูกดำเนินการได้จริง ตามกรอบระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ และประกอบกับนโยบายของภาครัฐที่ต้องการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการประกอบ และผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศไทย ให้ทันการให้บริการตามแผนดำเนินการ

ระยะแรกในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีความต้องการใช้จำนวนขบวนรถไฟฟ้าฯ ไม่ต่ำกว่า 95 ขบวน ประเทศไทยจะต้องเริ่มทำการผลิตตัวรถไฟฟ้าฯ อย่างช้าในปี พ.ศ. 2554 (ประมาณการว่าควรเริ่มดำเนินการก่อสร้างโรงงาน และทดลองผลิตล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 3 ปี) ดังนั้นในแง่ของการดำเนินการจัดตั้งโรงประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย จึงไม่น่าจะเสร็จสิ้นทัน เพื่อรองรับการให้บริการที่จะเกิดขึ้นตามแผนแม่บทฯ ในระยะแรก (พ.ศ. 2557)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การศึกษาด้านวิศวกรรม

5.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

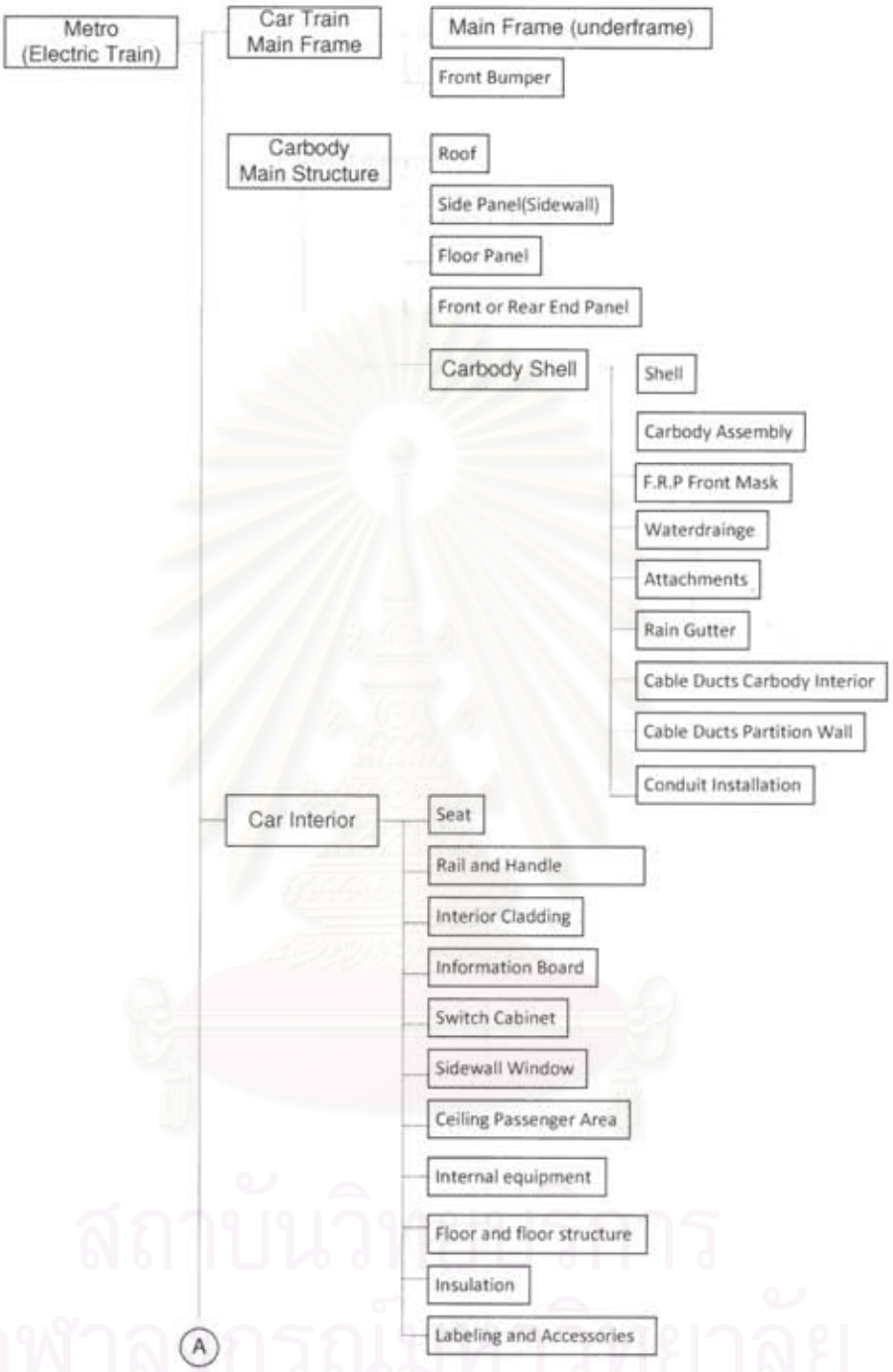
1. เพื่อให้ทราบองค์ประกอบของระบบรถไฟฟ้าฯ โดยมุ่งเน้นที่ตัวตู้รถโดยสาร
2. เพื่อให้ทราบกรรมวิธีการผลิตตู้รถไฟฟ้าฯ
3. เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลรายการชิ้นส่วนตู้รถไฟฟ้าฯ
4. เพื่อประเมินรายการชิ้นส่วนของตู้รถไฟฟ้าฯ ที่ประเทศไทยมีแนวโน้มว่าสามารถผลิตได้
5. เพื่อให้สามารถจำแนกประเภทของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ ได้
6. เพื่อให้ทราบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้า
7. เพื่อประเมินแนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย บนพื้นฐานของงานวิศวกรรม

5.2 บทนำ

"รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน" (metropolitan electric train) หรือเรียกโดยย่อว่า "รถไฟฟ้า (metro)" มีองค์ประกอบหลายอย่างที่คล้ายกับรถไฟฟ้าชานเมือง (suburban rapid transit หรือ commuter

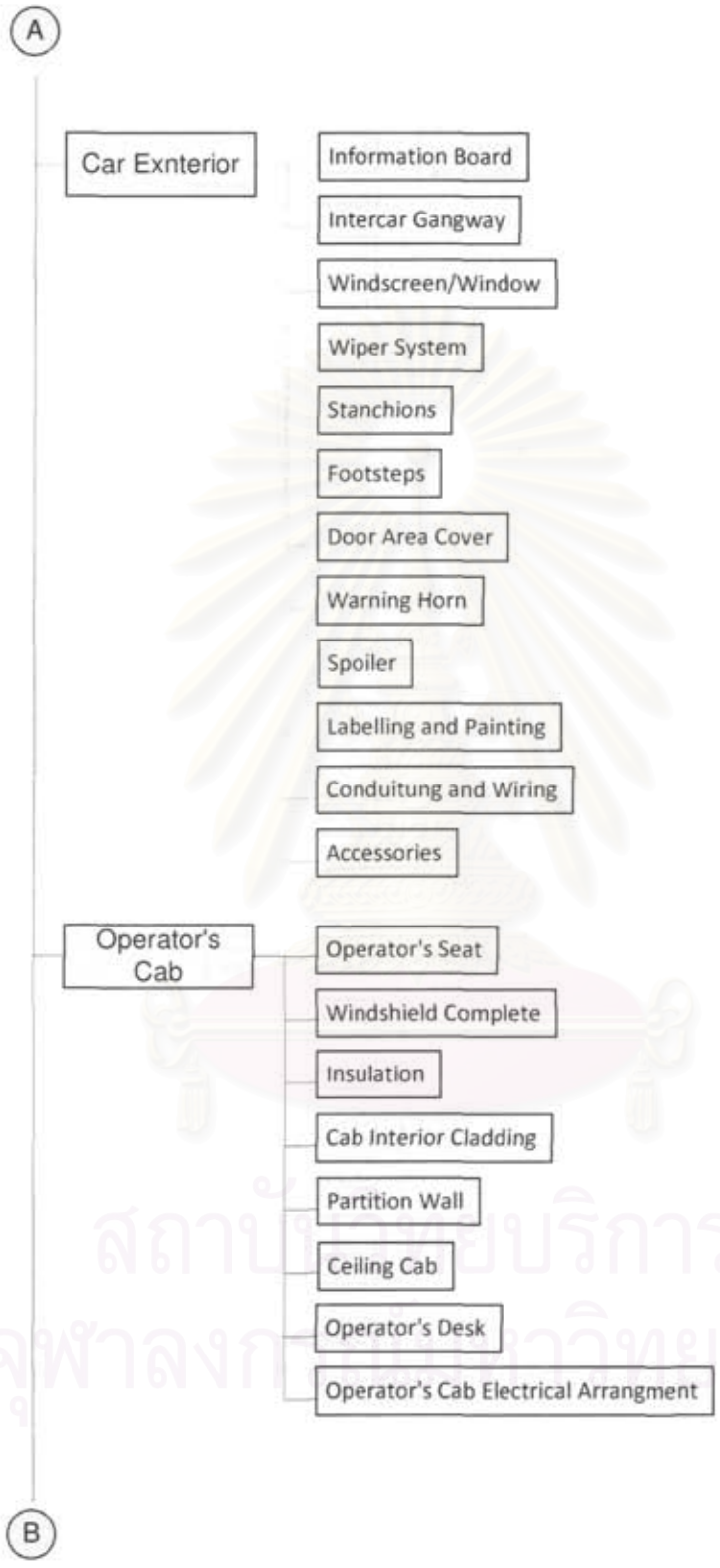
rail) กล่าวคือ มีโครงสร้างตัวถังทั่วไปไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดและลักษณะเฉพาะบางอย่าง เช่น ความเร็วสูงสุดที่สามารถวิ่งได้ ระบบรับ-จ่ายกระแสไฟฟ้า แคร่หรือโบกี้ (bogie) ที่ต้องออกแบบให้เหมาะกับขนาดรางและความเร็วของรถ ลักษณะการออกแบบและจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องโดยสาร และระบบอาณัติสัญญาณ (signaling) หากเปรียบเทียบรถไฟฟ้ากับรถบัสขนาดใหญ่ พบว่ามีลักษณะตัวถังที่อาจเทียบเคียงกันได้ คือ ประกอบด้วยตัวถัง (body) ที่อยู่บนแชสซี (chassis หรือ main frame) ส่วนล้อแทนที่จะเป็นยาง ก็เป็นล้อเหล็กที่อยู่ภายในแคร่ ระบบขับเคลื่อน (traction system) ของรถไฟใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ โดยระบบจ่ายไฟให้แก่รถไฟฟ้านี้ อาจใช้ระบบจ่ายไฟด้านบน (pantograph) หรือระบบที่ใช้รางที่สามจ่ายไฟ (third rail) ก็ได้ตามความเหมาะสม รถไฟนี้มีระบบเบรกทั้งแบบไดนามิก (dynamic brake) คือใช้ มอเตอร์เบรก และแบบกลไก (mechanical brake) ร่วมกัน ภายในรถไฟ ราง และ ศูนย์ควบคุมจะมีระบบควบคุม และระบบอาณัติสัญญาน (train control and signaling systems) ซึ่งใช้ในการควบคุมการขับเคลื่อนของรถไฟ โดยมีระบบอัตโนมัติย่อยอื่นอีก เช่น ระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติ (automatic train control, ATC) ระบบปฏิบัติการรถไฟอัตโนมัติ (automatic train operation, ATO) และระบบป้องกันรถไฟอัตโนมัติ (automatic train protection, ATP) เป็นต้น ส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้าแสดงดังแผนภูมิในรูป 5.1 ถึงรูป 5.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

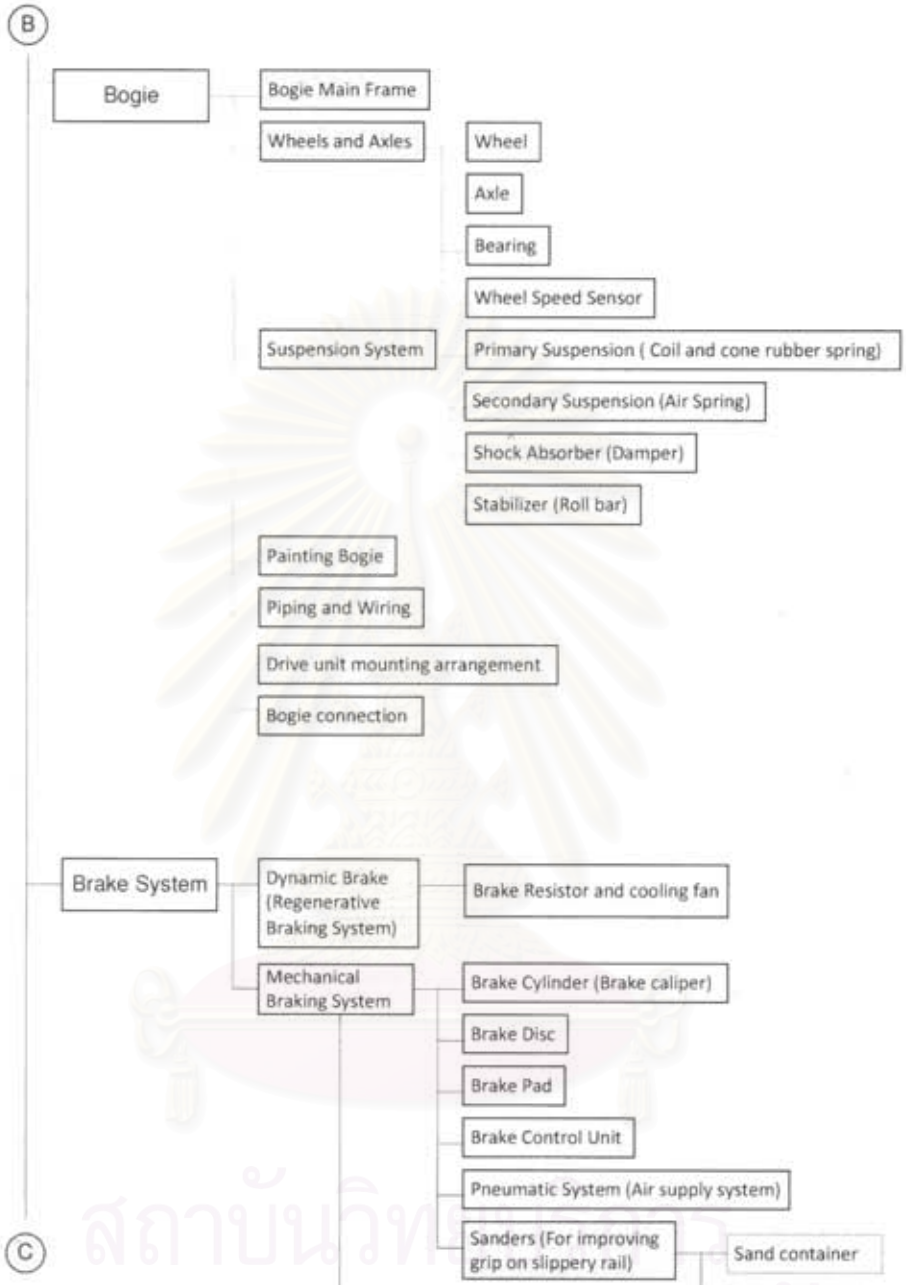


รูปที่ 5.1: องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (1)

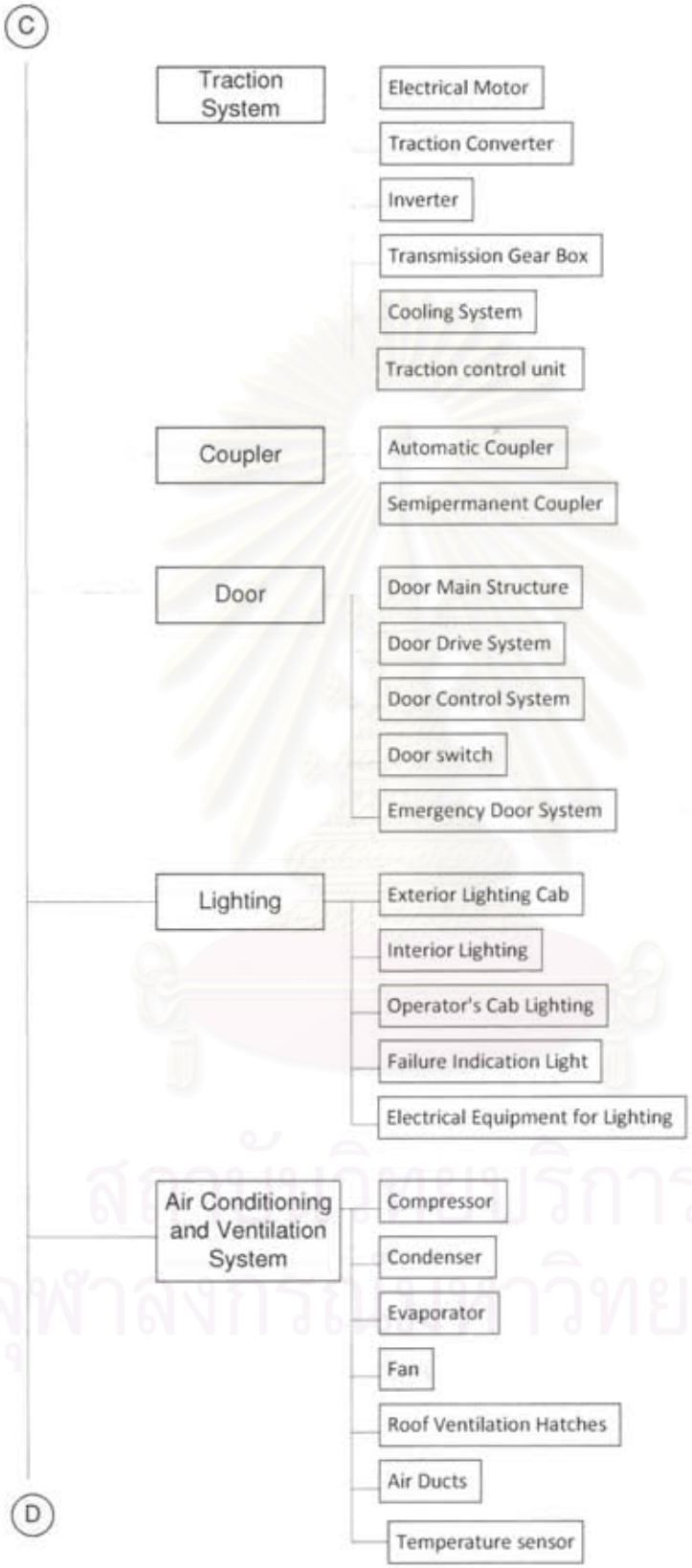
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



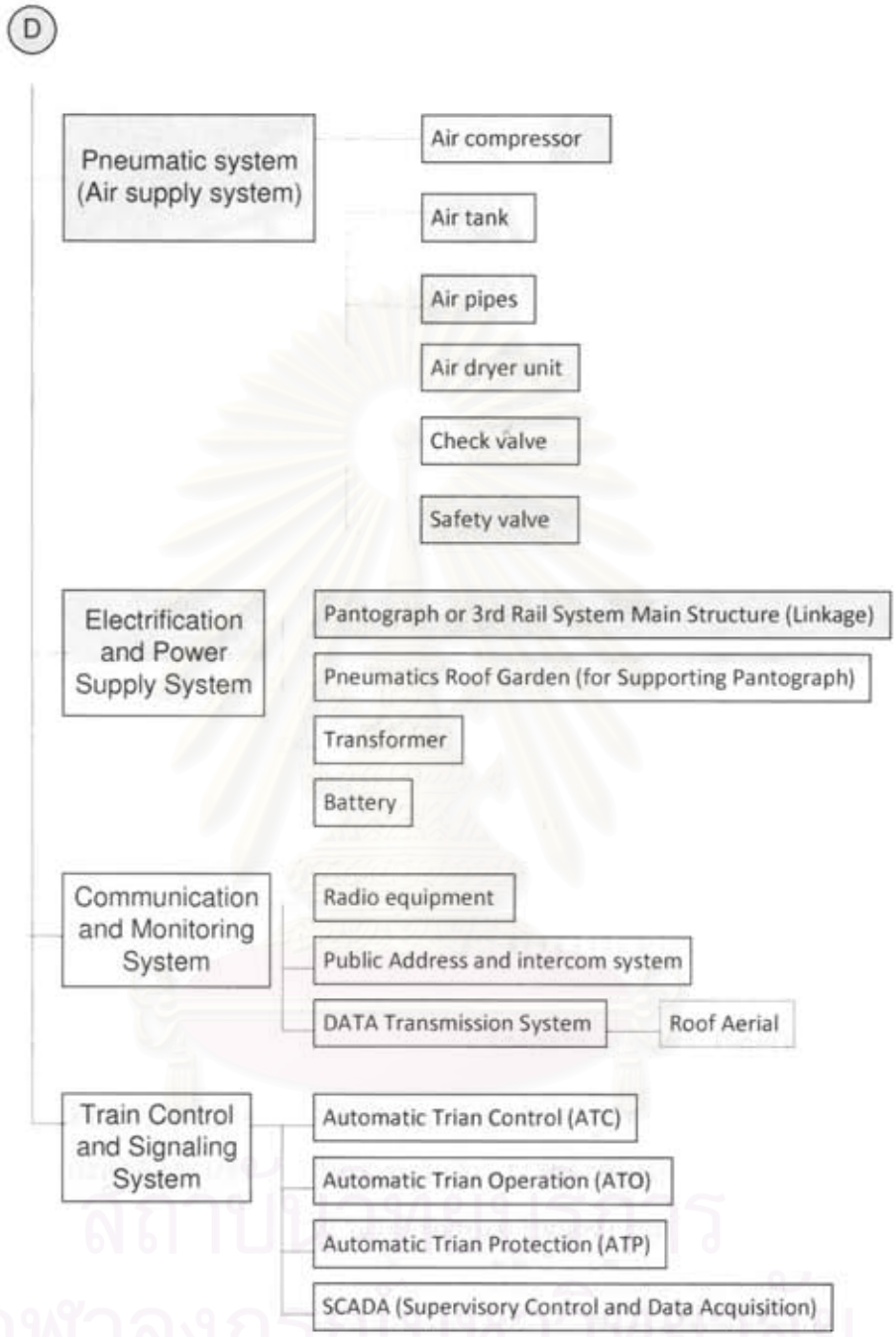
รูปที่ 5.2: องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (2)



รูปที่ 5.3: องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (3)



รูปที่ 5.4: องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (4)



รูปที่ 5.5: องค์ประกอบของรถไฟฟ้า (5)

รูปที่ 5.6: ส่วนประกอบทั่วไปของตู้รถไฟฟ้า (1)

5.3 องค์ประกอบของรถไฟฟ้าฯ

5.3.1 โครงสร้างหลัก (main frame)

โครงสร้างหลัก (main frame) ของตู้รถไฟ (car train) เปรียบได้กับโครงแชสซี (chassis frame) ของรถบรรทุก แต่ของรถไฟ เป็นโครงสร้าง (platform) เต็มตามขนาดของตู้รถ โครงสร้างหลักนี้เป็นโครงสร้างที่ใช้ยึดแคร่หรือโบกี้ (bogie) กับตัวถัง (car body) เข้าด้วยกันเป็นตู้รถไฟ ส่วนใหญ่แล้วโครงสร้างหลัก จะสร้างจากเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงสูง ที่ด้านหน้าของหัวรถไฟจะมีกันชน (front bumper) ขนาดใหญ่เพื่อรองรับแรงกระแทกจากการชน

รูปที่ 5.7: ส่วนประกอบทั่วไปของตู้รถไฟฟ้า (2)

5.3.2 ตู้โดยสาร (car body)

"ตู้โดยสาร (car body)" คือ ตัวโครงสร้างหลักของ "ตู้รถไฟ" (car train) ซึ่งมักสร้างจากเหล็กกล้าทนแรงดึงสูง (high tensile steel) สแตนเลส หรือ อลูมิเนียม ตู้โดยสาร (car body) นี้จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ ที่จะป้องกันผู้โดยสารจากอุบัติเหตุจากการชน หรือพลิกตกราง ลักษณะโดยรวม จะเป็นโครงสร้างโลหะทรงกล่อง และมีเปลือก (shell) โลหะ หรือ วัสดุคอมโพสิตปิดอยู่ภายนอก และมีกระจกและประตูประกอบอยู่ด้วย ในการออกแบบตู้โดยสาร จะต้องทำการวิเคราะห์ความเค้น และลักษณะการเสียรูปขณะเกิดการชน โดยใช้เทคนิคทางไฟไนต์อิลิเมนต์ (finite element method) และต้องทำการทดสอบจริงด้วย ส่วนหัวด้านหน้าของรถไฟฟ้า จะมีการออกแบบให้เหมาะสม กับหลักอากาศพลศาสตร์ เพื่อลดแรงต้านอากาศ และเพิ่มเสถียรภาพในการเคลื่อนที่ ส่วนใหญ่แล้วบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จะเป็นผู้ผลิตตู้โดยสารด้วย

ส่วนประกอบของตู้โดยสาร มีดังนี้

1. หลังคา (roof)
2. ผนังด้านข้าง (sidewall)
3. แผ่นพื้น (floor panel)
4. แผ่นผนังด้านหน้า และด้านหลัง (front and rear end panel)

5.3.3 ส่วนตกแต่งภายใน (car interior)

ส่วนตกแต่งภายใน (car interior) หมายถึง ส่วนตกแต่งภายในของตู้รถไฟ car train) ซึ่งมักทำจากวัสดุที่เป็นพลาสติก หรือไฟเบอร์ที่ไม่ลามไฟ และไม่เกิดควันพิษ ส่วนประกอบย่อยอื่นๆ มีส่วนของราวจับและชั้นวางของ ซึ่งมักทำจากสแตนเลส มือจับมักทำจากพลาสติก หรือยาง ที่นั่งผู้โดยสารอาจทำจากพลาสติกฉีดขึ้นรูปหรือ เบาะที่มีผ้าหุ้ม พื้นของตู้โดยสาร มักเป็นพื้นกันการลื่นไถล (non-slip floor)

โดยทั่วไป มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ส่วนหุ้มผนังห้องโดยสาร (interior cladding) และฉนวน (insulator)
2. เพดานห้องโดยสาร (ceiling passenger area)
3. ระบบส่องสว่างภายใน
4. ราวจับและชั้นวางของ ซึ่งมักทำจากสแตนเลส มือจับ มักทำจาก พลาสติก หรือ ยาง
5. ที่นั่งผู้โดยสาร อาจทำจากพลาสติกฉีดขึ้นรูปหรือ เบาะที่มีผ้าหุ้ม
6. พื้นของตู้โยสาร มักเป็น พื้นกันการลื่นไถล (nonslip floor)
7. กระจก (sidewall window)
8. ป้ายบอกข้อมูลการเดินทางแก่ผู้โดยสาร เช่น บอกสถานี และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

รูปที่ 5.8: การตกแต่งภายในตัวรถ SARL

9. เครื่องหมาย และ สัญลักษณ์ ต่าง ๆ (labeling)
10. อุปกรณ์อื่น ๆ อาทิ อุปกรณ์ทุบกระจกให้แตกเมื่อเกิดอุบัติเหตุ อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น

5.3.4 อุปกรณ์ตกแต่งภายนอกรถ (car exterior)

สำหรับใช้ตกแต่งสภาพภายนอกตัวถังรถ โดยทั่วไป มีส่วนประกอบดังนี้

1. ระบบส่องสว่าง (lighting system)
2. กระจกหน้า และด้านข้างรถ
3. ที่ปัดฝนและระบบล้างกระจกหน้า
4. ป้ายบอกข้อมูลต่าง ๆที่ด้านหน้ารถ
5. ส่วนเชื่อมต่อรถไฟแต่ละขบวน (intercar gangway)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.9: มือจับภายใน SARL

6. ขั้นบันได (footsteps)
7. เครื่องหมาย และ สัญลักษณ์ ต่าง ๆ (labeling and painting)
8. แตรหน้ารถ
9. ชิ้นส่วนสำหรับปรับปรุงและลดแรงต้านอากาศ เช่น สปอยเลอร์ (spoiler)
10. ระบบท่อและสายไฟ ตลอดจนอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ

5.3.5 ห้องควบคุมรถ (operator's cab)

คือส่วนของห้องควบคุมสำหรับพนักงานขับรถ มีส่วนประกอบ อาทิ

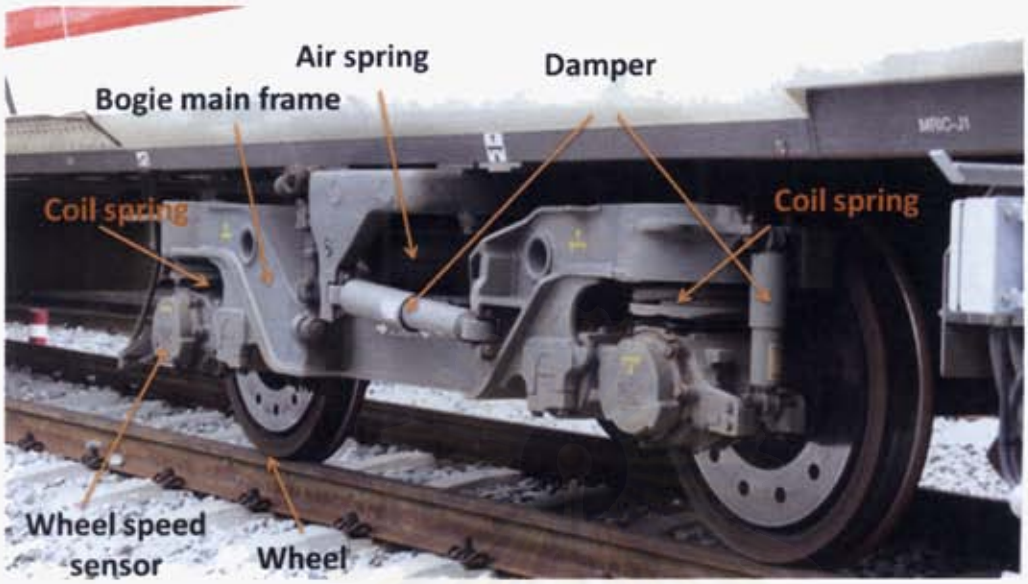
1. ที่นั่งคนขับ (operator's seat)
2. กระจกหน้าและม่านบังแดด (windshield complete)

รูปที่ 5.10: ห้องคนขับภายใน SARL

3. ฉนวน (insulator)
4. ผนังหุ้มภายใน (cab interior cladding)
5. ผนังกั้นระหว่างห้องควบคุมและห้องโดยสาร (partition wall)
6. ส่วนเพดานของห้องควบคุม (ceiling cab)
7. แผงควบคุมรถ (operator console)
8. อุปกรณ์สื่อสาร
9. อุปกรณ์ควบคุม

5.3.6 โบกี้ (bogie)

"โบกี้" (bogie) เป็นส่วนสำคัญที่รองรับตู้รถไฟไว้ โดยในรถไฟ 1 ตู้ (1 car train) จะมี 2 โบกี้ ในแต่ละชุดของโบกี้ ประกอบไปด้วย ล้อและแกนล้อ ระบบขับเคลื่อน ระบบเบรค ระบบลดแรง



รูปที่ 5.11: แคร่ หรือโบกี้ (bogie) (1)

สะเทือน และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ

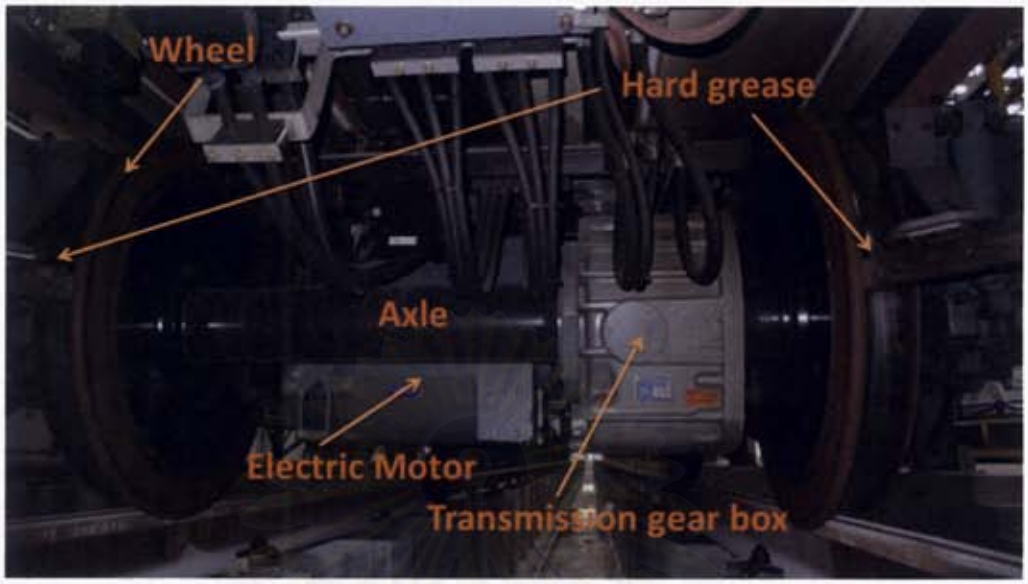
ล้อ และแกนล้อ (wheels and axles)

1. ล้อ (wheel) และแกนล้อ (axle) อาจเป็นเหล็กหล่อชิ้นเดียว หรือ หลายชิ้นเชื่อมเข้าด้วยกัน
2. ตลับลูกปืน (bearing)
3. ระบบหล่อลื่น เช่น จาระบีแข็ง (hard grease)
4. เซ็นเซอร์วัดรอบของล้อ

ระบบขับเคลื่อน (traction system)

1. มอเตอร์ขับเคลื่อนกระแสสลับหรือกระแสตรง แล้วแต่รุ่นรถไฟฟ้า
2. เกียร์ทด (transmission gear box)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12: แคร่ หรือโบกี้ (bogie) (2)

3. อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (convertor, inverter system)
4. ระบบหล่อเย็น หรือระบายความร้อน มอเตอร์
5. ตัวควบคุมมอเตอร์ (motor controller unit)
6. อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ในระบบควมคุมมอเตอร์

ระบบห้ามล้อ หรือเบรก (brake system)

รายละเอียดแสดงในหัวข้อระบบห้ามล้อ หรือเบรก (brake system)

ระบบลดแรงสั่นสะเทือน (suspension system)

1. ระบบลดแรงสั่นสะเทือนหลัก ชนิดคอยล์สปริง (primary suspension coil spring) คือ สปริงยาง (cone rubber spring) ซึ่งเป็นส่วนรับภาระหลักของระบบลดแรงสั่นสะเทือน

รูปที่ 5.13: เซ็นเซอร์วัดความเร็วที่ล้อ

2. ระบบละแรงสั่นสะเทือนรอง ชนิดแอร์สปริง (secondary suspension air spring) คือ แอร์สปริง หรือ ถุงลม ที่เป็นส่วนรับภาระรองของระบบละแรงสั่นสะเทือน ประกอบไปด้วย ระบบควบคุมแรงดันลม และอุปกรณ์จ่ายลม ซึ่งใช้ร่วมกับระบบอื่น ๆ
3. แดมเปอร์ (damper or shock absorber) ใช้เพื่อหน่วงการสั่นสะเทือนของตัวรถไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความนิ่มนวลมากขึ้น
4. ระบบรักษาความเสถียร หรือเหล็กกันโคลง (stabilizer anti-roll bar) เหล็กกันโคลง จะติดตั้งในแต่ละแคร่ ทำหน้าที่ลดการโอนเอียงของตัวรถไฟฟ้าในขณะเลี้ยวเข้าโค้ง หรือ ในกรณีที่ปะทะกับแรงลมที่มีความเร็วสูง โดยชุดของเหล็กกันโคลง ประกอบไปด้วย bar arrangement และ two guide bars ติดตั้งภายใต้โครงรถ

อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ (accessories)

1. บังโคลน (mud guard)
2. เซ็นเซอร์ของระบบอาณัติสัญญาณ

3. ระบบเพิ่มแรงเสียดทานให้กับรางที่ลื่น (sanders)

4. ระบบท่อและสายไฟต่าง ๆ

5. จุดยึดระหว่างแคร่และโครงรถ

6. เครื่องหมายและสัญลักษณ์ต่าง ๆ

5.3.7 ระบบห้ามล้อหรือเบรก (braking system)

ระบบห้ามล้อหรือเบรก เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เบรกรถ ระบบเบรกจะถูกติดตั้งในแคร่ และบางส่วนอยู่ด้านล่างของตัวถังรถ เช่นหม้อลม (pneumatic tank) ที่ใช้ในระบบเบรกแบบกลไก (mechanic brake) ตัวต้านทานที่ใช้รับกระแสที่มากเกินไป ที่เกิดขึ้นจากระบบเบรกด้วยมอเตอร์ ระบบเบรกมีสองระบบคือ

ระบบเบรกแบบไดนามิก (dynamic brake)

เป็นระบบเบรกที่ใช้มอเตอร์เบรก คือใช้มอเตอร์เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อให้เกิดโหลดที่สามารถหน่วงความเร็วของรถไฟได้ และจะจ่ายไฟฟ้าไปที่ตัวต้านทาน (resistor) เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และระบายความร้อนออกสู่อากาศภายนอก หากกระแสไฟฟ้าแรงสูงที่ได้ มีการส่งกลับเข้าไปในระบบจะเรียกว่าเป็นเบรกแบบกำเนิดซ้ำ (regenerative brake)

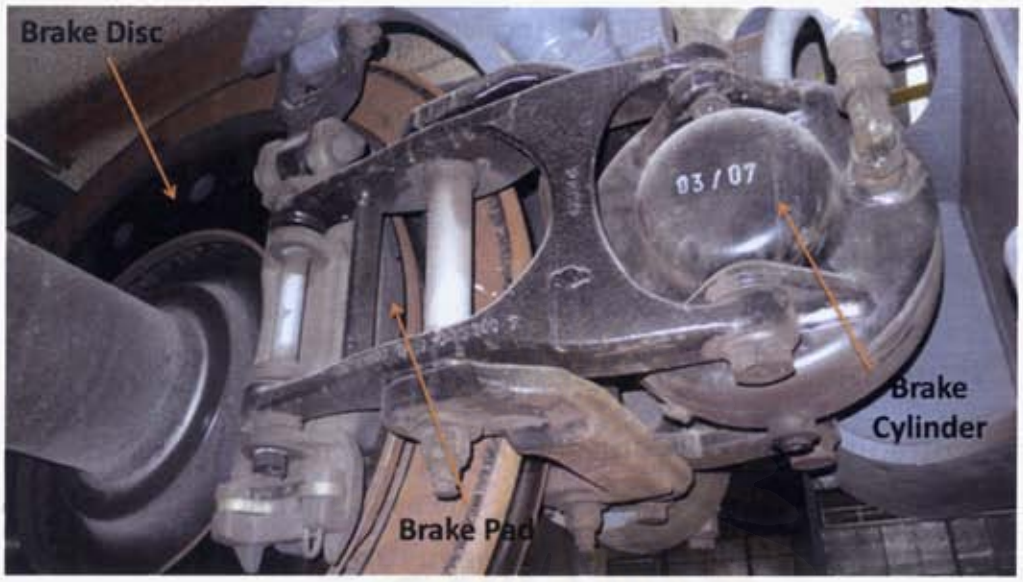
ระบบเบรกแบบกลไก (mechanical brake หรือ friction brake)

เป็นระบบเบรกที่ใช้กลไกทางกล และแรงเสียดทานทางกลในการเบรก คือ ใช้เบรกแบบจาน (disc brake) เพื่อช่วยระบบเบรกแบบไดนามิกหยุดรถในบางกรณี เช่น เมื่อความหน่วงไม่พอ ต้องการจอด หรือกรณีฉุกเฉิน ระบบเบรกนี้รวมไปถึงเบรกมือเพื่อการจอดรถด้วย (parking brake)

ในระบบเบรกนี้มีส่วนประกอบย่อย คือ

1. กระบอกสูบเบรก (brake cylinder, brake caliper)

2. จานเบรก (brake disc)



รูปที่ 5.14: ระบบเบรกแบบกลไก

3. โครงสร้างกลไกการกดเบรก

4. สาย/ท่อ ของระบบเบรก

5. ระบบลมสำหรับเบรก

6. ระบบควบคุมการเบรก (brake control unit)

7. ระบบเพิ่ม แรงเสียดทานให้กับรางที่ลื่น (sanders) โดยการฉีดทรายลงไปบนพื้นผิวของราง

5.3.8 ระบบขับเคลื่อน (traction system)

ในรถไฟจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (traction induction motor) โดยในแต่ละมอเตอร์ที่ติดตั้งที่เพลาของแคร่จะเรียกชุดนี้ว่า ชุดขับเคลื่อน (drive unit) ประกอบไปด้วย

1. traction motor จะติดตั้งอยู่ที่แคร่

2. flexible coupling : จะส่ง traction torque จาก traction motor กับ axle gear unit

3. gear Unit (transmission)

4. speed sensor

หน้าที่ของระบบขับเคลื่อน จะควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยที่ปลายเพลาจะติดตั้งชุดเฟืองขับส่งกำลัง ผ่านเกียร์ที่ติดตั้งอยู่บนเพลาล้อ ทำให้ล้อหมุนเคลื่อนที่ไปได้ โดยการทำงานของมอเตอร์นั้น จะรับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟสมาใช้ ในช่วงของการเบรก มอเตอร์จะเปลี่ยนหน้าที่เปลี่ยนเป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (generator) แทน โดยการหมุนขับของล้อ (พลังงานจลน์) รถไฟฟ้าจะเป็นการหมุนปั่น ให้เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเหล่านี้ ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา และส่งไปผ่านตัวต้านทานในวงจร brake chopper เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แล้วระบายทิ้งออกไปโดยใช้พัดลมเป็นตัวช่วย

5.3.9 coupler

เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ต่อเชื่อม car train แต่ละคันเข้าด้วยกันเป็นขบวนรถไฟมีทั้งแบบ automatic และ semi-permanent (manual)

automatic coupler

ตัวรถไฟฟ้าชนิด A-car จะติดตั้งเครื่องพ่วงอัตโนมัติ โดยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ เครื่องพ่วงอัตโนมัติทางกลและทางไฟฟ้า, ท่อลม และ draw gear system การปลดขอพ่วงนั้น จะทำการตัดท่อลม โดยสามารถควบคุมได้จากโต๊ะของพนักงานขับรถ หรือ ลงมาตัดท่อลมข้างล่างด้วยตัวพนัก งานเองก็ได้

semi-permanent (manual) coupler

การออกแบบ drawbar นั้นจะต้องคำนึงถึง ความปลอดภัย และ การเชื่อมต่ออย่างอิสระของเครื่องพ่วงต้องทำให้ง่ายต่อการปลดเครื่องพ่วงออกจากกัน ลักษณะการติดตั้ง drawbar จะติดตั้งบริเวณขอพ่วงเพื่อป้องกันไม่ให้ขอพ่วงเกิดการผิดรูปร่างไป

1. semi permanent coupler ในการทำงานจะใช้หลักการดูดซับพลังงานจากแรงกระแทกของขอพ่วง

รูปที่ 5.15: coupling ที่เชื่อมต่อระหว่างตัวรถ

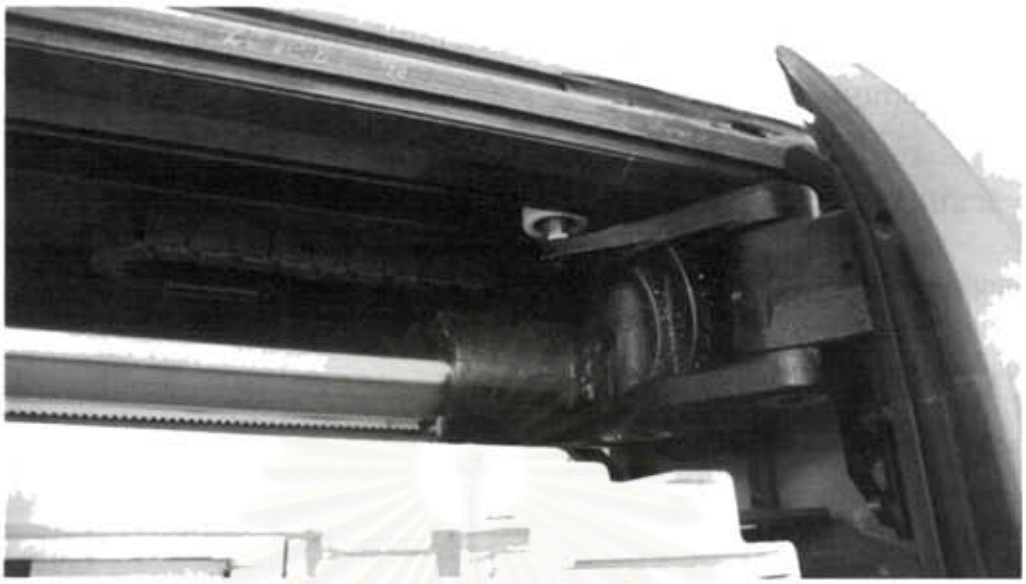
2. jumper cables คือ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อไฟฟ้าระหว่างตู้แต่ละตู้
3. การต่อขอพ่วงและการปลดขอพ่วงจะใช้รูปแบบ manual

5.3.10 Door system

คือระบบประตูสำหรับผู้โดยสาร, ประตูสำหรับคนขับ, ประตูระหว่าง car train และประตูฉุกเฉินในรถไฟฟ้า มีส่วนประกอบดังนี้

1. โครงสร้างประตู
2. ระบบขับเคลื่อนประตู
3. ระบบล็อคประตู
4. ระบบควบคุมการเปิดปิด
5. ปุ่มเปิดปิดประตู

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.16: ระบบขับเคลื่อนและกลไกการเปิด-ปิดประตู

5.3.11 Lighting

คือระบบส่องสว่างของรถ ได้แก่

1. ระบบส่องสว่างภายนอก (exterior lighting)
2. ระบบส่องสว่างภายในห้องโดยสาร (interior lighting)
3. ระบบส่องสว่างภายในห้องคนขับ (operator's cab lighting)
4. ระบบไฟสัญญาณและไฟบอกสถานะการทำงานบกพร่อง (failure indication light)
5. วงจรและระบบสายไฟ

5.3.12 Air condition system

ระบบปรับอากาศ และ ระบบระบายอากาศ ติดตั้งบนตัวรถแต่ละคันโดยกำหนดให้ทำงานอัตโนมัติ ทั้งในห้องพนักงานขับรถและห้องผู้โดยสาร โดยในรถไฟฟ้าแต่ละคัน จะติดตั้งระบบปรับอากาศไว้

บนหลังคาจำนวน 2 เครื่องที่เหมือนกัน ในชุดของระบบปรับอากาศ จะใช้ Temperature Sensor ในการควบคุมอุณหภูมิ

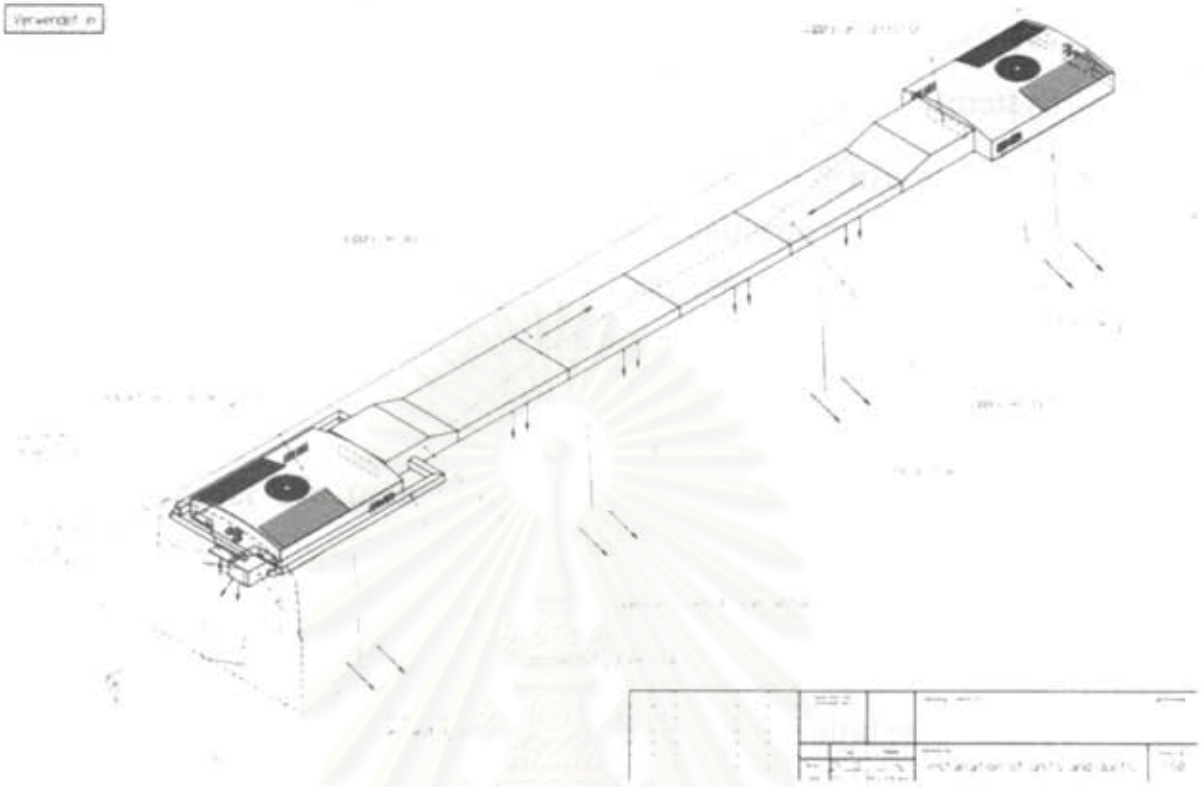
ระบบปรับอากาศภายในห้องผู้โดยสาร ประกอบด้วยส่วนประกอบเช่น

1. compressor
2. condenser
3. evaporator
4. ventilation fan
5. air condition inverter
6. air condition controller
7. air purifier

5.3.13 ระบบผลิตและจ่ายลม (pneumatic system or air supply system)

เครื่องอัดอากาศ (compressor) จะติดตั้งอยู่ที่ c-car โดยการทำงานของ compressor สามารถอัดอากาศได้มากที่สุด 10 bar นอกจากนั้นที่ตัวของ compressor ยังมีการป้องกันการอัดอากาศมากเกินด้วยการติดตั้ง safety valve มอเตอร์ที่ขับ compressor นั้นจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 400V จาก auxiliary inverter มาเป็นไฟเลี้ยงให้ทำงาน การควบคุมมอเตอร์ที่ขับ compressor นั้นจะควบคุมจาก pressure switch sensing ที่ติดตั้งอยู่ที่ท่อลมหลัก การทำงาน compressor จะตัดการทำงานเมื่อลมเข้าถังจนถึง 8.5 bar ภายในท่อลมจะ switch off เมื่อความดันภายในท่อลมประธานมีความดันถึง 10 bar เมื่ออากาศซึ่งถูกอัดออกมาจาก compressor ผ่าน twin tower air dryer unit ทำให้อากาศถูกดักจับความชื้นเอาไว้ทำให้ได้อากาศแห้งออกมา อากาศที่แห้งนี้จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำกว่า 35ส่วนประกอบของระบบนี้ เช่น

1. air compressor



รูปที่ 5.17: air condition unit ซึ่งติดตั้งที่ด้านบนหลังคารถไฟฟ้า (drawing)

2. air tank

3. air dryer unit

4. check valve and safety valve

5. ระบบท่อและสายไฟ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.14 ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟฟ้า (Electrification and Power Supply System)

ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟฟ้า (electrification and power supply system) เป็นระบบที่ใช้ในการรับพลังงานไฟฟ้าจากภายนอก แล้วแปลงความต่างศักย์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อน ในบางกรณีจะแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรง (DC) โดยใช้อุปกรณ์ปรับสัญญาณ (rectifier) (ในกรณีใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง – DC motor) แล้วจึงจ่ายให้กับมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนซึ่งติดตั้งอยู่ในโบกี้ ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟมีส่วนประกอบ ดังนี้

แพนโทกราฟ (Pantograph, OCS – Overhead Contact System) หรือ ระบบรางที่สาม (3rd Rail System)

เป็นระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับรถไฟโดยรับกระแสไฟฟ้าจาก สาย หรือ รางส่ง โดย pantograph (OCS) จะรับจากสายส่งด้านบนตัวรถ เหมาะกับรถไฟที่วิ่งในระยะทางยาวๆ และออกนอกเมือง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบเปิด ซึ่งจะไม่ปลอดภัยหากใช้ระบบ 3rd rail system ส่วนระบบ 3rd rail system นั้นจะรับไฟฟ้าจาก รางจ่ายไฟฟ้าด้านข้างของรถไฟ เหมาะกับวิ่งในเมือง เช่น รถไฟใต้ดิน ที่เป็นระบบปิด

ระบบนิวเมติกของแพนโทกราฟ (Pantograph Pneumatic System)

เป็นระบบลม (pneumatic system) ที่ใช้ดันแพนโทกราฟให้สัมผัสกับสายส่งไฟฟ้าอยู่เสมอ โดยระบบจ่ายลมจะเป็นระบบรวมที่ใช้กับระบบเบรกด้วย ในระบบนี้จะประกอบด้วย

1. ถังลม (pneumatic tank)
2. ท่อจ่ายลม (pneumatic piping)
3. คอมเพรสเซอร์ (compressor)
4. check valve, safety valve

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.18: electrification and power supply system ด้านล่างของรถ

หม้อแปลง (Transformer)

หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) ใช้แปลงความต่างศักย์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อน ในระบบนี้มีระบบระบายความร้อนอยู่ด้วย

5.3.15 ระบบสื่อสารและเฝ้าระวัง (Communication and Monitoring System)

ระบบสื่อสารและเฝ้าระวัง (communication and monitoring system) คือ ระบบที่ใช้สำหรับการสื่อสาร ระหว่างศูนย์ควบคุมกับพนักงานขับรถ และใช้ในการติดตาม (monitoring) การทำงานของตัวรถและพนักงานขับรถไฟ ส่วนประกอบหลักของระบบนี้ คือ

1. ระบบวิทยุสื่อสาร (radio)

2. ระบบกระจายเสียง (public address)

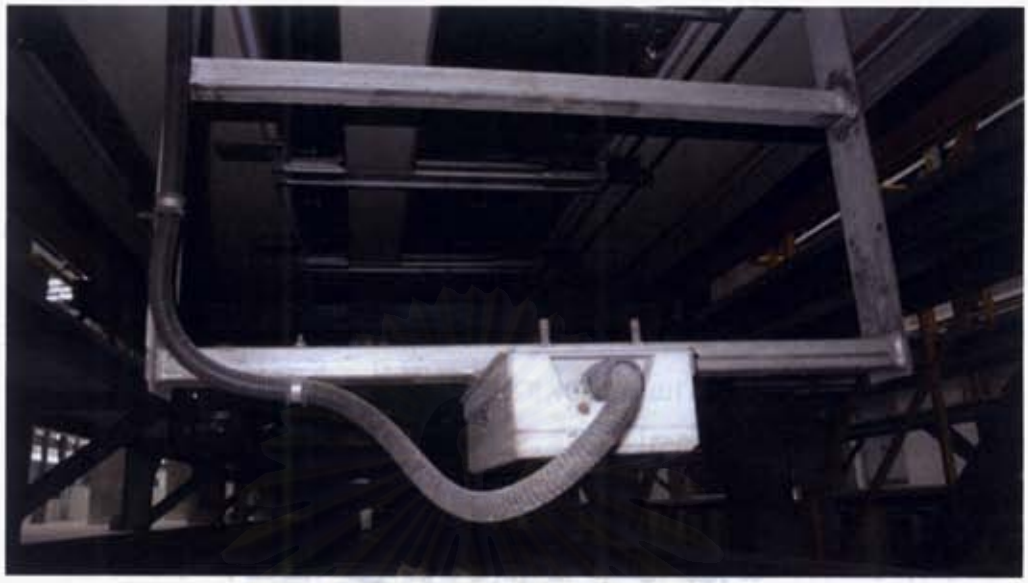
3. ระบบส่งข้อมูล (data transmission system)

5.3.16 ระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Train Control and Signaling System)

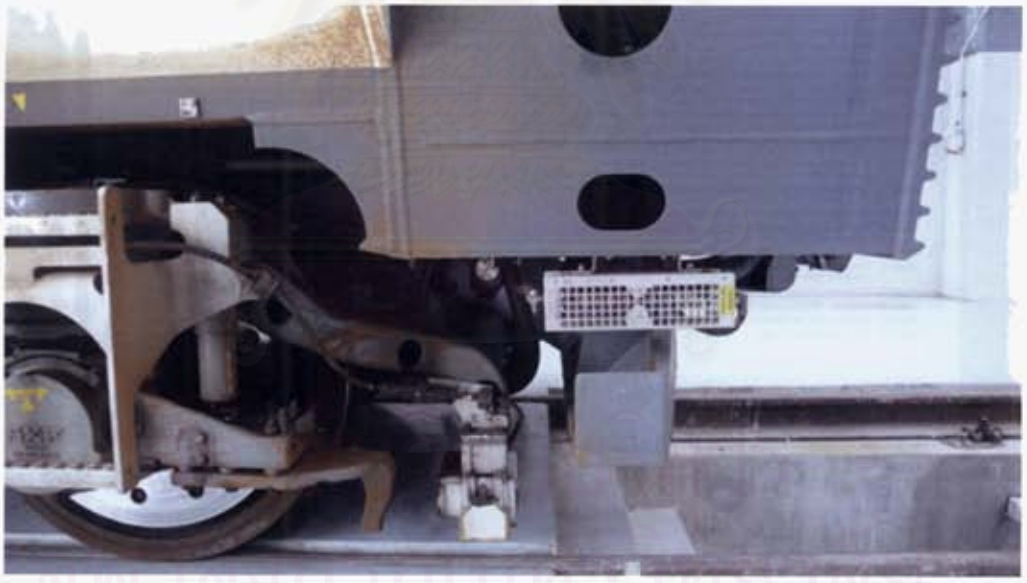
ระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ (train control and signaling system) คือ ระบบที่ใช้ควบคุมการเดินรถ รวมทั้งระบบที่ควบคุมการเดินรถแบบอัตโนมัติด้วย มีส่วนประกอบของระบบนี้ติดตั้งอยู่ทั้งใน และนอกตัวรถไฟ เช่น บนราง หรือด้านข้างราง รวมทั้งที่ศูนย์ควบคุมกลาง และสถานีรถไฟด้วย เช่น

1. ระบบควบคุมรถแบบอัตโนมัติ (automatic train control, ATC)
2. ระบบเดินรถแบบอัตโนมัติ (automatic train operation, ATO)
3. ระบบป้องกันภัยแบบอัตโนมัติ (automatic train protection, ATP)
4. สกาด้า (SCADA, supervisory control and data aquisition)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



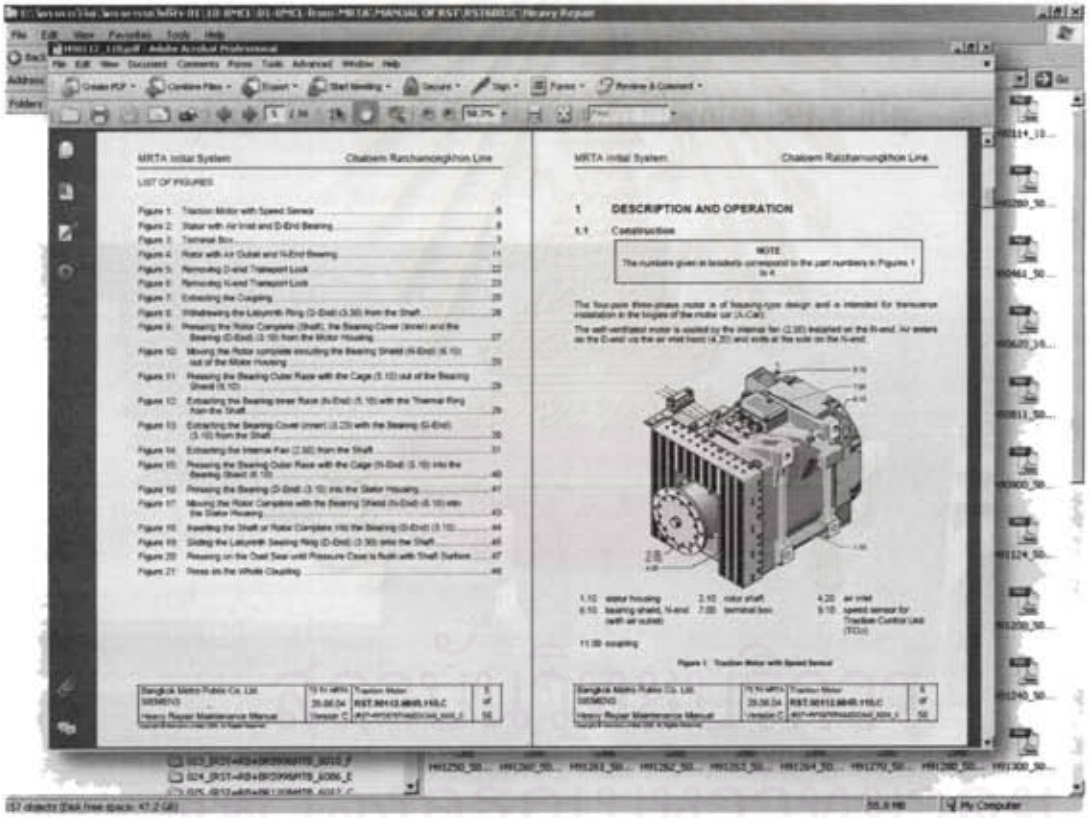
รูปที่ 5.19: อุปกรณ์ส่งสัญญาณสำหรับระบบอาณัติสัญญาณ



รูปที่ 5.20: เซ็นเซอร์ระบุตำแหน่งรถไฟสำหรับระบบอาณัติสัญญาณ

5.4 ฐานข้อมูลชิ้นส่วน

จากการศึกษาองค์ประกอบของระบบรถไฟฟ้าฯ โดยอาศัยตัวอย่างแบบรถไฟฟ้าฯ จาก รฟม. เป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีรายการชิ้นส่วนราว 600 รายการ (จากจำนวนทั้งหมดประมาณ 3,000) ประกอบขึ้นจากข้อมูล 4 ส่วน คือ รายการชิ้นส่วน (part lists) พิมพ์เขียว (drawing) ข้อกำหนดคุณสมบัติ (specification) และคู่มือการบำรุงรักษา (maintenance manual) คณะผู้วิจัย ได้จัดทำระบบฐานข้อมูลโครงสร้างรายการชิ้นส่วน ซึ่งประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนหลัก 16 รายการ ดังในรูป 5.22 โดยสามารถจำแนกประเภท ชนิด ปริมาณ กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประกอบการศึกษา ดูตัวอย่างในรูป 5.23 ถึงรูป 5.25



รูปที่ 5.21: ไฟล์คู่มือการบำรุงรักษาระบบรถไฟฟ้าฯ

1 Car Train Main Frame
2 Carbody Main Structure
3 Car Interior
4 Car Exterior
5 Operator's Cab
6 Bogie
7 Brake System
8 Traction System
9 Coupler
10 Door
11 Lighting
12 Air Conditioning and Ventilation System
13 Pneumatic System (Air Supply System)
14 Electrification and Power Supply System
15 Communication and Monitoring System
16 Train Control and Signaling System

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.22: โครงสร้างชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล

Main Part -> Subsystem Part -> Component Part

No.	Title		
1	Car Train Main Frame		
1.1	Main Frame		
1.2	Front Bumper		
2	Carbody Main Structure		
2.1	Roof		
2.2	Side Panel(Sidewall)		
2.3	Floor Panel		
2.4	Front or Rear End Panel		
2.5	Carbody Shell		
		2.5.1	Shell
		2.5.2	Carbody Assembly
		2.5.3	F.R.P Front Mask
		2.5.4	Waterdrainge
		2.5.5	Attachments
		2.5.6	Rain Gutter
		2.5.7	Cable Ducts Carbody Interior
		2.5.8	Cable Ducts Partition Wall
		2.5.9	Conduit Installation
3	Car Interior		
3.1	Seat		
3.2	Rail and Hanging Handle		
3.3	Interior Cladding		
3.4	Information Board		
3.5	Switch Cabinet		
3.6	Sidewall Window		
3.7	Ceiling Passenger Area		
3.8	Floor and Floor Structure		
3.9	Insulation		
3.10	Internal Equipment		
3.11	Labeingl and Accessories		
4	Car Exterior		
4.1	Information Board		
4.2	Intercar Gangway		
4.3	Windscreen/Window		
4.4	Wiper System		
4.5	Stanchions		
4.6	Footsteps		
4.7	Door Area Cover		
4.8	Warning Horn		
4.9	Spoiler		
4.10	Labelling and Painting		
4.11	Conduitung and Wiring		
4.12	Accessories		
5	Operator's Cab		
5.1	Operator's Seat		
5.2	Windshield Complete		
5.3	Insulation		
5.4	Cab Interior Cladding		
5.5	Partition Wall		
5.6	Ceiling Cab		
5.7	Operator's Desk		
5.8	Operator's Cab Electrical Arrangment		

รูปที่ 5.23: รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล

6	Bogie		
6.1	Bogie Main Frame		
6.2	Wheels and Axles		
		6.2.1	Wheel
		6.2.2	Axle
		6.2.3	Bearing
		6.2.4	Hard Grease
		6.2.5	Wheel Speed Sensor
6.3	Suspension System		
		6.3.1	Primary Suspension Coil Spring
		6.3.2	Secondary Suspension Air Spring
		6.3.3	Shock Absorber (Damper)
		6.3.4	Stabilizer
6.4	Painting Bogie		
6.5	Piping and Wiring		
6.6	Drive Unit Mounting Arrangment		
6.7	Bogie Connection		
7	Brake		
7.1	Dynamic Brake (Regenerative Braking System)		
		7.1.1	Brake Resistor
7.2	Mechanical Braking System		
		7.2.1	Brake Cylinder
		7.2.2	Brake Disc
		7.2.3	Brake Pad
		7.2.4	Brake Control Unit
		7.2.5	Pneumatic System (Air Supply System)
		7.2.6	Sanders (For Improving Grip on Slippery Rail) - Sand Container - Sand Injection
8	Traction System		
8.1	Electrical Motor		
8.2	Traction Converter		
8.3	Inverter		
8.4	Transmission Gear Box		
8.5	Cooling System		
8.6	Traction Control Unit		
9	Coupler		
9.1	Automatic Coupler		
9.2	Semipermanent Coupler		
10	Door		
10.1	Door Main Structure		
10.2	Door Drive System		
10.3	Door Control System		
10.4	Door switch		
10.5	Emergency Door System		
11	Lighting		
11.1	Exterior Lighting Cab		
11.2	Interior Lighting		
11.3	Operator's Cab Lighting		
11.4	Failure Indication Light		
11.5	Electrical Equipment for Lighting		
12	Air Condition and Ventilation System		
12.1	Compressor		
12.2	Condenser		
12.3	Evaporator		
12.4	Fan		
12.5	Roof Ventilation Hatches		
12.6	Air Ducts		
12.7	Temperature Sensor		

รูปที่ 5.24: รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล (ต่อ)

13	Pneumatic System (Air Supply System)		
13.1	Air Compressor		
13.2	Air Tank		
13.3	Air Pipes		
13.4	Air Dryer Unit		
13.5	Check Valve		
13.6	Safety Valve		
14	Electrication and Power Supply System		
14.1	Pantograph or 3rd Rail System Main Structure (Linkage)		
14.2	Pneumatics Roof Garden (for Supporting Pantograph)		
14.3	Transformer		
14.4	Battery		
15	Communication and Monitoring System		
15.1	Radio Equipment		
15.2	Public Address and Intercom System		
15.3	DATA Transmission System		
		15.3.1	Roof Aerial
16	Train Control and Signaling		
16.1	Automatic Trian Control (ATC)		
16.2	Automatic Trian Operation (ATO)		
16.3	Automatic Trian Protection (ATP)		
16.4	SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.25: รายการชิ้นส่วนหลักภายในฐานข้อมูล (ต่อ)

5.5 การวิเคราะห์รายการชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ เบื้องต้น

จากข้อมูลซึ่งคณะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก รฟม. เป็นรายการชิ้นส่วนจำนวน 633 รายการ เมื่อนำมาคัดกรองก็พบว่ามีข้อมูลบางรายการซ้ำซ้อน ทำให้คงเหลือข้อมูลสำหรับการประเมินสุทธิ 564 รายการ คณะผู้วิจัยมีสมมุติฐานในการประเมินเบื้องต้น ดังนี้

1. ชิ้นส่วนของรถไฟฟ้าฯ ทั้งหมดมีกว่า 3,000 รายการ แต่มีข้อมูลเพียง 564 รายการ จึงประเมินจากชิ้นส่วนที่มีข้อมูลอยู่ตอนนี้เท่านั้น
2. ประเมินตามกลุ่มชิ้นส่วนที่บริษัทของไทยมีแนวโน้มที่จะผลิตได้ โดยข้อมูลชิ้นส่วนทั้ง 564 รายการที่มีนั้นกระจายไม่ครบทุกกลุ่มชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ตามที่ได้อธิบายไว้ในตอนต้น
3. การประเมินเบื้องต้นนี้ เป็นการประเมินทางด้านวิศวกรรมเท่านั้น
4. ในการประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตจะดูจากเทคนิคการผลิตทั่ว ๆไปเป็นหลัก เช่น
   - ขนาด มีขนาดใหญ่หรือเล็กมากจนผลิตได้ยากหรือไม่ เนื่องจากเครื่องจักรที่มีอยู่อาจไม่สามารถผลิตในขนาดชิ้นส่วนที่ใหญ่มาก ๆได้ แต่หากมีการซื้อเครื่องจักรมาใหม่อาจทำได้เลย
   - น้ำหนัก มีน้ำหนักมากจนเกินไปหรือไม่
   - กระบวนการผลิตและขึ้นรูปชิ้นส่วน สามารถทำได้หรือไม่ โดยเทียบว่า ในประเทศไทยมีการผลิตชิ้นส่วนที่คล้ายกับชิ้นส่วนดังกล่าวอยู่หรือไม่ กระบวนการผลิตและขึ้นรูปมีความซับซ้อนมากหรือไม่ ต้องใช้ ทักษะเฉพาะตัวของคนงาน หรือใช้เครื่องจักรเพียงอย่างเดียว เป็นต้น
5. ยังไม่พิจารณา อ้างอิงกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน ข้อมูลชิ้นส่วนที่มี เพราะว่ามีเวลาไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบกับบริษัทผู้ผลิตได้โดยตรง

ภาพชิ้นส่วนประกอบตัวอย่างการประเมินอยู่ในรูปที่ 5.26 5.27 และ 5.28 ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ในรูปที่ 5.26 แสดงชิ้นส่วน transom ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure) ในส่วนของ assembly และ subassembly ของ underframe arrangement/ underframe end No.1 ในรูปพบว่า ชิ้นส่วนไม่มีความซับซ้อน สามารถขึ้นรูปได้ด้วยการพับ หรือใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูป และเจาะรู มีลักษณะของชิ้นส่วนคล้ายกับชิ้นส่วนในรถเมล์ จึงสามารถประเมินเบื้องต้นได้ว่า สามารถผลิตได้

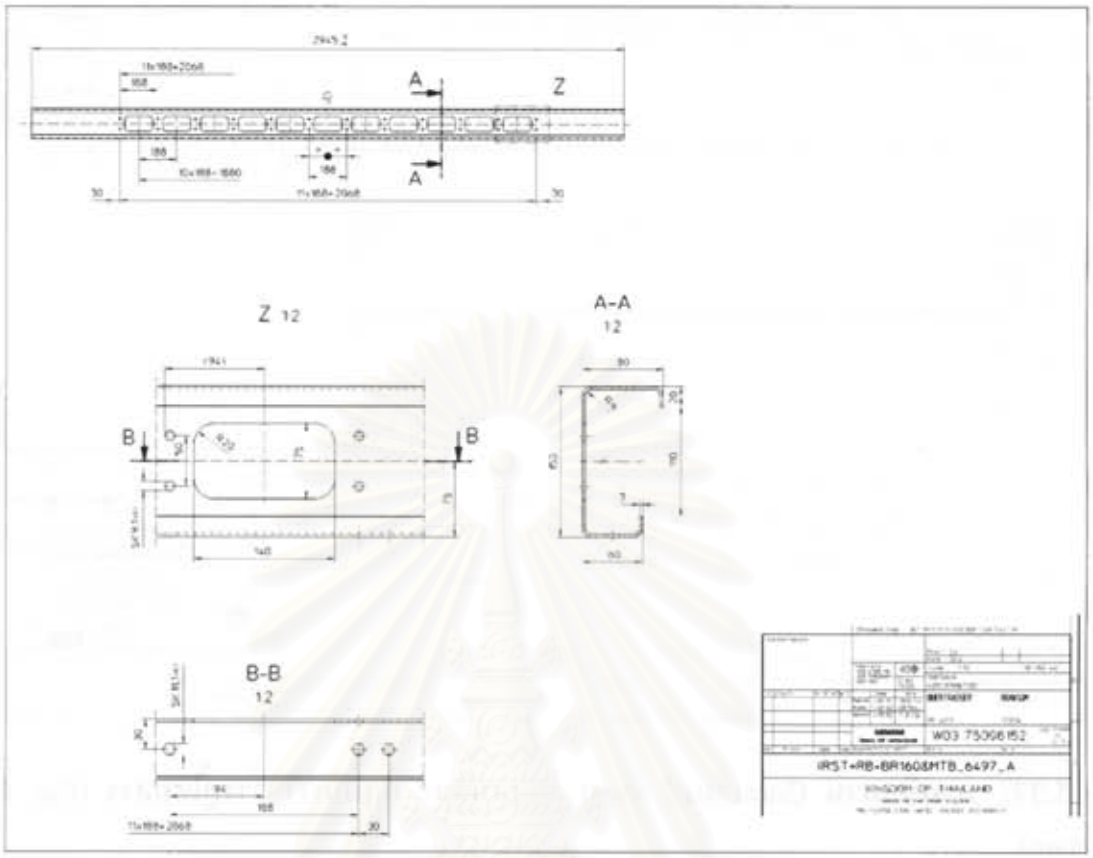
ตัวอย่างที่ 2 ในรูปที่ 5.27 แสดงชิ้นส่วน Corrugated sheet ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure) ในส่วนของ assembly และ subassembly ของ under frame arrangement/ Underframe corrugated sheet assy ในรูปพบว่า รูปทรงของชิ้นส่วนไม่ซับซ้อน สามารถขึ้นรูปได้ง่าย โดยการกดขึ้นรูป มีลักษณะคล้ายกับพื้นของโครงสร้างรถเมล์หรือเรือ ส่วนขนาดของชิ้นส่วนนี้ก็ไม่ใหญ่เกินไปทำให้สามารถประเมินเบื้องต้นว่าผลิตได้

ตัวอย่างที่ 3 ในรูปที่ 5.28 แสดงส่วนของ ล้อ และเพลา ชิ้นส่วนเหล่านี้อยู่ในกลุ่มของแคร่ (Bogie) ใน assembly ของ Motor wheel set ในรูปพบว่า ชิ้นส่วนมีความซับซ้อนพอสมควร และเป็นชิ้นส่วนที่รับภาระหลักของตู้โดยสาร การผลิตต้องใช้การหล่อและกลึงให้ได้ตามขนาดและข้อกำหนด ซึ่งยากเนื่องจากต้องใช้เทคนิคการหล่อที่สูงและใช้ความรู้ด้านวัสดุศาสตร์ที่ซับซ้อน ในการผลิตชิ้นงานนี้ให้ได้ความแข็งแรงเพียงพอ จึงสรุปว่ามีแนวโน้มว่าจะไม่สามารถผลิตได้

จากข้อมูลชิ้นส่วน 564 รายการที่มี สามารถแยกออกเป็นโครงสร้างได้ดังนี้ โดยคาดว่ารายการชิ้นส่วนที่มีนั้นยังไม่ครบทุกชิ้นในแต่ละกลุ่มชิ้นส่วนข้างล่างนี้ด้วย

1. กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure)
2. กลุ่มส่วนตกแต่งภายใน (Car Interior)
3. กลุ่มอุปกรณ์ตกแต่งภายนอก (Car Exterior)
4. กลุ่มห้องควบคุมรถ (Operator's cab)
5. แคร่ (Bogie)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

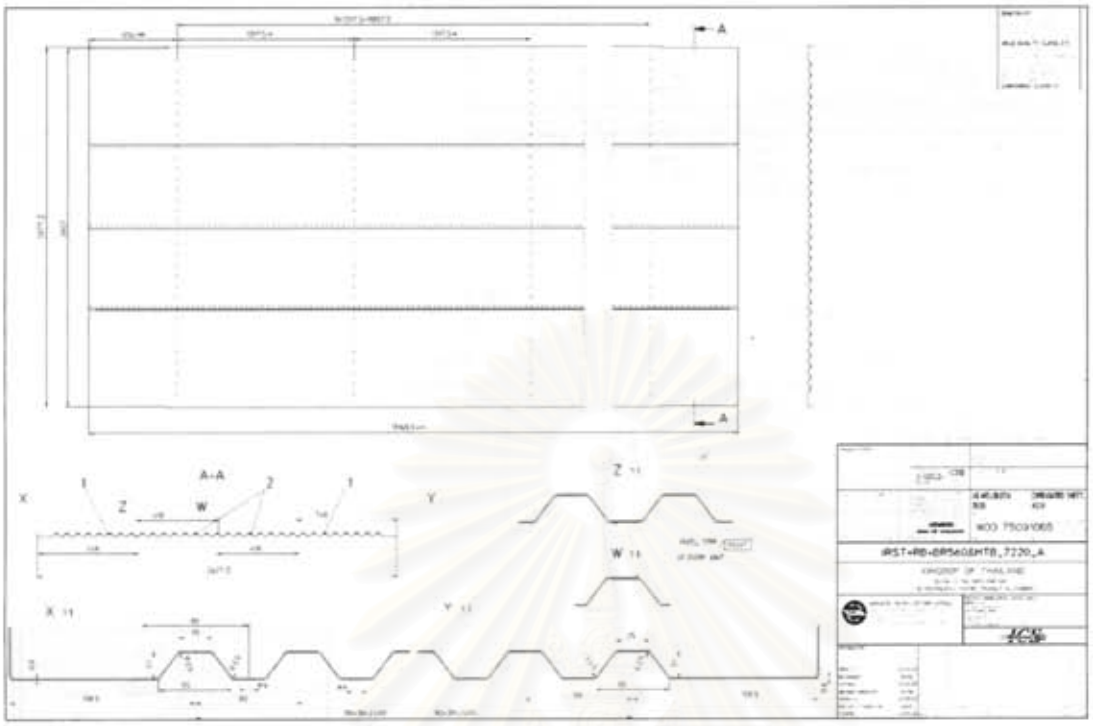


รูปที่ 5.26: ภาพชิ้นส่วน transom ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure)

ตามที่ได้ทำการประเมินแนวโน้มของอุตสาหกรรมในประเทศ พบว่า จากข้อมูลที่มี มีอยู่ 4 กลุ่มที่ อุตสาหกรรมในประเทศไทยสามารถผลิตได้ คือ Car Body Structure, Car Interior, Car Exterior, Operator's cab

จากกลุ่มชิ้นส่วนข้างต้น สามารถจำแนกเป็นส่วนประกอบย่อย และจำนวนของชิ้นส่วนได้ ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



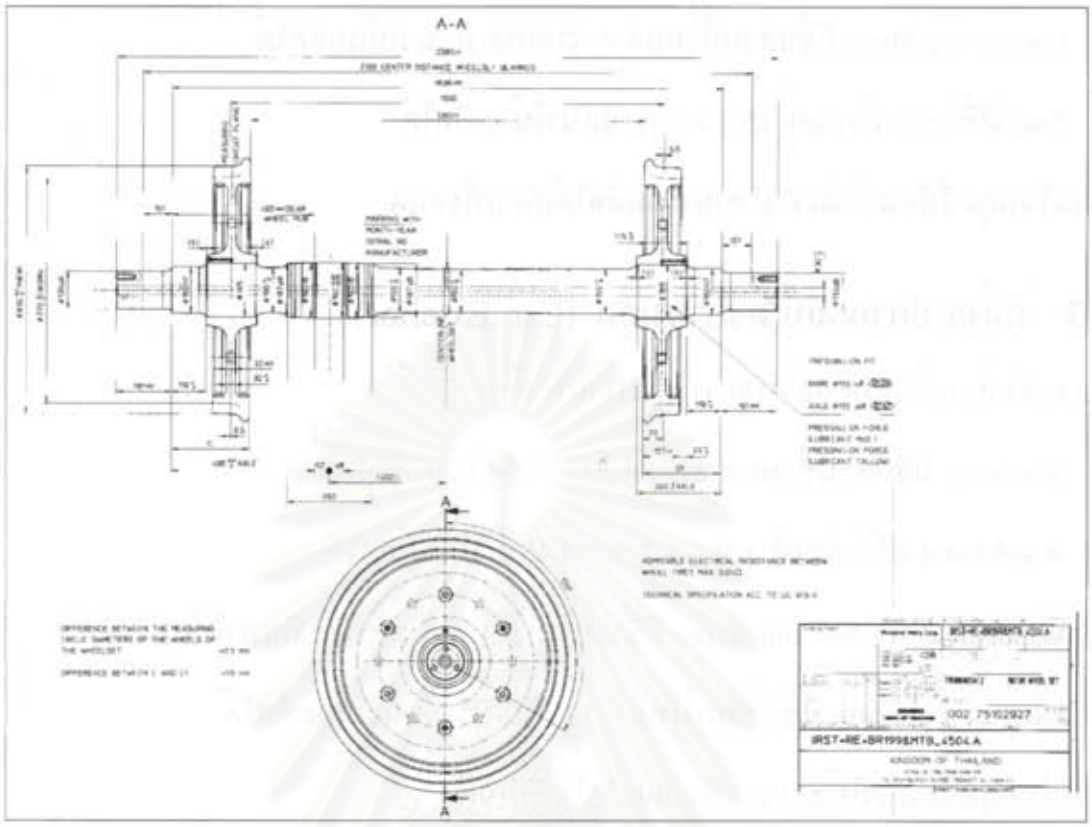
รูปที่ 5.27: ภาพชิ้นส่วน Corrugated sheet ในกลุ่มของ กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure)

5.5.1 กลุ่มโครงสร้างตู้โดยสาร (Car Body Structure)

มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 330 รายการ ประกอบไปด้วย

1. Underframe arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 188 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
2. Cab structure มีชิ้นส่วนทั้งหมด 16 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
3. End wall structure มีชิ้นส่วนทั้งหมด 11 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
4. Roof structure มีชิ้นส่วนทั้งหมด 42 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
5. Sidewall structure มีชิ้นส่วนทั้งหมด 73 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

ชิ้นส่วนในกลุ่มนี้มีแนวโน้มว่าจะสามารถผลิตได้เกือบทั้งหมด



รูปที่ 5.28: ภาพชิ้นส่วน ของ ล้อ และเพลา ในกลุ่มของ แคร่ (Bogie)

5.5.2 กลุ่มส่วนตกแต่งภายใน (Car Interior)

มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 54 รายการ ประกอบไปด้วย

1. Ceiling มีชิ้นส่วนทั้งหมด 5 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
2. Stanchions and Handrail มีชิ้นส่วนทั้งหมด 24 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
3. Fire extinguisher มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
4. Floor panel มีชิ้นส่วนทั้งหมด 2 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
5. Draught screen มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

6. Interior cladding มีชิ้นส่วนทั้งหมด 6 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

7. Seat มีชิ้นส่วนทั้งหมด 15 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

ชิ้นส่วนในกลุ่มนี้มีแนวโน้มว่าจะสามารถผลิตได้เกือบทั้งหมด

5.5.3 กลุ่มอุปกรณ์ตกแต่งภายนอก (Car Exterior)

มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 38 รายการ ประกอบไปด้วย

1. Windows มีชิ้นส่วนทั้งหมด 12 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

2. Windshield มีชิ้นส่วนทั้งหมด 3 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

3. Windshield washer and wiper มีชิ้นส่วนทั้งหมด 6 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

4. Exterior Lettering มีชิ้นส่วนทั้งหมด 17 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

ชิ้นส่วนในกลุ่มนี้มีแนวโน้มว่าจะสามารถผลิตได้ทั้งหมด

5.5.4 กลุ่มห้องควบคุมรถ (Operator's cab)

มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 28 รายการ ซึ่งไม่น่าจะครบตามของจริง ประกอบไปด้วย

1. Operator's cab interior มีแนวโน้มผลิตได้

2. Insulation – Operator's cab มีแนวโน้มผลิตได้

3. Electro-Mechanical arrangement

4. Cab interior cladding มีชิ้นส่วนทั้งหมด 2 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

5. Cab front mask

6. Operator's seat มีแนวโน้มผลิตได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. Electro-Mechanical arrangement Operator's desk มีชิ้นส่วนทั้งหมด 21 รายการ

ในกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตได้ ยกเว้น Cab front mask, Electro-Mechanical arrangement และ Electro-Mechanical arrangement Operator's desk รวมจำนวนชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มผลิตได้ 5 รายการ

หมายเหตุ กลุ่มย่อยที่ไม่ได้ระบุจำนวนชิ้นส่วน เนื่องจากไม่มีข้อมูล จะนับเป็นส่วนละ 1 ชิ้น ในการประเมินเบื้องต้นนี้

5.5.5 แคร่ (Bogie)

มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 114 ชิ้น โดยในหนึ่งตู้โดยสารจะประกอบไปด้วย แคร่ 2 ตัว โดยแต่ละตัวจะมีจำนวนชิ้นส่วน เท่ากับ 57 ชิ้น แคร่ชนิดที่เป็น Motor Bogie 1 แคร่ จะมีส่วนประกอบย่อยดังนี้

1. Running gear assembly motor มีชิ้นส่วนทั้งหมด 2 รายการ
2. Primary suspension arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้
3. Bogie frame มีชิ้นส่วนทั้งหมด 5 รายการ
4. Lateral suspension arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 5 รายการ
5. Secondary suspension arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 10 รายการ
6. Bogie connection arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 2 รายการ
7. Pivot pin arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ
8. Leveling valve arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ
9. Bogie brake equipment มีชิ้นส่วนทั้งหมด 6 รายการ
10. Wheel flange lubrication arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 11 รายการ

11. Current collector arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 3 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

12. Drive unit mounting arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 3 รายการ

13. ATP antenna / Pilot bar มีชิ้นส่วนทั้งหมด 2 รายการ

14. Vertical hydraulic dampers มีชิ้นส่วนทั้งหมด 1 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

15. Anti roll bar arrangement มีชิ้นส่วนทั้งหมด 3 รายการ มีแนวโน้มผลิตได้

ในกลุ่มนี้ ชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มว่าจะสามารถผลิตได้ คือ Primary suspension arrangement, Current collector arrangement, Vertical hydraulic dampers และ Anti roll bar arrangement รวมได้ทั้งหมด 8 ชิ้น

จากผลการประเมินเบื้องต้น สามารถสรุปจำนวนชิ้นส่วนที่ มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตได้ และ ไม่สามารถผลิตได้ ได้ดังนี้

- มีแนวโน้มผลิตได้ จำนวน 443 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 78.55%
- มีแนวโน้มว่าไม่สามารถผลิตได้ จำนวน 121 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 21.45%

อย่างไรก็ดี ควรสังเกตว่าจำนวนชิ้นส่วนที่น่าจะมีแนวโน้มว่าสามารถผลิตได้ 78.55% นี้ คำนวณจากบัญชีรายการชิ้นส่วนที่นำมาศึกษา 564 ชิ้น และแบบรถไฟฟ้าตัวอย่างนี้ เป็นรถไฟฟ้าที่ทำจากชิ้นส่วนสแตนเลส หากคณะผู้วิจัยได้รับรายการชิ้นส่วนที่ครบถ้วนกว่านี้ ก็น่าจะได้ตัวเลขที่ใกล้เคียงมากขึ้น รวมทั้งในกรณีมีการเปลี่ยนวัสดุจากสแตนเลสไปเป็นโลหะประเภทอื่น จำนวนชิ้นส่วนที่น่าจะผลิตได้ก็อาจเปลี่ยนแปลงไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ

จากระบบฐานข้อมูลที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ตามโครงสร้าง ของสภาอุตสาหกรรม [1] ทั้งสิ้น 13 กลุ่ม ดังนี้

1. **แก้วและกระจก** ตัวอย่างเช่น กระจกของรถไฟฟ้าฯ ในส่วนตกแต่งภายใน (car interior) และภายนอก (car exterior) เป็นต้น บริษัทที่ทำกระจกให้กับยานยนต์อยู่แล้วสามารถต่อยอดมาผลิตให้รถไฟฟ้าได้
2. **เคมี** เกี่ยวข้องในส่วนของสีที่ใช้ทำสีของตู้โดยสาร ฉนวนในตู้โดยสาร พื้นกันลื่นในตู้โดยสาร และของเหลวต่าง ๆที่ใช้กับรถไฟฟ้าฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ระบบเบรก ระบบปรับอากาศ ฯลฯ เป็นต้น
3. **เครื่องจักรกลและโลหการ** เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ในรถไฟฟ้าฯ เช่น ชิ้นส่วนโลหะ พลาสติก ยาง เป็นต้น
4. **เครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น** เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของระบบ ปรับอากาศและไหลเวียนอากาศ
5. **ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์** ชิ้นส่วนหลายอย่างของอุตสหากรรมยานยนต์ และรถไฟฟ้าฯมีวิธีการผลิตที่คล้ายกัน ทำให้มีโอกาสที่บริษัทในกลุ่มชิ้นส่วน และอะไหล่ยานยนต์จะต่อยอดผลิตชิ้นส่วนสำหรับรถไฟฟ้าฯได้ เช่น ชิ้นส่วนโลหะ พลาสติก ยาง และกระจก เป็นต้น
6. **ซอฟท์แวร์ (Software)** ระบบซอฟแวร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบรถไฟฟ้าฯ ปัจจุบันมีบริษัท Bombardier ที่เป็นส่วนที่ออกแบบและพัฒนาระบบ อาณัติสัญญาณของรถไฟฟ้าฯ (Signaling) ตั้งอยู่ที่เมืองไทย
7. **ปิโตรเคมี** เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมต้นน้ำของกลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก และเคมีอื่น ๆ
8. **ผลิตภัณฑ์ยาง** เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนของยางขอบกระจก ยางในระบบกันสะเทือน อุปกรณ์ต่าง ๆภายในตู้โดยสาร เช่น มือจับ ซีลต่าง ๆ เป็นต้น

[1] http://www.fti.or.th/2008/thai/ftiindustryclub.aspx

9. **พลาสติก** เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิต และประกอบรถไฟฟ้าฯมาก โดยเป็นส่วนประกอบหลักภายในตู้โดยสาร เช่น ฉนวน ฝ้าเพดานและผนังบุในตู้โดยสาร ที่นั่ง ฯลฯรวมทั้งชิ้นส่วนประกอบย่อยต่าง ๆของระบบในรถไฟฟ้าฯ เป็นต้น

10. **ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์** เนื่องจากรถไฟฟ้าฯ ขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้มีชิ้นส่วนด้านไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย เช่น สายไฟ มอเตอร์ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ตัวต้านทาน ไฟส่องสว่าง สวิทช์ควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของ ระบบไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้า และระบบขับเคลื่อน ระบบไฟส่องสว่าง ระบบสื่อสารและระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ เป็นต้น

11. **ไม้อัด ไม้บาง และ วัสดุแผ่น** วัสดุที่ใช้ทำพื้นของรถไฟฟ้าคือไม้ ดังนั้นอุตสาหกรรมกลุ่มนี้สามารถผลิตไม้พื้นสำหรับรถไฟฟ้าได้

12. **เหล็ก** เป็นวัสดุหลักชนิดหนึ่งที่ใช้ผลิต โครงสร้างของตู้โดยสาร และแคร่ ของรถไฟฟ้า รวมทั้งเป็นโครงสร้างของอุปกรณ์อื่น ๆด้วย เช่น ภายในตู้โดยสาร ระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน ระบบเชื่อมต่อตู้โดยสาร (Coupling) ระบบลม ระบบประตู เป็นต้น

13. **อลูมิเนียม** เป็นส่วนประกอบหลักของโครงสร้างรถไฟฟ้าชนิดที่สร้างจากอลูมิเนียม รวมทั้งเป็นส่วนประกอบของระบบอื่น ๆ เช่นภายในตู้โดยสาร เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.	Part List			Glass	Chemistry	Machinery & Metallurgy	Air condition	Auto Part	Software	Petrochemical	Rubber	Plastic	Electronics	Wood	Steel	Aluminium
1	Car Train Main Frame															
1.1	Main Frame					■		■							■	■
1.2	Front Bumper					■		■							■	
2	Carbody Main Structure															
2.1	Roof					■		■							■	■
2.2	Side Panel(Sidewall)					■		■							■	■
2.3	Floor Panel					■		■							■	■
2.4	Front or Rear End Panel					■		■							■	■
2.5	Carbody Shell	2.5.1	Shell			■		■							■	■
		2.5.2	Carbody Assembly			■		■							■	■
		2.5.3	F.R.P Front Mask		■	■				■		■				
		2.5.4	Waterdrainge			■		■							■	
		2.5.5	Attachments			■		■							■	
		2.5.6	Rain Gutter			■		■							■	
		2.5.7	Cable Ducts Carbody Interior			■									■	
		2.5.8	Cable Ducts Partition Wall			■									■	
		2.5.9	Conduit Installation			■									■	
3	Car Interior															
3.1	Seat							■		■	■	■				
3.2	Rail and Hanging Handle									■	■	■			■	■
3.3	Interior Cladding				■					■		■				
3.4	Information Board							■	■			■	■			
3.5	Switch Cabinet											■	■			
3.6	Sidewall Window	■									■	■			■	■
3.7	Ceiling Passenger Area				■					■	■	■				
3.8	Floor and Floor Structure				■									■		
3.9	Insulation				■					■	■	■				
3.10	Internal Equipment														■	■
3.11	Labeingl and Accessories				■							■				
4	Car Exterior															
4.1	Information Board							■	■				■			
4.2	Intercar Gangway										■	■			■	■
4.3	Windscreen/Window	■						■			■	■				
4.4	Wiper System										■	■				
4.5	Stanchions														■	
4.6	Footsteps							■							■	■
4.7	Door Area Cover					■		■			■	■			■	■
4.8	Warning Horn															
4.9	Spoiler				■					■		■				
4.10	Labelling and Painting															
4.11	Conduitung and Wiring							■			■	■				
4.12	Accessories															
5	Operator's Cab										■	■				
5.1	Operator's Seat							■			■	■				
5.2	Windshield Complete	■														
5.3	Insulation				■					■	■	■				
5.4	Cab Interior Cladding							■			■	■			■	■
5.5	Partition Wall							■				■			■	■
5.6	Ceiling Cab							■		■	■	■			■	■
5.7	Operator's Desk															
5.8	Operator's Cab Electrical Arrangment										■	■	■			
6	Bogie															
6.1	Bogie Main Frame					■									■	
6.2	Wheels and Axles	6.2.1	Wheel			■									■	
		6.2.2	Axle			■									■	
		6.2.3	Bearing					■							■	
		6.2.4	Hard Grease							■						
		6.2.5	Wheel Speed Sensor					■					■			
6.3	Suspension System	6.3.1	Primary Suspension Coil Spring					■								
		6.3.2	Secondary Suspension Air Spring					■								
		6.3.3	Shock Absorber (Damper)					■								
		6.3.4	Stabilizer			■									■	
6.4	Painting Bogie				■											
6.5	Piping and Wiring							■					■		■	
6.6	Drive Unit Mounting Arrangment															
6.7	Bogie Connection															

No.	Part List			Glass	Chemistry	Machinery & Metallurgy	Air condition	Auto Part	Software	Petrochemical	Rubber	Plastic	Electronics	Wood	Steel	Aluminium
7	Brake															
7.1	Dynamic Brake (Regenerative Braking System)	7.1.1	Brake Resistor										■			
7.2	Mechanical Braking System	7.2.1	Brake Cylinder					■							■	
		7.2.2	Brake Disc					■							■	
		7.2.3	Brake Pad													
		7.2.4	Brake Control Unit										■			
		7.2.5	Pneumatic System (Air Supply System)				■				■				■	
		7.2.6	Sanders (For Improving Grip on Slippery Rail)												■	
8	Traction System															
8.1	Electrical Motor												■			
8.2	Traction Converter												■			
8.3	Inverter												■			
8.4	Transmission Gear Box					■									■	
8.5	Cooling System											■	■			
8.6	Traction Control Unit												■			
9	Coupler															
9.1	Automatic Coupler					■					■	■	■		■	
9.2	Semipermanent Coupler					■					■	■	■		■	
10	Door															
10.1	Door Main Structure											■			■	■
10.2	Door Drive System												■			
10.3	Door Control System												■			
10.4	Door switch											■	■			
10.5	Emergency Door System														■	■
11	Lighting															
11.1	Exterior Lighting Cab											■	■			
11.2	Interior Lighting											■	■			
11.3	Operator's Cab Lighting											■	■			
11.4	Failure Indication Light											■	■			
11.5	Electrical Equipment for Lighting											■	■			
12	Air Condition and Ventilation System															
12.1	Compressor						■						■			
12.2	Condenser						■									
12.3	Evaporator						■									
12.4	Fan						■					■	■			
12.5	Roof Ventilation Hatches						■									
12.6	Air Ducts						■									
12.7	Temperature Sensor						■						■			
13	Pneumatic System (Air Supply System)															
13.1	Air Compressor												■			
13.2	Air Tank														■	
13.3	Air Pipes						■								■	
13.4	Air Dryer Unit						■						■			
13.5	Check Valve						■									
13.6	Safety Valve						■									
14	Electrication and Power Supply System															
14.1	Pantograph or 3rd Rail System Main Structure (Linkage)					■							■			
14.2	Pneumatics Roof Garden (for Supporting Pantograph)												■		■	
14.3	Transformer												■			
14.4	Battery												■			
15	Communication and Monitoring System															
15.1	Radio Equipment												■			
15.2	Public Address and Intercom System												■			
15.3	DATA Transmission System	15.3.1	Roof Aerial						■				■			
16	Train Control and Signaling															
16.1	Automatic Trian Control (ATC)								■				■			
16.2	Automatic Trian Operation (ATO)								■				■			
16.3	Automatic Trian Protection (ATP)								■				■			
16.4	SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)								■				■			

5.7 กรรมวิธีการผลิตรถไฟฟ้าฯ (Rolling Stock Manufacturing Process)

ในการผลิตรถไฟฟ้าฯ ประกอบไปด้วยหลายช่วงเวลา โดยเริ่มต้นจากการประมูลและเซ็นสัญญาส่งผลให้เกิดงานที่ตามมา [2] คือ

1. การออกแบบ
2. การสั่งวัสดุและชิ้นส่วน
3. การผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ
4. การทดสอบรถไฟฟ้าฯ
5. การจัดส่ง

โดยทั่วไปจะใช้เวลาดำเนินการ นับจากเซ็นสัญญาจนเริ่มผลิตรถไฟฟ้าฯ และเริ่มทยอยส่งมอบได้ในเวลาไม่ต่ำกว่า 18 เดือน (ในกรณีที่ไม่ได้ออกแบบรถใหม่ทั้งหมดและสร้างที่โรงงานที่มีอยู่แล้ว) และอาจต้องใช้เวลาถึง 3 - 4 ปี ในกรณีที่เป็นการออกแบบใหม่ทั้งหมด

ยกตัวอย่างกรณีที่ออกแบบรถไฟฟ้าฯใหม่ บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ สามารถยื่นเอกสารให้ดำเนินการ (NTP - notice to proceed) ได้ประมาณ 1 ปี หลังจากที่ได้เซ็นสัญญากับลูกค้า โดยเวลาหนึ่งปีนี้จะใช้ไปกับการออกแบบรถไฟฟ้าฯ และหลังจากที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนได้รับ NTP แล้วจะใช้เวลาประมาณ 6 เดือนในการเริ่มผลิตชิ้นส่วน และหลังจากนั้นอีก 6 เดือนบอดี้ของรถไฟฟ้าฯ ตู้แรกจะถูกประกอบเสร็จจากโรงงาน พร้อมสำหรับการติดตั้งส่วนประกอบภายใน (Interior) และประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และจะต้องใช้เวลาอีกราวๆ 1 ปี หลังจากนั้นสำหรับการผลิตและทดสอบก่อนที่จะทำการขนส่งไปยังสถานที่ใช้งานจริง ซึ่งยังจำเป็นต้องใช้เวลาในการทดสอบ ณ สถานที่จริงอีกด้วย ซึ่งเวลาในส่วนนี้อาจไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศ เช่นใน ประเทศอังกฤษ ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 1 ปี ก่อนที่รถไฟฟ้าฯ นั้นจะสามารถวิ่งให้บริการได้

[2] http://www.railway-technical.com

ในกรณีที่จะสร้างโรงงานผลิตหรือประกอบรถไฟฟ้าฯ จำเป็นต้องมีเวลา ก่อนส่งมอบรถไฟฟ้าฯ ไม่ต่ำกว่า 3-4 ปี โดย จะใช้เวลาก่อสร้างโรงงานรวมทั้งฝึกอบรมบุคคลากร 1-2 ปี และใช้เวลาในการเตรียมและผลิตรถไฟอีก ประมาณ 2 ปี

5.8 การออกแบบ

การออกแบบมักเริ่มต้นขึ้นในช่วงที่มีการประมูลโครงการ [3] โดยเป็นการออกแบบเบื้องต้น (preliminary design) โดยในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถไฟจะมีแค็ตตาล็อค ของรถที่ออกแบบไว้แล้ว (pre existing model) เป็นรุ่นๆ เพื่อความรวดเร็วในการออกแบบและประเมินราคาในการประมูล โดยจะมีรูปแบบของการออกแบบเป็นโมดูล (module) ย่อยๆ ซึ่งง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไขตามความต้องการของลูกค้า ลูกค้าบางส่วนอาจระบุรายละเอียดของรถ (specification) ในลักษณะที่เฉพาะเจาะจงลงไป หรือระบุรายละเอียดของสมรรถนะและความสามารถต่างๆ (performance specification) เช่น ขนาด (dimension) ความสามารถในการขนถ่ายผู้โดยสาร (capacity) ความเร็วสูงสุด (speed) กำลัง (power) และความน่าเชื่อถือของระบบ (reliability) ซึ่งทำให้ผู้ผลิตรถไฟมีอิสระในการเลือกใช้แบบที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งเลือกใช้และปรับใช้มาตรฐานได้ในหลายๆส่วนให้สอดคล้องหรือสามารถทำงานได้ตามที่ลูกค้ากำหนดมา และสามารถกำหนดราคาให้สามารถแข่งขันได้

เมื่อการออกแบบเบื้องต้นเป็นที่ยอมรับจากลูกค้า และมีการทำสัญญากันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ฝ่ายออกแบบของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จะเริ่มงานออกแบบ โดยเริ่มจากการวางแผนการออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยการสร้าง รายการรายละเอียดของชิ้นส่วน (BOM - bill of material) ซึ่งจะเป็นเอกสารที่บ่งบอกถึงรายละเอียดที่จำเป็นในการผลิตรถไฟฟ้าฯ โดยทั่วไปรายการของชิ้นส่วนจะประกอบไปด้วยแบบ (drawing) ถึงกว่า 3,000 ชิ้น และในช่วงเวลานี้ฝ่ายจัดซื้อและฝ่ายผลิตจะต้องประชุมกันเพื่อจัดลำดับก่อนหลังของการเตรียมการออกแบบและผลิต

ในช่วงระหว่างที่ทำการประมูล บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯจะติดต่อกับ บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ (sub-supplier) เช่น ระบบเบรก ระบบส่องสว่าง เก้าอี้ ระบบขับเคลื่อน มอเตอร์ขับประตู ฯลฯ เป็นต้น เกี่ยวกับข้อกำหนดของชิ้นส่วน (specification) เพื่อที่จะดูว่าบริษัทใดสามารถ

[3] http://www.railway-technical.com

ผลิตได้ตามที่ต้องการ และมีคุณสมบัติตามที่บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ กำหนด ลักษณะของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ สามารถแบ่งออกอย่างคร่าว ๆ ได้ดังนี้

1. เป็นบริษัทผู้ออกแบบ ผลิตชิ้นส่วน และประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยตัวอย่างชิ้นส่วนที่ผลิตเอง เช่น โครงสร้างตัวถังของตู้โดยสาร แคร่ ระบบขับเคลื่อน เบรก เป็นต้น และซื้อส่วนประกอบอื่น ๆจากบริษัทผู้ผลิตระบบและชิ้นส่วน ตัวอย่างบริษัทเช่น บริษัท Siemens, Bombardier, Alstom, Hitachi, Skoda เป็นต้น

2. เป็นบริษัทผู้ออกแบบ และผลิตชิ้นส่วนหลัก คือโครงสร้างตัวถังของตู้โดยสาร และประกอบโดยนำชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่ซื้อจากบริษัทอื่นมาประกอบจนเป็นรถไฟฟ้าฯ

3. เป็นบริษัทผู้ออกแบบและประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยชิ้นส่วนทั้งหมดไม่ได้ผลิตเอง แต่ซื้อจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ

4. เป็นบริษัทผู้ประกอบรถไฟฟ้าฯ แต่ไม่ได้ออกแบบรถไฟฟ้าฯเองทั้งหมด โดยออกแบบเพียงส่วนประกอบ ภายในตู้โดยสาร และซื้อใบอนุญาติการผลิต (license) จากบริษัทผู้ออกแบบรถไฟฟ้าฯ และซื้อโครงสร้างตู้โดยสารจากบริษัทผู้ออกแบบรถไฟฟ้า ฯ รวมทั้งซื้ออุปกรณ์และชิ้นส่วนอื่น ๆ จากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน ตัวอย่างบริษัท คือ บริษัท OBB ซึ่งเป็นบริษัทผู้เดินรถไฟในประเทศออสเตรีย ซึ่งได้ทำสัญญากับ บริษัท Siemens เพื่อออกแบบ และผลิตโครงสร้างหลักให้ รวมทั้งดำเนินการจัดซื้อชิ้นส่วนอื่นให้ด้วย OBB เพียงแต่ออกแบบส่วนภายในของตู้โดยสาร และประกอบรถที่โรงงานของตัวเอง

ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการเตรียมการผลิตรถไฟฟ้าฯ จึงมีความแตกต่างกันไป ตามลักษณะของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ เนื่องจากหากต้องซื้อชิ้นส่วนหลัก ๆจากบริษัทอื่น อาจต้องมีการติดต่อล่วงหน้าเป็นเวลานาน เพื่อให้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนหลักเหล่านั้น มีเวลาที่จะสามารถผลิตได้ ตามจำนวนที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.9 การสั่งวัสดุและชิ้นส่วน

ในการจัดซื้อ สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การจัดซื้อ วัตถุดิบ (raw material) และ ชิ้นส่วน/อุปกรณ์สำเร็จ (complete items of equipment) [4] โดยในส่วนแรกฝ่ายจัดซื้อจะได้รับการสั่งซื้อจากฝ่ายผลิต เช่น ท่อนสเตนเลสหรืออลูมิเนียม แผ่นสเตนเลสหรืออลูมิเนียม น็อต ท่อ สี ลวด เชื่อม กาว ยางเรซิน เป็นต้น โดยจะต้องจัดซื้อให้เพียงพอและทันเวลาตามตารางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในส่วนที่สอง คือ การจัดซื้อชิ้นส่วนและอุปกรณ์สำเร็จรูป ส่วนนี้จะยากกว่าแบบแรก เพราะฝ่ายจัดซื้อต้องทำงานร่วมกับฝ่ายผลิตอย่างใกล้ชิด โดยฝ่ายผลิตจะเป็นผู้ออกข้อกำหนด (specification) ของอุปกรณ์ต่าง ๆในรถไฟฟ้าฯ และบางครั้งอาจเป็นลูกค้าเองที่เป็นผู้กำหนดข้อกำหนดหรือเลือกบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นเอง เช่น ชิ้นส่วนของ ระบบเบรก ฝ่ายออกแบบอาจกำหนดข้อกำหนดและคุณสมบัติมาให้ ฝ่ายจัดซื้อต้องหาบริษัท ที่สามารถผลิตระบบเบรกตามข้อกำหนดนั้นได้ เช่น อาจมีบริษัท ก. และ ข. ที่สามารถผลิตได้ ฝ่ายจัดซื้อต้องต่อรองราคาตามเป้าหมายของบริษัทฯ หรือในบางกรณีอาจให้บริษัทเหล่านั้นเสนอราคา คล้ายกับการประมูล แต่ในกรณีที่ลูกค้ากำหนดมาแล้วว่าระบบเบรกต้องใช้ของบริษัท ค. ฝ่ายจัดซื้อของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จะต้องใช้ระบบเบรก ของ บริษัท ค. เท่านั้น และตรงนี้อาจเป็นส่วนที่ทำให้ราคาของรถไฟฟ้าฯ เพิ่มขึ้น เพราะว่า อาจไม่สามารถเจรจาราคาได้ต่ำอย่างที่ตั้งเป้าไว้ เพราะ บริษัทผู้ผลิตระบบเบรกดังกล่าวอาจทราบว่าตนเองถูกกำหนดจากลูกค้าให้ใช้ในรถไฟฟ้าฯอยู่แล้ว

ในกรณีที่มีการพัฒนาให้มีการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศ (local content) ทางบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จำเป็นต้องใช้เวลาเพิ่มเติมในการประเมินความสามารถของผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศ และอาจต้องจัดโครงการพัฒนาความสามารถ ของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศให้มีมาตรฐาน ตามที่บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯกำหนดด้วย ดังเช่นกรณีของอุตสาหกรรมรถยนต์ ที่มีการพัฒนาจำนวนชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศมาเป็นเวลานาน

[4] http://www.railway-technical.com

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.10 กระบวนการผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ

ขั้นตอนการผลิตรถไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็นกระบวนการย่อย ๆ ได้ดังนี้ [5] [6] [7]

5.10.1 การผลิตตู้โดยสาร (Car Body)

ในกระบวนการนี้ ชิ้นส่วนหลักของโครงสร้างของตู้โดยสารจะถูกผลิตขึ้น นำมาประกอบกัน แล้วจึงนำไปทำสี และส่งไปประกอบชิ้นส่วนภายใน (interior) และภายนอก (exterior) และอุปกรณ์อื่น ๆต่อไป โดยส่วนใหญ่แล้ว วัสดุที่นิยมนำมาสร้างโครงสร้างตู้โดยสารรถไฟ มีอยู่เพียงสามชนิด คือ เหล็กกล้า เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel – สเตนเลส) และ อลูมิเนียม ในปัจจุบันวัสดุที่นิยมนำมาสร้างตู้โดยสารของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน คือ สเตนเลส และ อลูมิเนียม เนื่องจากไม่เป็นสนิม ทำให้มีอายุการใช้งานนาน และมีน้ำหนักเบา (อลูมิเนียม) ทำให้ประหยัดพลังงาน ส่วนเหล็กกล้านั้น ยังนิยมใช้สร้างตู้โดยสารของรถไฟที่วิ่งระหว่างเมืองอยู่ เนื่องจากมีราคาถูก

ความแตกต่างที่สำคัญ ในการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร ที่ใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้า, เหล็กกล้าไร้สนิม หรือ อลูมิเนียม คือ ในกรณีของเหล็กกล้าและเหล็กกล้าไร้สนิม โครงสร้างเสริมแรงชิ้นเล็ก ๆจะถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างหลัก และผิวนอก (shell panel) ซึ่งต้องใช้เวลา, แรงงาน และต้นทุนในกระบวนการผลิต มากกว่ากรณีของอลูมิเนียม แต่ราคาของวัสดุจะถูกกว่าอลูมิเนียม แต่หากใช้อลูมิเนียมจะมีต้นทุนของวัสดุที่สูงกว่าและการขึ้นรูปของอลูมิเนียมมักขึ้นรูปมาจากโรงงานผลิตเลย เช่น ใช้วิธีการอัดขึ้นรูป (extrusion) ซึ่งผลที่ได้คือ สามารถลดงานในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนเสริมแรงต่าง ๆได้ ทำให้ลดเวลาในการประกอบลงได้ ทำให้ต้นทุนในการประกอบลดลง

โครงสร้างหลักของตู้โดยสารที่ผลิตสามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

[5] http://www.railway-technical.com
[6] เอกสารของบริษัท Siemens AG
[7] เอกสารของ บริษัท OBB GmbH

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงสร้างฐาน (Underframe)

มีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ แท่นรองรับ (sole bar), ส่วนเสริมความแข็งแรง (runners), เหล็กคานรองรับ (bolsters) และ คานขวาง (transoms) แต่ละส่วนประกอบจะถูกขึ้นรูป หรือตัดให้ได้ขนาดแล้วจึงมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยส่วนมากจะใช้วิธีเชื่อม (welding) ในการประกอบชิ้นส่วนเหล่านี้ แต่ในบางส่วนก็อาจมีการประกอบด้วยการเชื่อมทางกล เช่น การใช้สลักเกลียว (bolt and nut) การเชื่อมจะต้องใช้ตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) หลายตัว เพื่อจับยึดในตำแหน่งต่าง ๆ ในขณะที่ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นขยับ โดยจะต้องใช้ตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) ในระหว่างกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน

สังเกตการใช้ตัวจับชิ้นงานในรูปที่ 5.29 และโครงสร้างฐานที่เชื่อมเสร็จแล้วในรูปที่ 5.30

ผนังตู้โดยสารด้านข้าง (Bodyside)

วิธีการผลิตมีความคล้ายคลึงกับการผลิตโครงสร้างฐาน (underframe) คือต้องใช้ ตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) จำนวนหนึ่งในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน จากนั้นเชื่อมชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน ความมากน้อยของการเชื่อม ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ และการออกแบบ ดังได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ความยากในการผลิตคือ การควบคุมคุณภาพของชิ้นงานหลังจากเชื่อมให้ไม่บิดและโก่ง โดยที่มีน้ำหนักของโครงสร้างที่ไม่มากเกินไป

หลังคา (Roof)

มีวิธีการผลิตคล้ายกับโครงสร้างก่อนหน้า แต่อาจมีความซับซ้อนในการเชื่อมมากกว่า เพราะมีส่วนที่เป็นช่องสำหรับไหลเวียนอากาศ ของระบบปรับอากาศ และบางครั้งรูปทรงของหลังคาอาจมีส่วนโค้งด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.29: โครงสร้างฐาน (underframe) ขณะเชื่อมบนตัวจับชิ้นงาน (assembly jig)

ผนังส่วนหน้าและหลังของตู้โดยสาร (Front and End of Car body)

ส่วนด้านหน้าของรถไฟฟ้าฯ เป็นส่วนที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีผลอย่างมาก ต่อความสามารถในการดูดซับแรงกระแทก จากการชนและการต้านอากาศ อาจผลิตจากวัสดุโลหะ หรือวัสดุคอมโพสิต แต่วัสดุโลหะจะขึ้นรูปเป็นแบบสามมิติได้ยาก และต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อน ทำให้ปัจจุบันโครงสร้างส่วนหน้า นิยมสร้างจากวัสดุคอมโพสิต ซึ่งต้องใช้ทักษะของผู้ผลิตสูงในการขึ้นรูป ส่วนด้านหน้าและหลังของตู้โดยสาร ส่วนมากยังใช้โลหะในการผลิตอยู่ โดยวิธีการผลิตนั้นคล้ายกับการผลิตผนังตู้โดยสารด้านข้าง (bodyside)

รูปที่ 5.30: โครงสร้างฐาน (underframe) ที่เชื่อมเสร็จแล้ว

เมื่อส่วนโครงสร้างหลักดังที่กล่าวมา ผลิตเสร็จเรียบร้อย จะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อม โดยใช้ตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) การเชื่อมอาจใช้คนหรือหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

เมื่อเชื่อมประกอบโครงสร้าง และผิวเปลือกนอกเข้าด้วยกันแล้ว ตู้โดยสารจะถูกส่งไปวัดขนาด และความเที่ยงตรงของมิติ จากนั้นจะต้องนำไปที่ตัวจับยึด สำหรับยึดแผ่นโลหะที่มีการบิดหรือเป็นลอน(straighten jig) อันเกิดจากการเชื่อม ซึ่งงานในส่วนนี้ต้องใช้ทักษะและประสบการณ์ของพนักงานสูง เพื่อปรับแต่งโครงสร้างและผิวนอกให้ได้ตามแบบ และมีการเจียรรอยเชื่อมส่วนเกินบางที่ออก เพื่อปรับพื้นผิวให้เรียบ

Bodyside assembly jig. It is shaped to match the body curvature. The panels and their internal strengthening members are held in place by clamps while being welded.

รูปที่ 5.31: ผนังตู้โดยสารด้านข้างขณะเชื่อมบนตัวจับชิ้นงาน

การปรับแต่งโครงสร้างและผิวภายนอกให้ได้รูปทรงตามแบบ มีหลายวิธีการ เช่น การใช้ค้อนขนาดใหญ่ร่วมกับ เครื่องพ่นไฟ (blow torch) เพื่อเพิ่มความร้อนให้กับผิวแล้วใช้ค้อนตีเพื่อปรับแต่งรูปร่าง หรืออีกวิธีที่ซับซ้อนมากกว่า คือใช้แผ่นแม่เหล็กขนาดใหญ่ ที่มีรูปร่างตามรูปทรงตู้โดยสารที่ต้องการ โดยนำไปติดที่ผนังด้านนอกและติดแผ่นโลหะหนาที่ผนังด้านใน ซึ่งแผ่นโลหะหนานี้จะมีรูที่มีระยะเท่า ๆกัน ไฟจะถูกพ่นเข้าไปตามรูนี้โดยใช้เครื่องพ่นไฟแบบหลายหัว (multi-nozzle blow torch) ความร้อนที่เข้าไปจะมีคุณสมบัติทำให้ผิวของตู้โดยสารยืดออก และมีรูปทรงตามแผ่นแม่เหล็กที่ติดตั้งไว้อีกด้าน ในบางกรณีอาจใช้การจับยึดด้วยสูญญากาศ(Vacuum Clamping) แทน

Leading end of TGV power car showing the massive steel end structure.

รูปที่ 5.32: ผนังส่วนหน้าของตู้โดยสารรถ TGV

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

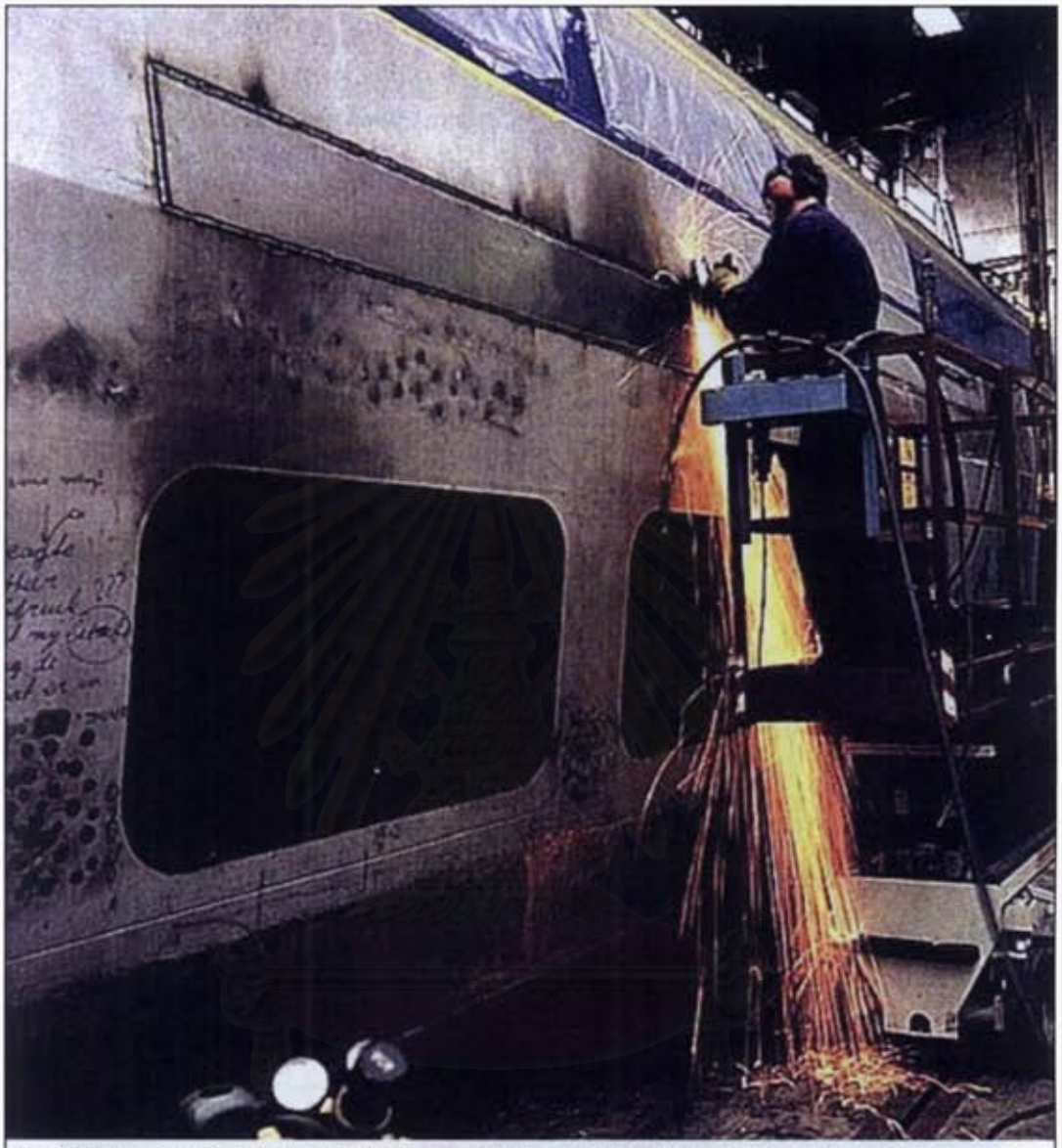
Bodyside ready for transfer to bodyshell assembly jig.

รูปที่ 5.33: ผนังตู้โดยสารด้านข้างที่พร้อมจะถูกนำไปประกอบบนแท่นจับชิ้นงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.34: แท่นจับยึดตู้โดยสารที่ใช้ประกอบผิวเปลือกนอก

รูปที่ 5.35: การประกอบโครงสร้างต่าง ๆเข้าด้วยกันเป็นตู้โดยสาร



A stainless steel bodyshell being ground after welding in a panel. This process smoothes the bodyside as part of the preparation for the final finish. Some fillers will be used to improve the flatness before painting. The black spots show where the panels have been heated and beaten to help achieve a better flatness.

รูปที่ 5.36: คนงานกำลังเจียรผิวภายนอกตู้โดยสารเพื่อปรับความเรียบ

รูปที่ 5.37: การใช้แม่เหล็กในการทำให้ผนังด้านข้างของตู้โดยสารตรง

วิธีการยึดและปรับแต่งพื้นผิวภายนอกของตู้โดยสารรถไฟฟ้าฯที่กล่าวมาข้างต้น เป็นงานที่ต้องทำในกรณีที่ใช้ เหล็กกล้า หรือ เหล็กกล้าไร้สนิม (สเตนเลส) ในการผลิต หากใช้อลูมิเนียมในการผลิต จะสามารถลดงานในส่วนนี้ลงได้ เนื่องจากอลูมิเนียม มีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก ทำให้เราสามารถใช้อลูมิเนียมที่มีความหนามากกว่าเหล็กในการผลิตได้จะทำให้ลดปัญหาการบิดหรือยืดตัวเสียรูปขณะทำการเชื่อมลงได้ แต่อย่างไรก็ตามวัสดุของอลูมิเนียมมีราคาแพงกว่า และมีค่าความแข็งแรงต่ำกว่าเหล็ก

End framing of an aluminium car body showing the pillars which will provide some crash resistance.

รูปที่ 5.38: ตู้โดยสารส่วนโครงสร้างด้านท้าย ที่สร้างจากอลูมิเนียม

The stripped interior of an aluminium framed car body.

รูปที่ 5.39: โครงสร้างตู้โดยสารที่ทำจากอลูมิเนียม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อโครงสร้างของตู้โดยสารถูกประกอบ และปรับแต่งเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำไปเข้าสู่ขั้นตอนการพ่นสี (painting) เพื่อความสวยงาม หลังจากนั้น จะนำไปประกอบส่วนประกอบอื่นๆ ต่อที่โรงงานประกอบ (assembly hall)

In the paint shop, where the car body side has been filled, the windows masked and the first coat of paint is being applied.

รูปที่ 5.40: ตู้โดยสารขณะทำสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.10.2 การผลิตแคร่ (Bogie)

กระบวนการผลิตแคร่ (bogie) สามารถแบ่งออกเป็น สองส่วนใหญ่ คือ การผลิตโครงสร้างหลักของแคร่ (bogie main frame)และการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆลงบนโครงสร้างหลักของแคร่ (bogie assembly)

การผลิตโครงสร้างหลักของแคร่ (Bogie main frame)

โครงสร้างหลักของแคร่ ผลิตมาจากเหล็กกล้า โดยจะนำแผ่นเหล็กกล้า ที่มีความหนาตามแบบ มาตัดให้ได้รูปร่างตามแบบ แล้วจึงนำมาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยใช้ตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) ยึดชิ้นงานให้อยู่กับที่จนเป็นโครงสร้างแคร่ งานในส่วนนี้ ต้องใช้ทักษะในการเชื่อมที่ค่อนข้างสูงมาก เนื่องจาก แคร่เป็นส่วนที่รับน้ำหนัก และภาระขณะที่รถไฟฟ้าฯ ขับเคลื่อน หากรอยเชื่อมที่มีตำหนิ หรือมีความเสียหาย อาจทำให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรงต่อผู้โดยสารรถไฟฟ้าฯ ดังนั้น ในการผลิตจะต้องมีมาตรฐานในการเชื่อมที่เป็นไปตามเกณฑ์และต้องมีการตรวจสอบรอยเชื่อมของพนักงานเสมอ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการเชื่อม

หลังจากที่เชื่อมโครงสร้างแคร่เสร็จแล้ว จะต้องนำไปตรวจสอบความเสียหาย ด้วยวิธีไม่ทำลาย (non-destructive testing) จากนั้นวัดขนาด และความเที่ยงตรงของมิติ แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องปาด (machining) เพื่อปาดผิวที่จะต้องนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ๆ ให้เรียบ หรือเจาะรูในส่วนต่าง ๆตามแบบ จากนั้นจึงนำไปทำสีต่อไป

สีขาวบนโครงสร้าง มีไว้เพื่อการตรวจสอบความเสียหายแบบไม่ทำลาย (non-destructive testing)

การประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ลงบนโครงสร้างหลักของแคร่ (Bogie Assembly)

ในส่วนนี้จะแบ่งการประกอบออกเป็นสถานีต่าง ๆ เพื่อประกอบชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ระบบรองรับ (suspension) ระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน ระบบล้อและเพลา ระบบท่อและสายไฟ ฯลฯ เป็นต้น

Bogie frame after welding and before painting. The white marks are dye penetrant for non-destructive testing.

รูปที่ 5.41: โครงสร้างแคร่ที่เชื่อมเสร็จก่อนนำไปทำสี

เมื่อประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆเสร็จแล้วจะนำแคร่ไปทดสอบการรับภาระ (load test) เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันว่า ระบบรองรับ (suspension) ได้ถูกประกอบลงไปอย่างถูกต้อง และตัวแคร่เองทำงานได้ถูกต้องตามฟังก์ชั่นที่ออกแบบไว้

5.10.3 การประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงบนตู้โดยสาร

งานในส่วนนี้ ส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงเทียบได้กับงานประกอบรถยนต์ ซึ่งใช้ทักษะในระดับปานกลาง วิธีการประกอบสามารถแบ่งได้เป็น สองแบบ คือ แบบที่ ตู้รถไฟอยู่กับที่ อุปกรณ์ต่าง ๆจะเป็นตัวที่เคลื่อนที่เข้าหาตู้โดยสาร เมื่ออุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆถูกติดตั้งเรียบร้อยแล้วตู้โดยสารนี้ จะถูกยกขึ้น แล้วเอาลงในบริเวณที่จะประกอบแคร่เข้าด้วยกัน จากนั้น จึงนำตู้โดยสารนั้นออกไปทดสอบต่อไป อีกวิธีที่คือใช้การประยุกต์จากระบบสายการผลิต (rolling production line system) ใน

วิธีนี้จะเริ่มต้นที่ต้นสายการผลิต และจบที่ท้ายสายการผลิต ตู้โดยสารรถไฟฟ้าฯ จะเคลื่อนที่ตามสายการผลิต ไปจนกว่าจะจบกระบวนการประกอบ วิธีนี้สามารถลดเวลาในการผลิตลงได้ แต่อาจมีผลต่อคุณภาพในการประกอบ ดังนั้น ระบบการประกัน และควบคุมคุณภาพ จึงมีบทบาทมากในวิธีการผลิตแบบนี้ โดยเกณฑ์การเลือกใช้วิธีการประกอบทั้งสองแบบนี้ ขึ้นอยู่กับ กำลังการผลิตที่ต้องการ พื้นที่ของโรงงานประกอบ และจำนวนพนักงาน ฯลฯ เป็นต้น แต่วิธีที่สองจะเป็นที่นิยมมากว่าในปัจจุบัน ทั้งนี้การประกอบส่วนต่าง ๆ ลงบนตู้โดยสารนั้นอาจแบ่งได้เป็นส่วนย่อย ๆ เช่น

- ส่วนตกแต่งภายใน (Interior) เริ่มจากการติดตั้งฉนวน สายไฟต่าง ๆ ท่ออากาศที่ใช้สำหรับระบบปรับอากาศ พื้น หลังคาด้านใน กระจก ผนังด้านใน ที่นั่ง ราวจับ ที่วางของ ระบบประตู สวิชท์ควบคุมต่าง ๆ ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งวัสดุที่ใช้มีทั้งที่เป็น โลหะ (สเตนเลส) พลาสติก ยาง กระจก คอมโพสิต ฯลฯ เป็นต้น
- ส่วนตกแต่งภายนอก (Exterior) ติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง ระบบประตู และส่วนประกอบอื่นที่อยู่ภายนอกตัวรถ
- การติดตั้งระบบแปลงไฟและสายไฟต่าง ๆที่บริเวณด้านใต้ตัวรถ
- การติดตั้งระบบลม ที่ด้านใต้ตัวรถ
- การติดตั้งระบบแพนโตกราฟ
- การติดตั้ง ห้องคนขับ
- การติดตั้งตัวเชื่อมระหว่างตู้ (Coupler and Gang way)

5.10.4 การเชื่อมต่อตู้โดยสารเข้ากับแคร่

ในส่วนนี้ตู้โดยสารที่ประกอบเสร็จแล้ว จะถูกนำมาเชื่อมต่อกับแคร่ และเชื่อมสายไฟ และท่อลมเข้าด้วยกัน โดยอาจยกตู้โดยสารวางบนแคร่ หรือเคลื่อนย้ายแคร่เข้าไปประกอบก็ได้ ขึ้นกับวิธีการประกอบที่ใช้

5.11 การทดสอบรถไฟฟ้าฯ

การทดสอบ [8] มีทั้งการทดสอบตั้งแต่ภายในกระบวนการผลิต ซึ่งคือการทดสอบการทำงานของโมดูลย่อย ๆ ในรถไฟฟ้าฯ เช่น ระบบต่าง ๆบนแคร่ (ขับเคลื่อน เบรก รองรับ ฯลฯ) หรือ การทดสอบความสัมพันธ์ หรือ การขัดแย้งกันของระบบที่ทำงานร่วมกัน (combined test) ตั้งแต่ก่อนการผลิต ยกตัวอย่างเช่น ระบบขับเคลื่อน ซึ่งมีส่วนประกอบ เช่น คอนเวอร์เตอร์ มอเตอร์ขับเคลื่อน ห้องเกียร์ ระบบควบคุม หรือแม้แต่ ระบบควบคุมรถไฟฟ้าอัตโนมัติ (ATO - automatic train operation) ระบบป้องกันรถไฟฟ้าฯอัตโนมัติ (ATP – automatic train protection) เป็นต้น ได้ถูกนำมาติดตั้งบนท่อนทดสอบ (lab floor) และทำการทดสอบในสภาวะต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลไปตรวจสอบการทำงานของระบบ

ก่อนรถไฟฟ้าฯที่ผลิตจะถูกตรวจรับโดยลูกค้าจะต้องมีการตรวจสอบที่เรียกว่า "first article inspection (FAI)" ซึ่งเป็นการตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆเทียบกับข้อกำหนด (specification) และแบบ (drawing) เมื่อการตรวจสอบ FAI ผ่านหมดแล้ว จะทำการทดสอบ static และ dynamic test ต่อไป โดยการทดสอบแบบ static test จะเกี่ยวกับการทดสอบโดยไม่ต้องขับเคลื่อนรถไฟฟ้าฯ เช่น การทดสอบการรบกวนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (EMI-electro-magnetic interference emisisons) การทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่าง การทดสอบระบบสัญญาณเตือนต่าง ๆ หรือ การทดสอบการยกขึ้นและลงของแพนโตกราฟ (pantograph) ฯลฯ เป็นต้น ส่วน dynamic test เป็นการทดสอบการทำงานของส่วนที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนและควบคุมรถ เช่น ระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน เป็นต้น

5.12 การจัดส่งรถไฟฟ้าฯ

การจัดส่ง [9] สามารถขนส่งโดยใช้รางจากโรงงาน ไปถึงสถานที่ส่งมอบให้กับลูกค้า แต่ในปัจจุบันมีการขนส่งโดยทางรถยนต์มากขึ้น ทั้งในและนอกประเทศของผู้ผลิต ดังจะเห็นได้จากการจัดส่งรถไฟฟ้าฯ จาก ประเทศออสเตรีย และ เยอรมัน มายังประเทศไทยโดยการขนส่งทาง ถนน และ เรือ

[8] http://www.railway-technical.com

[9] http://www.railway-technical.com

รูปที่ 5.42: เครื่องทดสอบการรับภาระของแคร่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.43: ตู้โดยสารถูกยกขึ้นเพื่อเคลื่อนย้ายในโรงงานประกอบ

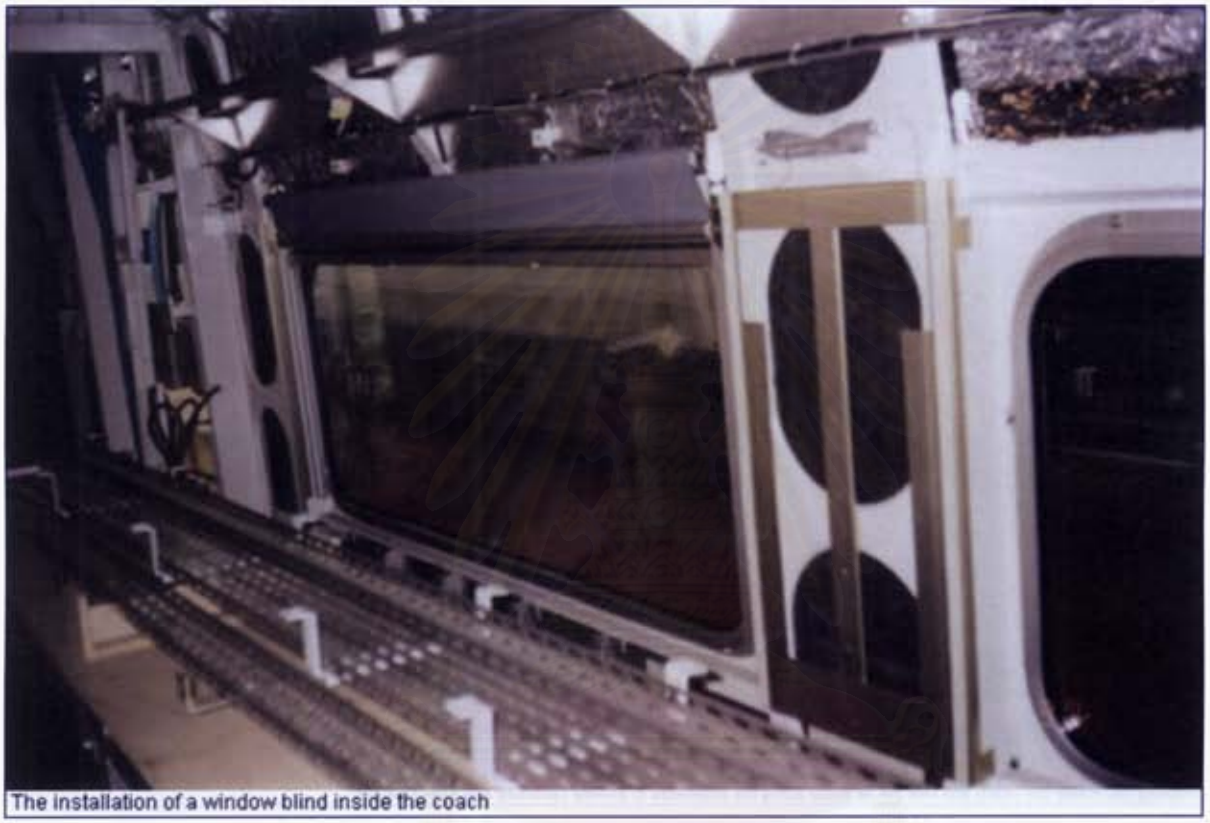
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.44: แสดงการติดตั้งฉนวนภายใน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.45: แสดงพื้นหลังจากติดตั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

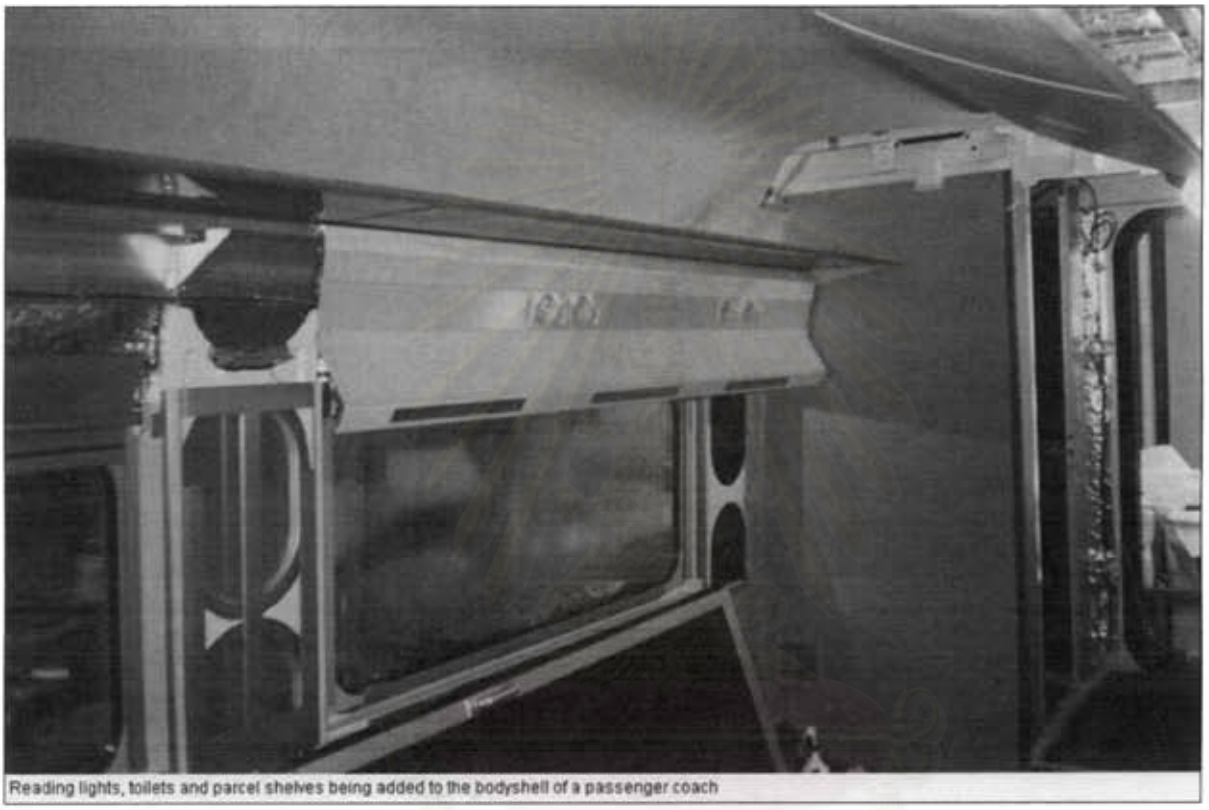


รูปที่ 5.46: แสดงการติดตั้งม่านบังแดดที่กระจก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

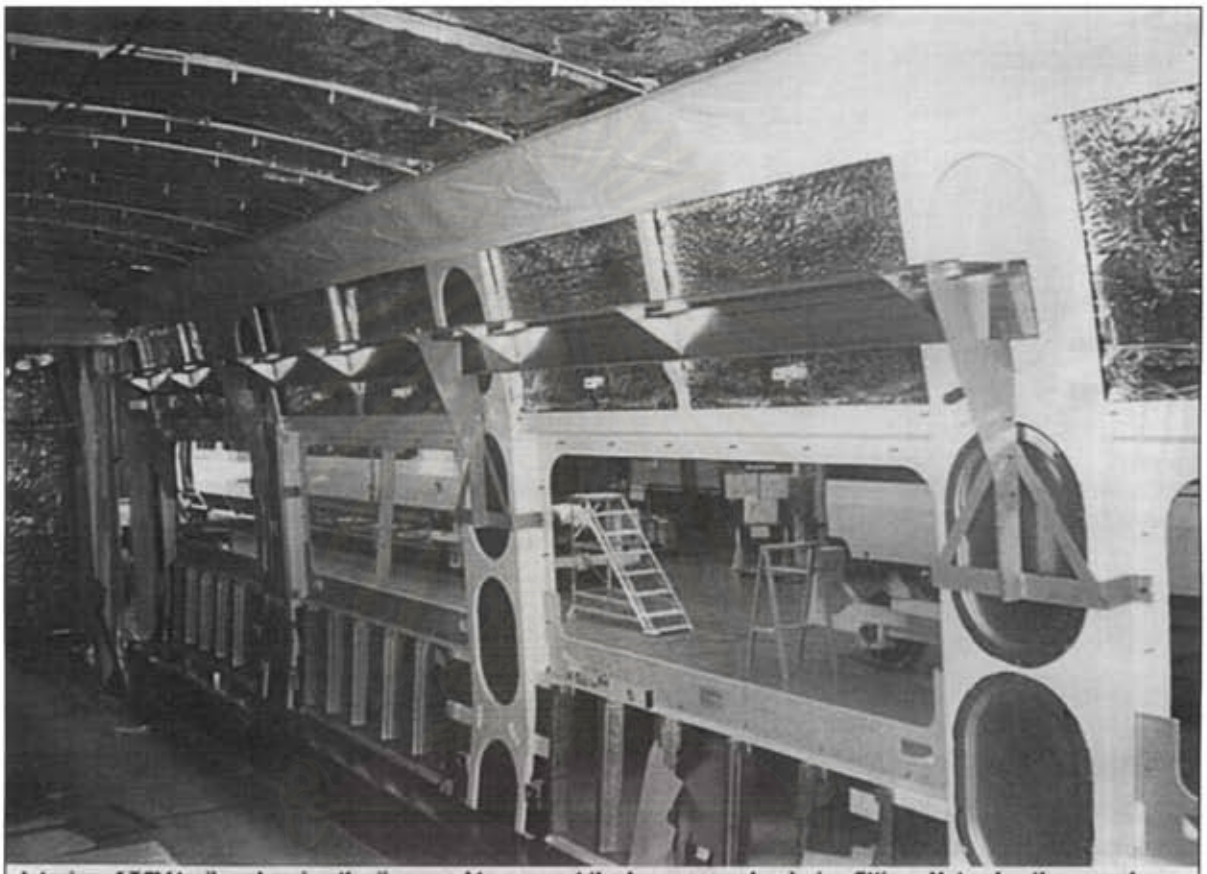
รูปที่ 5.47: แสดงการติดตั้งที่นั่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.48: แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้โดยสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Interior of TGV trailer showing the jigs used to support the luggage racks during fitting. Note also the sound deadening material in the walls and ceiling.

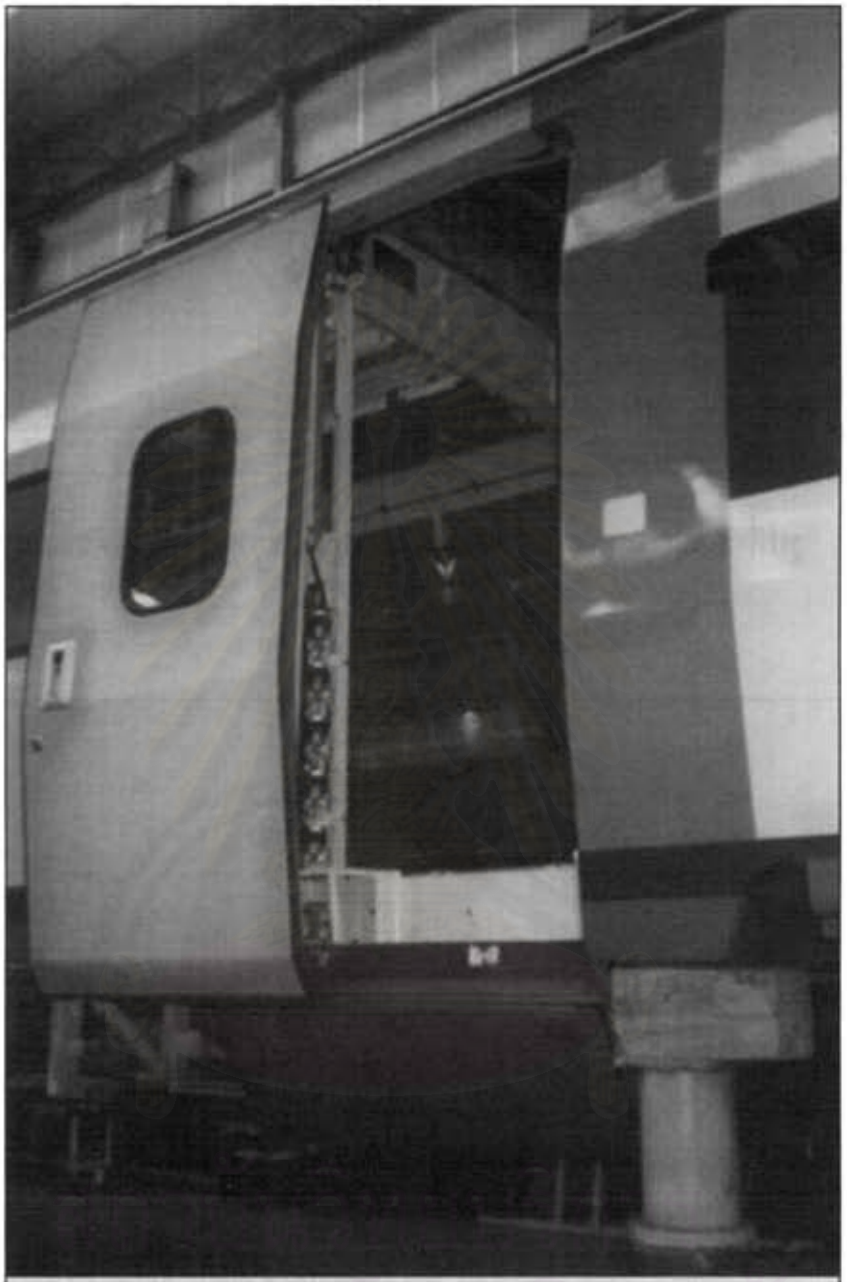
รูปที่ 5.49: แสดงการติดตั้งที่วางของโดยใช้อุปกรณ์จับยึด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Material storage rack on the shop floor with a TGV car behind. Note that all parts are labelled and stacked properly whilst awaiting fitting. Badly stored parts get damaged or lost and large amounts of money can be wasted in this way.

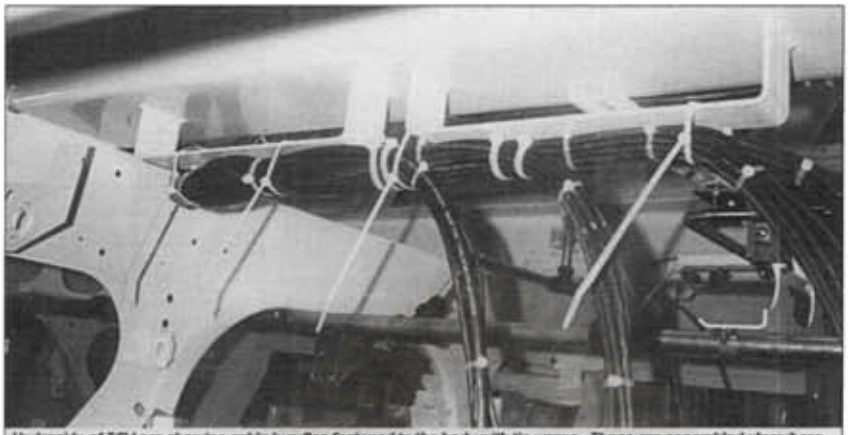
รูปที่ 5.50: แสดงระบบการจัดเก็บชิ้นส่วนในสายการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.51: แสดงการติดตั้งระบบประตู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

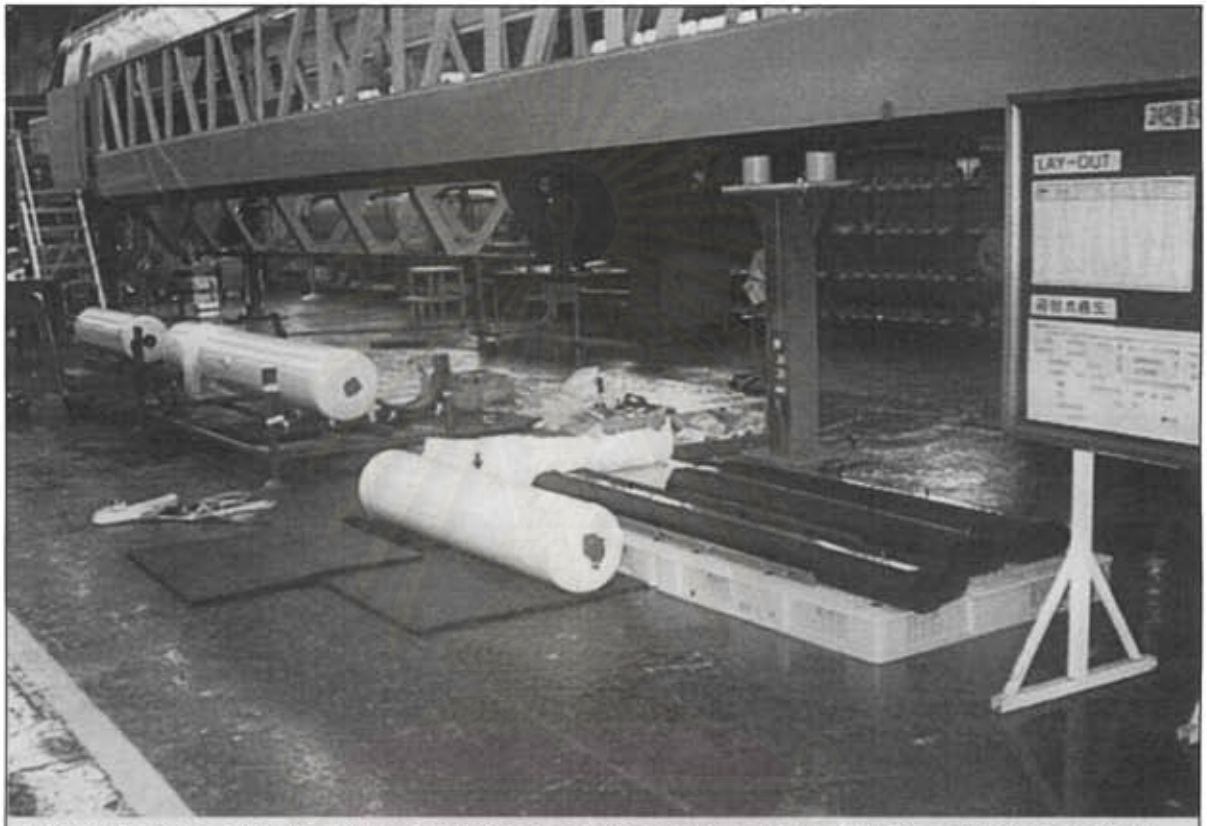


Underside of TGV car showing cable bundles fastened to the body with tie wraps. These are assembled elsewhere and are pulled through on the car.

รูปที่ 5.52: แสดงสายไฟที่ถูกติดตั้งบริเวณฯด้านใต้ของตัวรถ

Undercar piping. Piping is normally prepared away from the car fitting area and is then brought to the car and added at an early stage in the fitting process. Some manufacturers fit piping to the underframe before the body shell is assembled.

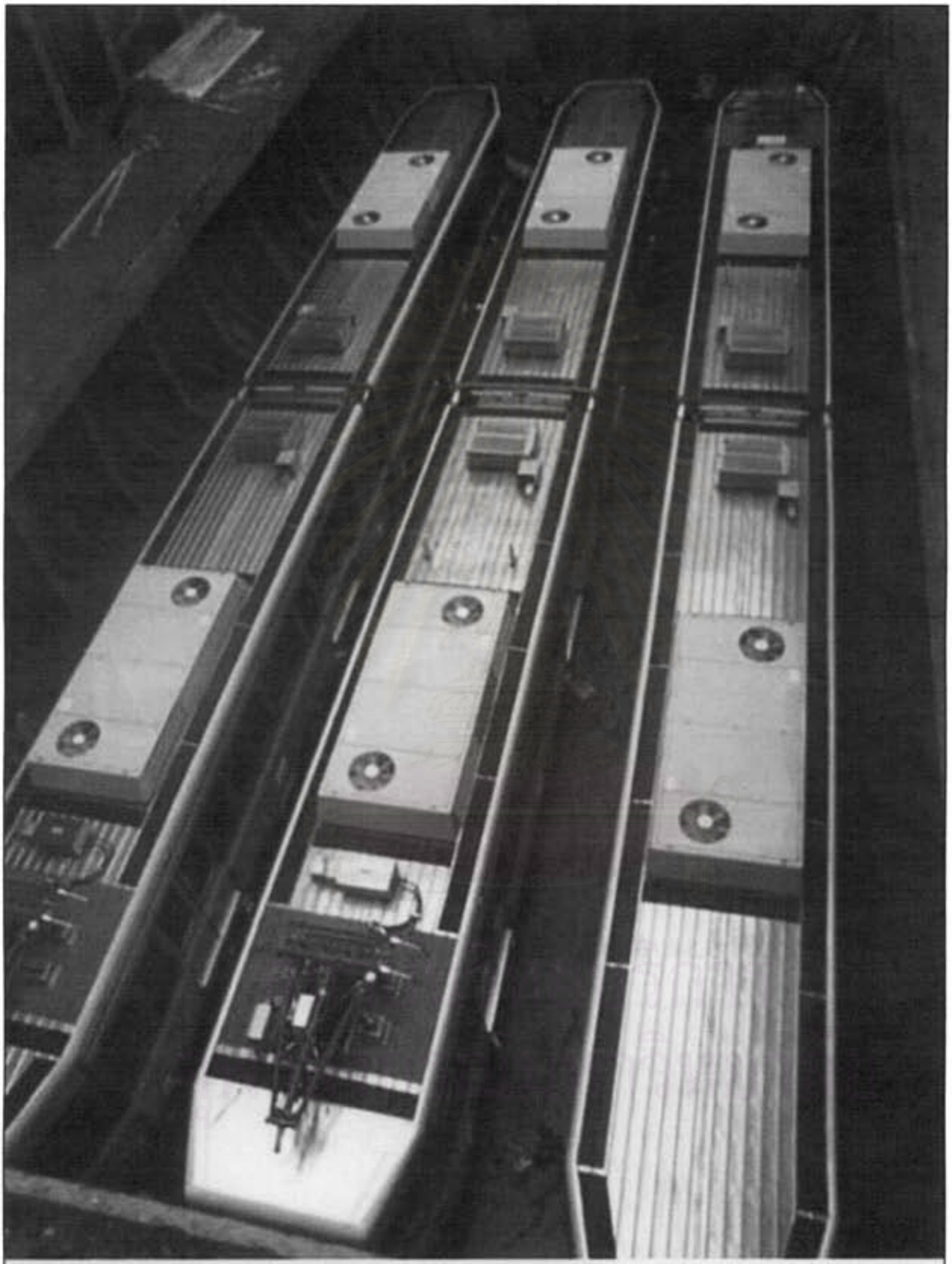
รูปที่ 5.53: แสดงการเดินท่อลมที่ด้านใต้ตัวรถ



TGV power car awaiting the fitting of air reservoirs for the braking system. One has already been fitted while the remainder are lined up on the shop floor, ready for mounting.

รูปที่ 5.54: ถังลมสำหรับติดตั้งในระบบลมที่ด้านใต้ของตัวรถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Light Rail Vehicles packed into the hold of a ship.

รูปที่ 5.55: แสดงการจัดส่งรถไฟฟ้าฯ โดยทางเรือ

A TGV high speed vehicle being moved through the streets to the factory where it will be reunited with its bogies. The vehicle has been lifted off the special trailer used during shipping and placed on to a road trailer as seen here. The route taken by road will have been surveyed to ensure that there are no obstructions like telephone wires and traffic signals which could be damaged. Note that the body corners are supported on jacks to prevent the underframe equipment being damaged by the weight of the car body.

รูปที่ 5.56: แสดงการขนส่งรถไฟฟ้าฯ โดยรถยนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.13 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ สามารถสรุปเบื้องต้น โดยแบ่งตามส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้าฯได้ดังนี้

5.13.1 โครงสร้างฐานและตู้โดยสาร (Underframe and Bodyshell)

1. เทคโนโลยีด้านโลหะวิทยา เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม และ อลูมิเนียม
2. เทคโนโลยีด้านการขึ้นรูปโลหะ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม และอลูมิเนียม (การอัดขึ้นรูป – extrusion)
3. เทคโนโลยีด้านการเชื่อมโลหะ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม และ อลูมิเนียม
4. เทคโนโลยีด้านการสร้างตัวจับชิ้นงาน (assembly jig)
5. เทคโนโลยีด้านการควบคุม (การควบคุมหุ่นยนต์เชื่อมตัวถัง)
6. เทคโนโลยีด้านการวัด (การวัดขนาดมิติและความเที่ยงตรงของตู้โดยสาร)
7. เทคโนโลยีด้านการยืดและปรับรูปร่างของแผ่นโลหะหลังจากการเชื่อม
8. เทคโนโลยีด้านการทำสีตู้โดยสาร เป็นต้น

5.13.2 ภายในตู้โดยสาร (Interior)

1. เทคโนโลยีด้านการขึ้นรูปโลหะ
2. เทคโนโลยีด้านวัสดุ (พลาสติก และวัสดุคอมโพสิต)
3. เทคโนโลยีด้านการขึ้นรูปพลาสติก หรือวัสดุคอมโพสิต
4. เทคโนโลยีด้านการเชื่อมต่อ (bonding)
5. เทคโนโลยีด้านการสร้างตัวจับชิ้นงาน (assembly jig) เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.13.3 แคร่ (Bogie)

มีความซับซ้อนสูงและเกี่ยวพันกับความปลอดภัยมาก

1. เทคโนโลยีด้านโลหะวิทยา (เหล็กกล้า)
2. เทคโนโลยีด้านการขึ้นรูปโลหะ (เหล็กกล้า)
3. เทคโนโลยีด้านการเชื่อมโลหะ (เหล็กกล้า)
4. เทคโนโลยีด้านการวัด (การวัดขนาดมิติและความเที่ยงตรงของแคร่)
5. เทคโนโลยีด้านการตรวจสอบการเสียหายโดยไม่ทำลาย (non-destructive testing)
6. เทคโนดลยีด้านการ machining
7. เทคโนโลยีด้านการทดสอบ เป็นต้น

นอกเหนือจากเทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้น เทคนิคด้านการจัดการในการผลิต รวมทั้งการประกันและควบคุมคุณภาพในการผลิตก็มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งจากรายการของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบหลักๆ ของรถไฟฟ้าฯ ข้างต้น จะเห็นว่า เทคโนโลยีที่ถือว่าเป็นหัวใจในการผลิตรถไฟฟ้าฯคือ

1. เทคโนโลยีด้านโละวิทยาและวัสดุศาสตร์
2. เทคโนโลยีด้านการขึ้นรูปโลหะและพลาสติก
3. เทคโนโลยีด้านการเชื่อมโลหะ (welding)
4. เทคโนโลยีการเชื่อมต่อพลาสติกและ คอมโพสิต (bonding)
5. เทคโนโลยีการควบคุมคุณภาพ
6. เทคโนโลยีด้านการควบคุมและจัดการการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.14 มาตรฐานชิ้นส่วนและอุปกรณ์

มาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดคุณลักษณะ(specification) ของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้การผลิตรถไฟฟ้าฯ มาจากหลายแหล่งด้วยกัน ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ เอง และทั้งมาจากข้อกำหนดของลูกค้า หรือ ประเทศของลูกค้า เช่น ถ้าเป็นผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จากประเทศเยอรมัน ก็มักใช้มาตรฐานของประเทศเยอรมัน (DIN) [10] ร่วมกับมาตรฐานสากล อื่นๆ เช่น UIC (the worldwide international organization of the railway sector) หรือแม้กระทั่งใช้มาตรฐานของบริษัทเองในส่วนที่ยังไม่มีมาตรฐานชัดเจน ในกรณีที่เป็นบริษัทผู้ผลิตจากประเทศ ญี่ปุ่น ก็จะใช้มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS — Japanese industrial standards) เป็นหลักร่วมกับมาตรฐานสากลอื่นๆ

ตัวอย่างของมาตรฐาน ที่ใช้ในส่วนประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของรถไฟฟ้า ซึ่งใช้กับชุดแคร่ (bogie) โครงสร้างหลัก (main structure) และอุปกรณ์ตกแต่ง มีดังแสดงในตารางต่อไปนี้ [11]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[10]Deutsches Institut für Normung

[11]กรณีศึกษาจากชิ้นส่วนรถไฟฟ้า ของโครงการ MRT

Bogie

Relative unit	Standard	Standard detail
RST 0080.C Bogie Complete	DIN EN 10204	Metallic products - Types of inspection documents
	DIN EN 1563	Founding - Spheroidal graphite cast irons
	DIN 5510-1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5510–2	Preventive fire protection in railway vehicles – Part 2: Fire behaviour and fireside effects of materials and parts
	DIN 5510-4	Preventive fire protection in railway vehicles; vehicle design; safety requirements
	DIN 5510-5	Preventive fire protection in railway vehicles; electrical equipment; safety requirements
	DIN 5510-6	Preventive fire protection in railway vehicles; auxiliary measures, emergency brake operating function etc.
	DIN 6700	Welding of Railway Vehicles and Parts Part 1: Basic Terms, Basic Rules Part 2: Qualification of Manufacturer of Welded Rolling Stock Materials – Quality Assurance Part 3: Design Rules Part 4: Rules of Execution Part 5: Quality Requirements Part 6: Materials
	EN 287-1	Approval testing of welders - Fusion welding - Part 1: Steels
	EN 473	Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel -General principles
	EN 13103	Wheelsets and bogies – Non-powered axles – Design methods
	EN 13104	Wheelsets and bogies – Powered axles – Design methods
	EN 60529	Specification for classification of degrees of protection provided by enclosures (IP codes)
	IEC 61133	Test methods for Thermal/Electric Rolling Stock upon Completion of Construction
	IEC 61373	Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests and before entry into Service
	ISO 1005-3	Railway rolling stock material -- Part 3: Axles for tractive and trailing stock --Quality requirements
	ISO 2631-1	Mechanical vibration and shock -- Evaluation of human exposure to wholebody vibration -- Part 1: General requirements
	UIC 515-0	Passenger rolling stock - Trailer bogies - Running gear
	UIC 515-1	Passenger rolling stock - Trailer bogies - Running gear - General provisions applicable to the components of trailer bogies
	UIC 515-4	Passenger rolling stock - Trailer bogies - Running gear - Bogie frame structure strength tests
	UIC 811-1	Technical specification for the supply of axles for tractive and trailing stock
	UIC 812-2	Solid wheels for tractive and trailing stock – Tolerances
	UIC 812-3	Technical specification for the supply of solid wheels in rolled non-alloy steel for tractive and trailing stock
	UIC 897-11	Technical specification for the acceptance of welders for fusion welding of steels

รูปที่ 5.57: มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชุดแคร่ (bogie)

Carbody Main Structure

Relative unit	Standard	Standard detail
RST 0030.A Electro-Mechanical Arrangement-Under-Floor Equipment	DIN 5510 Part 1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5510 Part 2	Preventive fire protection in railway vehicles; fire behaviour and fire side effects of materials and parts classification, requirements and test methods
	ISO 13920	Welding – General tolerances for welded constructions – Dimensions for lengths and angles, shape and position
	IEC 61373	Railway applications; Rolling stock equipment; Shock and vibration tests
	EN 50124-1	Railway applications – Insulation coordination Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures
RST 0036.B Underfram Cable Conduit & Ducting	DIN 5510 part 1	Preventive fire protection in railways vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5510 part 2	Preventive fire protection in railways vehicles; fire behaviour and fire side effects of materials and parts classification, requirements and test methods
	EN 50125-1, part 4.11	Railway applications – Environmental conditions for equipment Part 1 Equipment on board rolling stock
	EN 50343, part 5.1	Railway applications - Rolling stock, Rules for installation of cabling
	EN 50343, part 5.2.1	Railway applications - Rolling stock, Rules for installation of cabling
	EN 50343, part 5.11	Railway applications - Rolling stock, Rules for installation of cabling
	EN 50343, part 5.15	Railway applications - Rolling stock, Rules for installation of cabling
	DIN EN 61373	Railway applications; Rolling stock equipment; Shock and vibration tests
RST 0037.A Cables	DIN VDE 0295	Conductor for Power Supply and Propulsion ;class 5
	IEC 60 228	Conductor for Power Supply and Propulsion ;class 5
	IEC 228	1. Conductor For Protected Laying in Closed Wiring Conduit Systems ; class 5 2. Conductor For Power Supply and Control with Unprotected Laying ; class 5
RST 0038.C Contractors, Control Switches and Protection Devices	DIN EN 50012	The terminal designations
	DIN IEC 60068, Part2-6	Environmental testing-Part 2: Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal); Shock and vibration tests
	DIN IEC 60068,Part 2-30	Basic encironmental testing procedures. Part 2 : Tests. Test Db and guidance: Damp heat cyclic (12 + 12- hour cycle); Shock and vibration tests
	IEC 601709	Electronic components- Reliability
	IEC 60947	Rated control supply voltages ;lower tolerance range limit
	IEC 60947-5-1	3TF, 3TG ,3TK,3TC,3TB contactors - Rated insulation voltage Ui (pollution degree 3)
	DIN VDE 0660 Part 200	1.3TF, 3TG, 3TK, 3TC, 3TB contactors - Rated insulation voltage Ui (pollution degree 3) 2. 3TB50 to 3TB56 contactors with DC solenoid system - design
	IEC 60158-1	1.3TF, 3TG, 3TK, 3TC, 3TB contactors - Rated insulation voltage Ui (pollution degree 3) 2. 3TB50 to 3TB56 contactors with DC solenoid system - design
	IEC 60947-1	Degree of protection

รูปที่ 5.58: มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนโครงสร้างตู้โดยสาร (body structure)

	DIN 40050	Degree of protection
	DIN 46231	Pin-end connector
	DIN VDE 0106 Part 101	Safe isolation between coil and main
	EN 60947-4-1 (VDE 0660 Part 102).	Design for 1.Contactors for Switching Motors 2.Contactor Assemblies 3.Contactors for Special Applications
	DIN VDE 0106 Part 100	safe from touch for 1.Contactors for Switching Motors 2.Contactor Assemblies 3.Contactors for Special Applications- except 3TC74 single-pole contactors,3TC78 2-pole contactors for switching DC voltage
	IEC 60077	3T contactors with extended tolerance 0.7 to 1.25 ˙ Us -design for specifications
RST 0046.C Inter Car Gangway	DIN 5510-1:1988	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN EN ISO 4014	Hexagon head bolts
RST 0063.B Emergency Equipment	DIN 838-22x24	Double-ended ring spanner
RST 0065.A Locks and Keys		
RST 0066.C Car Body Structure	EN 287-1	Steel Welder Qualifications
	DIN 6700	Welding of Railway Vehicles and Parts Part 1: Basic Terms, Basic Rules Part 2: Qualification of Manufacturer of Welded Rolling Stock Materials – Quality Assurance Part 3: Design Rules Part 4: Rules of Execution Part 5: Quality Requirements Part 6: Materials
	EN 473	Qualifications of Personnel Performing Non-Destructive Testing
	Siemens SGP-Standard AA00_75101241	Material Properties Car Shell
	Siemens SGP –Standard W01_75101245	Consumable Welding Mate
RST 0073.A Underframe Equipment	DIN 17671-1	Wrought Copper and Copper Alloy Tubes; Properties
	DIN 2856	Capillary Soldering Fittings
	DIN 59753	Tubes of wrought copper and copper alloys for capillary soldering, seamless drawn - Dimensions
	DIN 982	Prevailing Torque Type Hexagon Nuts with Non-Metallic Inserts
	EN 12663	Structural Requirements of Railway Vehicle Bodies
	ÖNORM M 7826	Soldering and Brazing of Copper Pipes used for Installation Purposes – Filler Metals & Fluxes
	ISO 4017	Hexagon head screws - Product grades A and B
RST 0074.A Roof Equipment Installation		
RST 0075.B Painting	DIN 5510-1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.59: มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนโครงสร้างตู้โดยสาร (body structure) (ต่อ)

Car Interior

Relative unit	Standard	Standard detail
RST 0019.A Car Interior Description	UIC 566	Stresses and Loads on Passenger Cars
	DIN 5510-1	Preventative Fire Protection in Rail Vehicles
RST 0020.B Insulation Passenger Compartment	DIN 5510-1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5512-3	Stainless steel flats for use in rail vehicle construction
RST 0021.A Ceiling	DIN 5510-1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5512-3	Stainless steel flats for use in rail vehicle construction
	DIN 5513	Materials for rail vehicles; aluminium and aluminium alloys
	DIN 25200	Screws, bolts and nuts for rail vehicles - Summary
	UIC 566	Loadings of coach bodies and their components
RST 0022.A Stanchions and Handrails	DIN 5510-1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5512-3	Stainless steel flats for use in rail vehicle construction
	DIN 5513	Materials for rail vehicles; aluminium and aluminium alloys
	DIN 25200	Screws, bolts and nuts for rail vehicles - Summary
	UIC 566 OR	Loadings of coach bodies and their components
RST 0035.B Fire Extinguisher	BS EN 3-1	Portable fire extinguishers. Description, duration of operation, class A and B fire test
	BS EN 3-2	Portable fire extinguishers. Tightness, dielectric test, tamping test, special provisions
	BS EN 3-3	Portable fire extinguishers. Construction, resistance to pressure, mechanical tests
	BS EN 3-4	Portable fire extinguishers. Charges, minimum required fire
	BS EN 3-5	Portable fire extinguishers. Specification and supplementary tests
	BS EN 3-6	Portable fire extinguishers. Provisions for the attestation of conformity of portable fire extinguishers in accordance with BS EN 3 Part 1 to Part 5
RST 0040.A Floor	DIN5510	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire Preventive measures and certification
	ASTM 119-88	Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials
	NFPA 130	Fixed Guideway Transit Systems
	DIN5513	Materials for rail vehicles; Aluminium and aluminium alloys
	DIN5512	Stainless steel flats for use in railway vehicle construction
	DIN 25200	Screws, bolts and nuts for rail vehicles-Summary
RST 0041.A Draught Screen	BS 476 Part 7-2Y	Fire tests on building materials and structures - Method of test to determine the classification of the surface spread of flame of products
	DIN 25200	Screws, bolts and nuts for rail vehicles - Summary
	DIN EN 356 (prDIN 52290-4)	Glass in building - Security glazing - Testing and classification of resistance against manual attack
	DIN 5510 Part 1	Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
	DIN 5510 Part 2	Preventive fire protection in railway vehicles; Fire behaviour and fire side effects of materials and parts classification, requirements and test methods
	DIN 5512 Part 3	Stainless steel flats for use in rail vehicle construction
	DIN 5513	Materials for rail vehicles; aluminium and aluminium alloys
	UL 94-V1	Test for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances
RST 0042.B Interior Lettering		
RST 0054.A Interior Cladding		
RST 0055.C Seats		

รูปที่ 5.60: มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนตกแต่งภายใน (car interior)

5.15 ข้อสังเกต

หากผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนของไทย (parts suppliers) ไม่ว่าจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมใด มีความต้องการผลิตชิ้นส่วนให้กับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ต่างชาติ ซึ่งเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยี คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ ที่จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจ เกี่ยวกับมาตรฐานของชิ้นส่วนที่ต้องการผลิตขาย สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ หรือตลาดในต่างประเทศ และจำเป็นต้องดำเนินการ เพื่อให้มีการรับรองมาตรฐานตามที่บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ กำหนด ซึ่งในที่สุดก็จะทำให้เกิดความจำเป็น ที่จะต้องมีศูนย์ทดสอบมาตรฐานชิ้นส่วน เพื่อรับรองมาตรฐานให้กับชิ้นส่วนเหล่านั้น ซึ่งในช่วงเริ่มต้นที่จำนวนชิ้นส่วนในประเทศ (local content) ยังไม่มากนัก อาจใช้วิธีส่งชิ้นส่วนไปทดสอบในต่างประเทศ แต่ก็อาจจะประสบปัญหาด้านการแนะนำด้านเทคนิค หากชิ้นส่วนที่ทดสอบไม่ผ่านมาตรฐาน จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพัฒนาชิ้นส่วนให้สามารถผ่านมาตรฐานได้ ดังนั้น การพัฒนาผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาชิ้นส่วนของรถไฟฟ้าฯ ขึ้นในประเทศด้วย ควบคู่ไปกับการมีศูนย์ทดสอบชิ้นส่วน

ในมุมมองของระบบมาตรฐานของชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศ พบว่ามีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดมาตรฐานชิ้นส่วนของรถไฟฟ้าฯในประเทศขึ้น เพื่อรองรับกับอุตสาหกรรมที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้มาตรฐานชิ้นส่วนในประเทศมีมาตรฐานที่ชัดเจน และเทียบเคียงได้กับมาตรฐานของผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯในต่างประเทศ ในการจัดตั้งมาตรฐานของชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯขึ้นในประเทศไทยจะต้องมีการประชุมหารือกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯในประเทศ เพื่อหาข้อสรุปว่าจะใช้มาตรฐานใดในระดับนานาชาติ เป็นตัวเทียบเคียง ทั้งนี้อาจเกิดความยุ่งยากได้ หากมีบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯในประเทศมากกว่าหนึ่งราย และแต่ละบริษัทนั้นใช้มาตรฐานอ้างอิงกับมาตรฐานของประเทศตัวเองเป็นส่วนใหญ่

ทั้งนี้หากรัฐบาลต้องการดำเนินการ เพื่อพัฒนาผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศ อาจดำเนินการร่วมไปกับ โครงการของชิ้นส่วนรถยนต์ได้ เนื่องจากมีความคล้ายกันอยู่พอสมควร โดยสรุปสิ่งที่จำเป็น ดังนี้

1. ส่งเสริมและจัดตั้งระบบมาตรฐานชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศขึ้น ดำเนินการโดยสำนักงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

2. ดำเนินการอบรม และยกระดับความสามารถของวิศวกร และพนักงานของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน ด้านวิธีการผลิตและคุณภาพ
3. ส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ เพื่อให้เกิดการพัฒนาความรู้ด้านวิศวกรรม และยกระดับมาตรฐานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอย่างยั่งยืน และสร้างผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้ในประเทศ
4. จัดตั้งศูนย์ทดสอบชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศ

5.16 แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

การผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยทั่วไปอยู่ในรูปแบบที่ บริษัทผู้ผลิตฯ ซื้อส่วนประกอบ และอุปกรณ์หลาย ๆส่วนจาก บริษัทอื่น ๆ (suppliers) แล้วนำมาประกอบที่โรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ของตน โดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ จะทำหน้าที่ออกแบบ ประกอบ และผลิตบางชิ้นส่วนเอง เช่น โครงสร้างตู้โดยสาร และ โบกี้ แต่ก็มีบางบริษัทที่ผลิตเพียงโครงสร้างตู้โดยสารเองเพียงอย่างเดียว หรืออาจไม่ได้ผลิตชิ้นส่วนเองก็ได้ บริษัทแบบหลังนี้ ทำหน้าที่เป็นเพียง ผู้ออกแบบ และรวบรวมระบบ (system integrator) และ ผู้ประกอบ (assembler) หรือ อาจเป็นเพียง ผู้ประกอบ (assembler) เพียงอย่างเดียวเท่านั้นส่วนแนวทางการผลิตและประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยนั้น เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจ ในที่นี้จะแบ่งการผลิตรถไฟฟ้าฯ ที่น่าจะเป็นไปได้ ออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

1. การประกอบตัวรถไฟฟ้าฯ (A, car assembly) มีส่วนที่เกี่ยวข้อง คือ
   - Car interior
   - Car exterior
   - Operator's cab (ส่วนภายในและภายนอก)
   - Coupler

- Door
- Lighting
- Air conditioning and ventilation system
- Pneumatic system (Air supply system)
- Electrification and power supply system
- Communication and monitoring system
- Train control and signaling system

งานในส่วนการประกอบ คือ การนำส่วนประกอบหลัก ๆ ข้างต้นมาประกอบเข้ากับ โครงสร้างตู้โดยสารและนำตู้โดยสารที่ประกอบส่วนต่าง ๆสำเร็จแล้วมาวางและยึดติดกับแคร่ที่ประกอบมาเสร็จแล้ว จากนั้นจึงนำตู้โดยสารหลาย ๆตู้มาเชื่อมต่อกันด้วยตัวเชื่อมต่อ (Coupler) จนเป็นขบวนรถไฟฟ้าฯที่ต้องการ

2. การผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร (S, structure and body) โดยเมื่อนำเอากลุ่มส่วนประกอบของรถไฟฟ้าฯทั้ง 16 กลุ่ม มาพิจารณาแล้ว พบว่า มีกลุ่มที่เกี่ยวข้อง คือ

- Car train main frame
- Car body main structure
- Operator's cab (เฉพาะส่วนโครงสร้าง)

งานในการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร คือ การนำเอาชิ้นส่วนต่าง ๆของโครงสร้างมาประกอบกันด้วยวิธีการเชื่อม จนได้เป็นชิ้นส่วนใหญ่ ๆ คือ เฟรมด้านล่าง หลังคา โครงสร้างผนังด้านข้าง และ โครงสร้างด้านหัวและท้ายของขบวนรถ จากนั้นจึงนำชิ้นส่วนเหล่านี้มาประกอบกันโดยใช้การเชื่อมจนเป็นตู้โดยสาร

3. การผลิตแคร่หรือโบกี้ (B, bogie) มีส่วนที่เกี่ยวข้อง คือ

- Bogie
- Brake system

- Traction system

งานในการผลิตแคร่ คือ การนำชิ้นส่วนเหล็กกล้ามาเชื่อมเข้าด้วยกันจนเป็นโครงสร้างของแคร่ และนำส่วนประกอบของแคร่ เช่น ล้อและเพลา ระบบกันสะเทือน รวมทั้งระบบอื่นๆ เช่น ระบบเบรกและขับเคลื่อน ประกอบเข้าไปบนโครงสร้างของแคร่

5.16.1 ทางเลือกแบบ A: สร้างเฉพาะโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ

ในแนวทางนี้มีแนวคิดคือ จัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯขึ้นเท่านั้นในช่วงเริ่มต้นอาจยังไม่มีการผลิตชิ้นส่วนในประเทศแต่อย่างใด ชิ้นส่วนทั้งหมดถูกนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อให้สามารถเริ่มผลิตได้อย่างรวดเร็ว โดยอาจใช้เวลาเตรียมการเพียง 1 ถึง 1.5 ปี แต่หากต้องการส่งเสริมให้ใช้ชิ้นส่วนในประเทศ จะต้องมีการพัฒนาผู้ผลิตชิ้นส่วนด้วย ซึ่งอาจเริ่มทำในช่วงถัดไป หรือตั้งแต่ก่อนเริ่มผลิตก็ได้ขึ้นกับเวลาเตรียมการที่มี เพราะว่า ถ้าหากต้องการจัดหาชิ้นส่วนในประเทศแล้ว จะต้องมีเวลาอย่างน้อย 1.5 ถึง 2 ปี โดยกลุ่มชิ้นส่วนที่ มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตในประเทศ และนำมาประกอบในโรงงานประกอบได้ คือ

1. Operator's cab (เฉพาะส่วนตกแต่งภายในและภายนอก)
2. Car interior
3. Car exterior

หากทำตามแนวทางนี้แล้ว มีแนวโน้มที่จะผลิตชิ้นส่วนในประเทศได้ทั้งสิ้นอย่างน้อย 120 รายการ (จากการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ 564 ชิ้น ตามรายละเอียดในหัวข้อ การวิเคราะห์รายการชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ เบื้องต้น) จากจำนวนทั้งหมดกว่า 3000 รายการของรถไฟฟ้าฯ

ระยะเวลาในการเตรียมการ

ใช้เวลาในการเตรียมการผลิตน้อยกว่าทางเลือกที่หนึ่ง (S/B/A) และสอง (S/A) เนื่องจากมีการสร้างโรงงานประกอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการเตรียมการผลิตทั้งการออกแบบและ

ก่อสร้างโรงงาน รวมทั้งการอบรมบุคคลากร และการจัดหาชิ้นส่วน ประมาณ 1.5 ถึง 2ปี และในช่วงที่เริ่มมีการประกอบแล้วสามารถเพิ่มจำนวนของชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศควบคู่กันไปได้

ข้อดี

- ใช้เวลาเตรียมการไม่มากนัก สามารถเริ่มดำเนินการได้เร็ว คือใช้เวลาประมาณ 1.5 ถึง 2ปี
- ใช้เงินลงทุนน้อยกว่าแนวทางอื่น ๆ
- ถือเป็นก้าวแรกของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศไทย ซึ่งต่อไปมีแนวโน้มที่จะสามารถต่อยอดไปตามแนวทางที่สองและหนึ่งได้ในอนาคต

ข้อเสีย

- เกิดการถ่ายทอดทางเทคโนโลยีน้อยกว่าแนวทางอื่น แต่ก็เพียงพอสำหรับช่วงเริ่มต้น ของอุตสาหกรรม เนื่องจากผู้ผลิตได้เรียนรู้ถึงชิ้นส่วนต่าง ๆของรถไฟฟ้าฯ ทำให้สามารถพัฒนางานด้านการบำรุงรักษาได้ดีขึ้น เพื่อสามารถใช้คนไทยแทนคนงานต่างประเทศ ในงานด้านบำรุงรักษาได้

ปัญหาและข้อจำกัด

- ปัญหาด้านวิศวกรรมมีน้อย

ความเป็นไปได้

- สูง เนื่องจากยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากนัก ชิ้นส่วนจำนวนมากได้รับการนำเข้า มาจากต่างประเทศเพื่อนำมาประกอบในเมืองไทยเท่านั้น

5.16.2 ทางเลือกแบบ A/S : สร้างโรงงานผลิตตู้โดยสาร และโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ

ทางเลือกนี้โรงงานผลิตรถไฟฟ้าฯในประเทศไทย จะผลิตโครงสร้างของตู้โดยสาร แล้วนำส่วนประกอบอื่น ๆ รวมทั้ง แคร่มาประกอบลงบนโครงสร้างตู้โดยสารในโรงงานประกอบ

ในทางเลือกนี้มีกลุ่มของส่วนประกอบรถไฟฟ้าที่มีแนวโน้มว่าจะผลิตในเมืองไทย คือ

1. Car train main frame
2. Car body main structure
3. Operator's cab
4. Car interior
5. Car exterior

หากทำตามแนวทางนี้ จะมีแนวโน้มที่จะผลิตชิ้นส่วนในประเทศได้ทั้งสิ้นอย่างน้อย 329 รายการ (จากการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ 564 ชิ้น ตามรายละเอียดในหัวข้อ การวิเคราะห์รายการชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ เบื้องต้น) จากจำนวนทั้งหมดกว่า 3000 รายการของรถไฟฟ้าฯ

ระยะเวลาในการเตรียมการ

ใช้เวลาในการเตรียมการผลิต น้อยกว่าทางเลือกที่หนึ่ง (S/B/A) แต่มากกว่าทางเลือกที่สาม (A) เนื่องจากยังต้องมีการสร้างโรงงานสองส่วน คือ ส่วนของการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร และ โรงงานประกอบ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการเตรียมการผลิตทั้งการออกแบบและก่อสร้างโรงงาน รวมทั้งการอบรมบุคคลากร 2-3 ปี และหากต้องการเพิ่มจำนวนของชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศ จำเป็นต้องมีการพัฒนาความสามารถของบริษัทในประเทศให้พร้อม ซึ่งต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก

ข้อดี

- มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (การผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร) พอสมควร
- เทคโลโยยีการผลิตตู้โดยสารนี้อาจนำไปใช้กับรถไฟ ในส่วนที่ รฟท ดูแลได้ด้วย
- สามารถพัฒนาศักยภาพไปสู่การเป็นผู้ผลิตและปรับปรุง (Renewal) ตู้โดยสารได้

ข้อเสีย

- ใช้เวลาในการเตรียมการผลิตพอสมควร ในการเตรียมวิศวกร คนงาน และ บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน (Supplier) ในประเทศ (ในกรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนในประเทศ)

ปัญหาและข้อจำกัด

- การขาดความรู้และทักษะของคนงาน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้จากการอบรม เพื่อเพิ่มความรู้และทักษะแก่คนงาน
- เทคโนโลยีการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร เช่น หากใช้เหล็กกล้าไร้สนิมจะมีข้อจำกัดด้านทักษะในการปรับแต่งโลหะผิวด้านนอก ให้เป็นไปตามแบบ หลังจากมีการบิด หรือยืดตัวหลังการเชื่อม และหากใช้อลูมิเนียมจะมีปัญหาด้านเทคโลยีในการอัดขึ้นรูป (extrusion) ที่เมืองไทยยังไม่สามารถผลิตชิ้นส่วน ที่ยาวจากการอัดขึ้นรูป (extrusion) และ เทคโนโลยีการเชื่อมอลูมิเนียมที่มีขนาดใหญ่และยาวที่ยังไม่มีความชำนาญ
- ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องผ่านมาตรฐานตามข้อกำหนดสากลและของผู้ผลิต

ความเป็นไปได้

- ปานกลาง เนื่องจากต้องมีการเตรียมการผลิตตู้โดยสาร อาจทำให้ยังไม่พร้อมในช่วงเริ่มต้น แต่อาจเริ่มเป็น เฟสที่สองของแผนพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ได้

5.16.3 ทางเลือกแบบ A/S/B : สร้างโรงงานผลิตตู้โดยสาร แคร่ และ โรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ

ในทางเลือกนี้โรงงานผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยจะเป็นแบบเต็มรูปแบบ (Full scale) คือ ผลิตส่วนประกอบหลัก ๆ ที่ผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯรายใหญ่มักเป็นผู้ผลิตเอง คือ โครงสร้างตู้โดยสารและแคร่ และเอาส่วนประกอบอื่น ๆมาประกอบเข้ากับโครงสร้างตู้รถไฟฟ้า จากข้อมูลที่ได้สอบถามไปทางผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ หากเมืองไทยต้องการสร้างโรงงานและดำเนินงานการผลิตแบบเต็มรูปแบบนี้ต้องมี ความต้องการรถไฟฟ้าฯ ต่อปี มากกว่า 800 ตู้โดยสาร ในทางเลือกนี้มีกลุ่มของส่วนประกอบรถไฟฟ้าที่มีแนวโน้มว่าจะผลิตในเมืองไทย คือ

1. Car train main frame
2. Car body main structure
3. Operator's cab
4. Bogie ส่วนใหญ่เป็นงานการผลิตโครงสร้างของแคร่ และการประกอบชิ้นส่วนของแคร่ ส่วนประกอบของเบรกและระบบขับเคลื่อน ที่มีแนวโน้มว่าจะนำเข้ามาจากต่างประเทศ
5. Car interior
6. Car exterior

หากทำตามแนวทางข้างต้นนี้แล้ว จะมีแนวโน้มที่จะผลิตชิ้นส่วนในประเทศได้อย่างน้อย 443 รายการ (จากการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่ 564 ชิ้น ตามรายละเอียดในหัวข้อการวิเคราะห์รายการชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ เบื้องต้น) จากจำนวนทั้งหมดกว่า 3000 รายการของรถไฟฟ้าฯ

ระยะเวลาในการเตรียมการ

ใช้เวลาในการเตรียมการผลิตนานกว่าทางเลือกอีกสองทางที่เหลือ (A และ A/S) เนื่องจากต้องมีการสร้างโรงงานถึง สามส่วน คือ ส่วนของการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร โรงงานผลิตแคร่ และโรงงานประกอบ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการเตรียมการผลิตทั้งการออกแบบและก่อสร้างโรงงาน รวมทั้งการอบรมบุคคลากร ไม่ต่ำกว่า 4 ปี และหากต้องการเพิ่มจำนวนของชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศจำเป็นต้องมีการพัฒนาความสามารถของบริษัทในประเทศให้พร้อม ซึ่งต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก

ข้อดี

- ผู้ผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศมีการพัฒนาความสามารถสูง เนื่องจากอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตในเมืองไทย และมีการถ่ายทอดเทคโนโลยี
- มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีสูง (ทั้งการผลิตโครงสร้างตู้โดยสารและแคร่) ทำให้สามารถต่อยอดไปสู่การออกแบบชิ้นส่วนหลักทั้งสองต่อไปได้ในอนาคต

- ในอนาคตทำให้เราสามารถพึ่งพาตัวเองด้านเทคโนโลยีการผลิตรถไฟฟ้าฯได้ และอาจนำไปสู่การมีบริษัทออกแบบและผลิตรถไฟฟ้าฯ สัญชาติไทยในอนาคต

ข้อเสีย

- ต้องใช้เวลาในการเตรียมการมาก โดยส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องการอบรมวิศวกรและคนงาน ทั้งของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าเอง และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน (Supplier) ในประเทศ (ในกรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนในประเทศ) ทำให้อาจไม่สอดคล้องกับแผนการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯของรัฐได้
- ใช้เงินลงทุนสูง

ปัญหาและข้อจำกัด

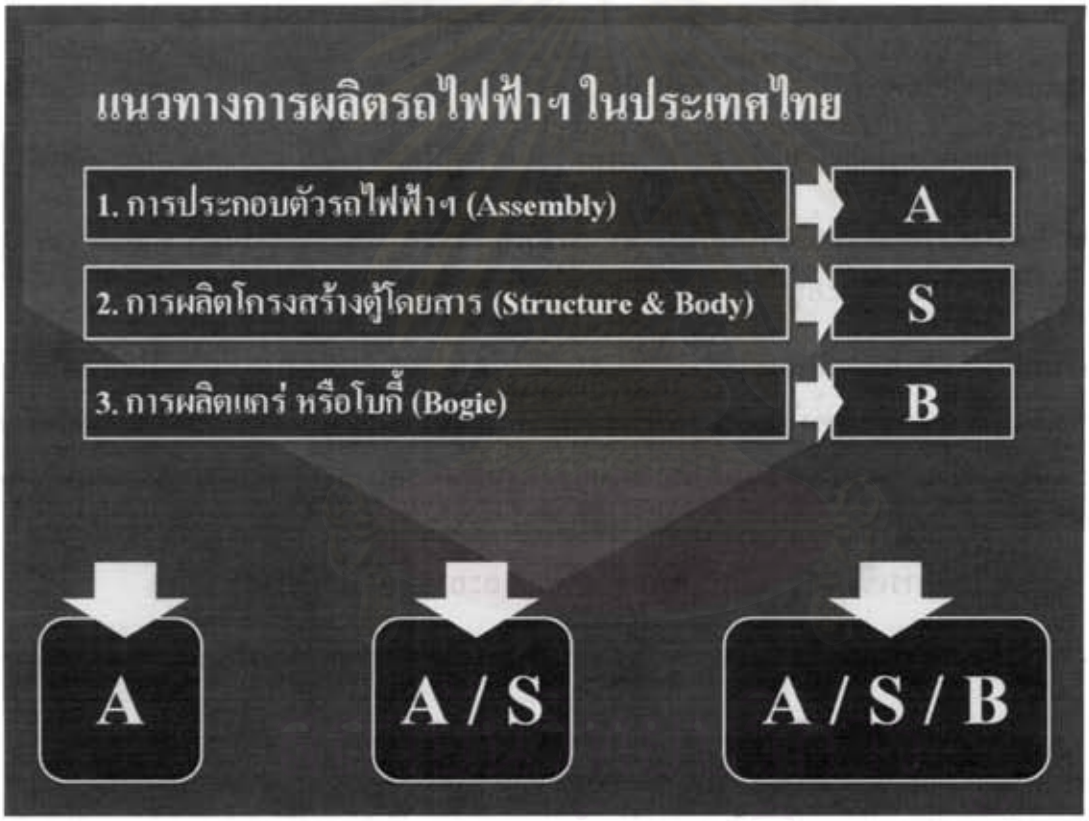
- ยังขาดเทคโนโลยีการผลิตแคร่ เช่น เทคโนโลยีด้านโลหะวิทยา และเทคนิคการเชื่อม
- ปริมาณการผลิตแคร่อาจไม่คุ้มทุน คือ บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯรายใหญ่ ๆ จะมีโรงงานสำหรับผลิตแคร่โดยเฉพาะอยู่แล้ว ทำให้อาจไม่คุ้มที่จะสร้างแห่งใหม่เพิ่มขึ้นในเมืองไทย
- เทคโนโลยีในการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร เช่น หากใช้เหล็กกล้าไร้สนิม จะมีข้อจำกัดในด้านทักษะในการปรับแต่งโลหะผิวด้านนอกให้เป็นไปตามแบบ หลังจากมีการบิดหรือยืดตัวหลังการเชื่อม และหากใช้อลูมิเนียมจะมีปัญหาด้านเทคโลยีในการอัดขึ้นรูป (extrusion) ที่เมืองไทยยังไม่สามารถผลิตชิ้นส่วน ที่ยาวขนาดรถไฟฟ้าฯได้จากการอัดขึ้นรูป (extrusion) และเทคโนโลยีการเชื่อมอลูมิเนียมที่มีขนาดใหญ่และยาวที่ยังไม่มีความชำนาญ
- ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องผ่านมาตรฐานตามข้อกำหนดสากลและของผู้ผลิต

ความเป็นไปได้

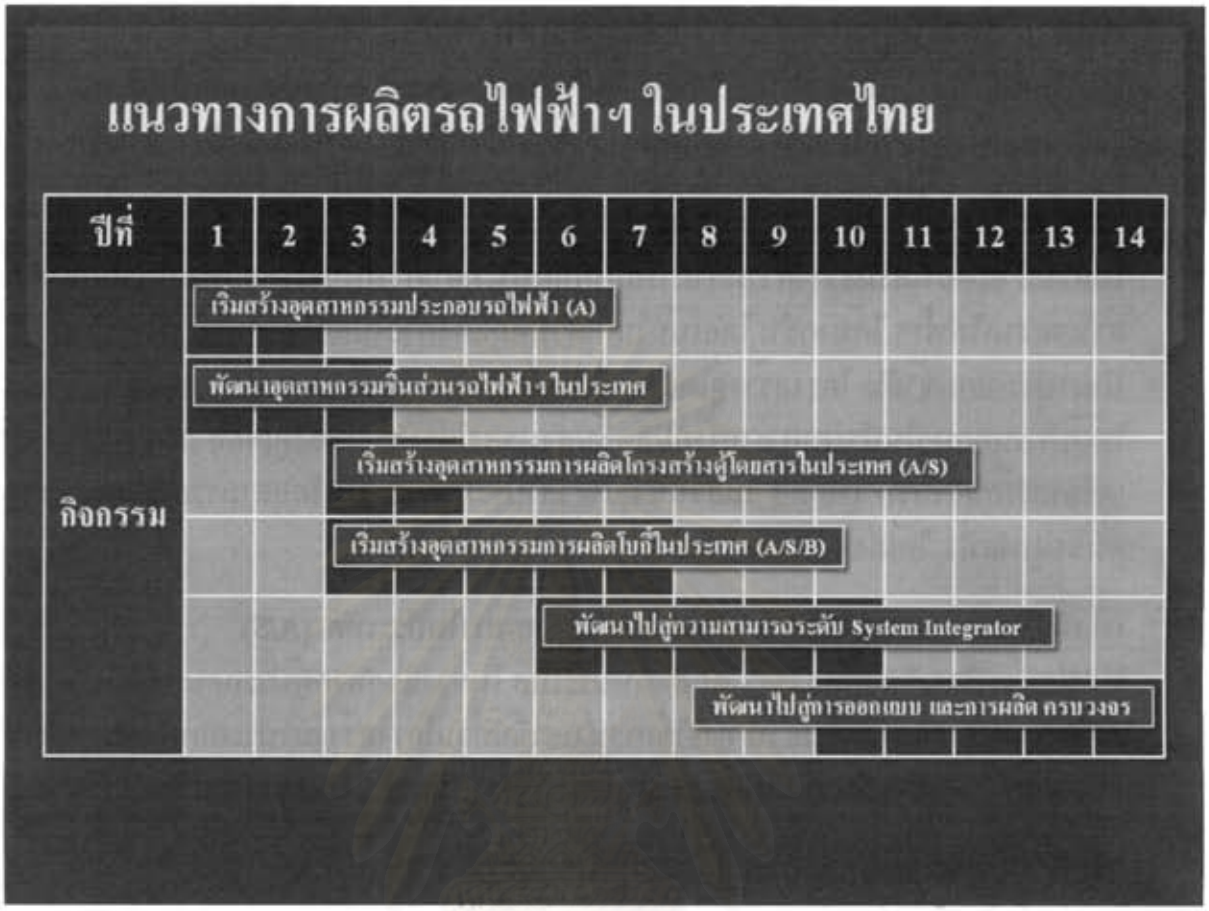
- ค่อนข้างต่ำ(ในปัจจุบัน) เนื่องจากยังขาดจำนวนของตู้โดยสารที่มากพอ และขาดเทคโนโลยี แต่หากรัฐบาลมีนโยบายชัดเจน และสนับสนุนอย่างจริงจัง ก็จะมีโอกาสความเป็นไปได้สูงขึ้น หรืออาจรอให้มีการพัฒนาเป็นขั้น ๆ จากเริ่มต้นเพียงประกอบเท่านั้น จนมีการผลิตตู้โดยสารในเฟสที่ 2 และ เฟสที่3 มีการผลิตแคร่ ด้วย

จากทางเลือกทั้งสาม แนวทางที่ 1 และ 2 คือ ส่งเสริมให้มีโรงงานประกอบ (A, assembly) และ โรงงานประกอบ กับผลิตตัวถัง (A/S, assembly and structure) มีโอกาสเกิดขึ้นในประเทศไทยได้ ภายในช่วงเวลาประมาณ 2-3 ปี ทั้งนี้ต้องดูข้อมูลในส่วนอื่นของรายงานประกอบในการเลือกแนวทางอีกครั้งหนึ่ง แต่หากต้องการดำเนินการตามแนวทางที่ 3 (A/S/B) จะต้องใช้เวลายาวนานกว่านั้น

พิจารณากรอบระยะเวลาการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ซึ่งคาดว่าจะใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 14 ปี ในการดำเนินการ ดังแสดงในรูป 5.62



รูปที่ 5.61: แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย



รูปที่ 5.62: แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

5.17 แนวทางเบื้องต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

จากในหัวข้อก่อนหน้า ที่กล่าวถึงแนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯในประเทศไทยนั้น สามารถสรุปเป็นแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศไทยได้ดังนี้ โดยบทนี้จะคำนึงถึงข้อมูลทางวิศวกรรมเป็นหลักเท่านั้น

1. **เฟสที่ 1 เริ่มสร้างอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯขึ้นในประเทศ (A)**
โดยเริ่มก่อตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนที่สามารถจัดหาในประเทศได้เลย ในช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 1-2 ปี

2. **เฟสที่ 2 พัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศ**
ในส่วนนี้ จะต้องเสริมสร้างความสามารถให้กับผู้ประกอบการในประเทศ ให้สามารถผลิตชิ้นส่วนของรถไฟฟ้าฯ ได้มากขึ้น โดยเน้นไปที่ ส่วนตกแต่งภายในและภายนอก เพราะสามารถนำมาประกอบเข้ากับ โครงสร้างตู้โดยสารที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ หลังจากนั้นจึงพัฒนาให้ผู้ประกอบการในประเทศ สามารถผลิตชิ้นส่วนของโครงสร้างของตู้โดยสารได้มากขึ้นเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับ เฟสที่3 ในส่วนนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-3ปี โดยสามารถเริ่มต้นในช่วงต้นของเฟสที่1 ได้เลย

3. **เฟสที่ 3 เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างตู้โดยสารในประเทศ (A/S)**
ในเฟสนี้จะเริ่มผลิตโครงสร้างตู้โดยสารในประเทศ ในช่วงแรกหากผู้ประกอบการในประเทศยังไม่พร้อมในการผลิตชิ้นส่วน อาจใช้การนำเข้าชิ้นส่วนโครงสร้างมาประกอบในประเทศไปก่อน แล้วจึงค่อย ๆเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนในประเทศขึ้น ในส่วนนี้ใช้เวลาประมาณ 2ปี

4. **เฟสที่ 4 เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตแคร่ในประเทศ (A/S/B)**
ในเฟสนี้เป็นเพียงทางเลือก (Option) เท่านั้นขึ้นอยู่กับสถานการของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศว่า อำนวยให้เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตแคร่ (Bogie) ในประเทศหรือไม่ หากจะเริ่มอุตสาหกรรมนี้จะต้องถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมาจากบริษัทผู้ผลิตแคร่ อาจใช้เวลากว่า 3-5 ปี แล้วแต่สถานการณ์

5. **เฟสที่ 5 พัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าในประเทศไปสู่ ความสามารถในระดับรวบรวม และออกแบบระบบ (System integrator)**
หลังจากที่อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศ ได้พัฒนามาระยะหนึ่ง ประมาณ 5 ปี จะทำให้ผู้ประกอบการและบุคลากรในประเทศมีประสบการณ์และความรู้ทางด้านเทคนิคมากขึ้น จนสามารถพัฒนาอุตสาหกรรมมาสู่ขั้นที่ผู้ประกอบการในประเทศ ไม่ได้เพียงผลิตชิ้นส่วนตามคำสั่งหรือประกอบรถไฟฟ้าฯตามแบบเท่านั้น แต่สามารถออกแบบระบบและจัดการรวบรวม หรือ ออกสเปคชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรถไฟฟ้าฯได้เอง โดยต้องพึ่งพาการออกแบบ

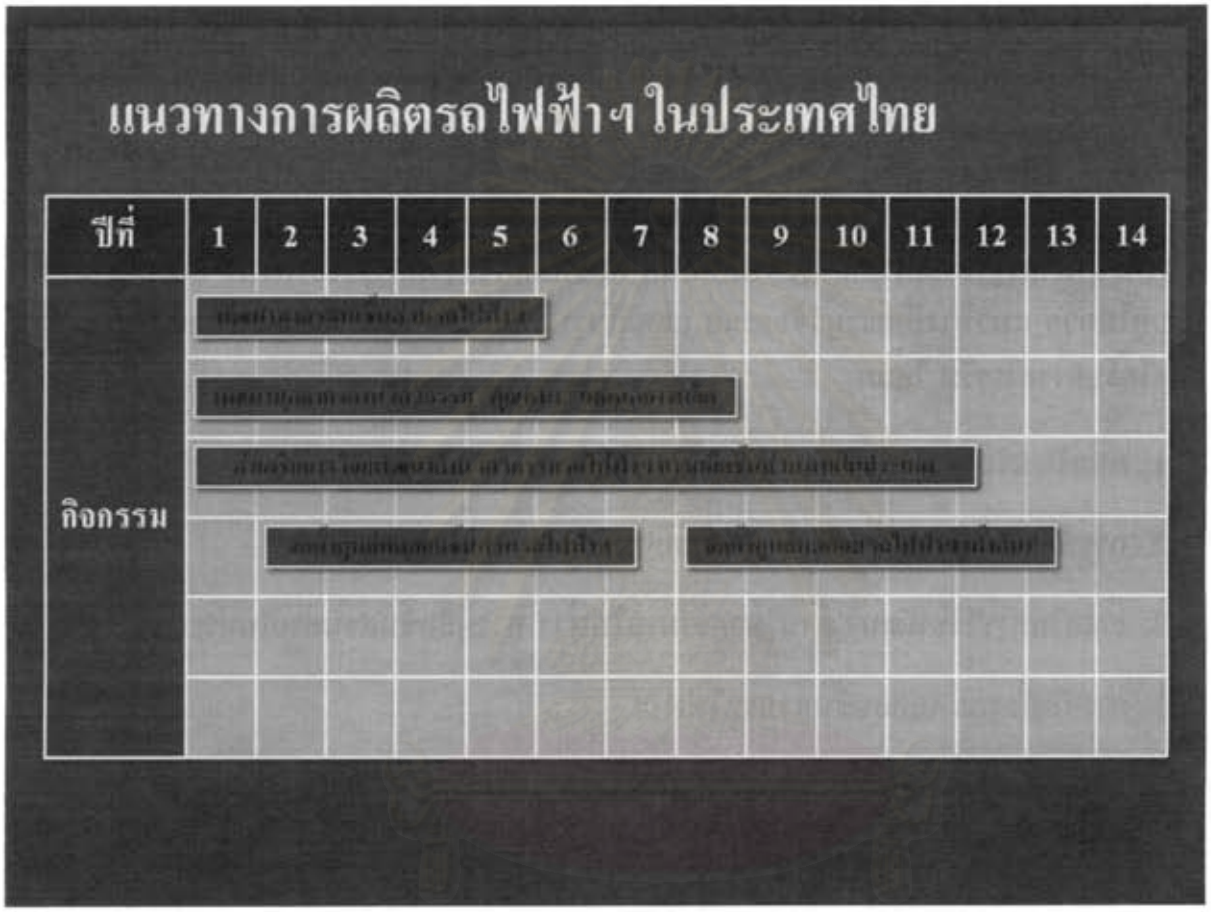
จากบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯรายใหญ่จากต่างประเทศอยู่บ้าง ช่วงนี้ต้องใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี

6. **เฟสที่ 6 พัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่การออกแบบและผลิต ครบวงจร (Design and manufacture — Own brand)**
   ในเฟสนี้ หลังจากที่ผู้ประกอบการในประเทศสามารถออกแบบระบบและจัดการการรวบรวมและออกสเปคชิ้นส่วนต่าง ๆได้แล้วก็จะสามารถพัฒนาองค์ความรู้จนสามารถออกแบบรถไฟฟ้าฯและผลิตส่วนประกอบหลัก ๆได้เอง ช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี

ทั้งนี้ ในระหว่างกระบวนการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ทั้ง 6 เฟส จะต้องมีกิจกรรมการพัฒนามาตรฐาน และบุคลากรด้านเทคนิค ตลอดจนกิจกรรมการวิจัยพัฒนา ในภาคการศึกษาควบคู่ไปด้วย แนวทางที่คณะผู้วิจัยเสนอ แสดงในรูป 5.63 ซึ่งแสดงให้เห็นกิจกรรม 5 ด้าน ที่จะต้องได้รับการส่งเสริม ได้แก่

1. การพัฒนามาตรฐานชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ
2. การพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรม ระบบคุณภาพ และเทคนิคการผลิต
3. ส่งเสริมการวิจัยพัฒนา ด้านวิศวกรรมรถไฟฟ้าฯ การผลิตชิ้นส่วนภายในประเทศ
4. การจัดตั้งศูนย์ทดสอบชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ
5. การจัดตั้งศูนย์ทดสอบรถไฟฟ้าฯ ทั้งคัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.63: แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.18 สรุป

องค์ประกอบของรถไฟฟ้าฯ ประกอบด้วย 16 ส่วนหลัก คือ 1) โครงสร้างหลัก (main frame) 2) ตู้โดยสาร (car body) 3) ส่วนตกแต่งภายใน (car interior) 4) อุปกรณ์ตกแต่งภายนอกรถ (car exterior) 5) ห้องควบคุมรถ (operator's cab) 6) โบกี้(bogie) 7) ระบบห้ามล้อหรือเบรก (braking system) 8) ระบบขับเคลื่อน (traction system) 9) coupler 10) Door system 11) Lighting 12) Air condition system 13) ระบบผลิตและจ่ายลม (pneumatic system or air supply system) 14) ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟฟ้า (Electrification and Power Supply System) 15) ระบบสื่อสารและเฝ้าระวัง (Communication and Monitoring System) 16) ระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Train Control and Signaling System) ซึ่งมีชิ้นส่วนรวมกว่า 3,000 ชิ้น แต่ด้วยการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ข้อมูลตัวแบบรถไฟฟ้า MRT จาก รฟม. เป็นรายการชิ้นส่วนจำนวน 633 รายการ เมื่อนำมาคัดกรองก็พบว่ามีข้อมูลบางรายการซ้ำซ้อน ทำให้คงเหลือชิ้นส่วนที่จะทำการประเมินความสามารถในการผลิตในประเทศได้ 564 รายการ จากข้อมูลทั้งหมด คณะผู้วิจัยจึงทำการประเมินความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ที่สามารถผลิตได้โดยผู้ประกอบการไทยในเบื้องต้น ซึ่งการประเมินความสามารถนี้มีข้อสังเกตว่าการผลิตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่กำหนดขึ้นก่อนการผลิตจริง เมื่อพิจารณาแล้วสามารถสรุปจำนวนชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตได้และ ไม่สามารถผลิตได้ ดังนี้ มีแนวโน้มผลิตได้จำนวน 443 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 78.55% และมีแนวโน้มว่าไม่สามารถผลิตได้จำนวน 121 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 21.45%

ในจำนวนรายการชิ้นส่วนเหล่านี้ สามารถจะจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ โดยอ้างอิงจากการจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมของสภาอุตสาหกรรม ได้ทั้งหมด 13 กลุ่ม อาทิ กลุ่มอุตสาหกรรมแก้วและกระจก กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหการ เป็นต้น โดยการที่สามารถจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมในลักษณะนี้ได้ จะเอื้อให้คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการสัมนากลุ่มเป้าหมาย (focus group) ได้โดยง่าย ซึ่งจะมีผลให้การศึกษาศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยในรายละเอียดสามารถดำเนินการได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย บนพื้นฐานกระบวนการทางวิศวกรรมนั้น มี

ความเป็นไปได้ 3 ลักษณะ คือ

1. **ทางเลือกแบบ A** คือ กำหนดให้มีแต่การประกอบตัวถังรถ (assembly)
2. **ทางเลือกแบบ A/S** คือ กำหนดให้มีการประกอบตัวถังรถ (assembly) และการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร (structure)
3. **ทางเลือกแบบ A/S/B** คือ กำหนดให้มีการประกอบตัวถังรถ (assembly) การผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร (structure) และโบกี้ (bogie)

แต่ละแบบมีข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด และความเป็นไปได้ที่แตกต่างกัน ใน 3 แบบนี้ ทางเลือกแบบ A คือ กำหนดให้มีแต่เพียงการประกอบตัวถังรถ โดยนำเข้าชิ้นส่วนหลักที่จำเป็นจากต่างประเทศ และกำหนดให้มีการผลิตชิ้นส่วนบางส่วนในประเทศไทย เป็นแบบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด เนื่องจากน่าจะมีปัญหาทางวิศวกรรมต่ำที่สุด และใช้เวลาในการเตรียมการต่ำที่สุด แต่ก็อาจทำให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศน้อยที่สุดด้วย เช่นกัน การพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ จะต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการไม่ต่ำกว่า 14 ปี โดยแบ่งลำดับการพัฒนาออกเป็นช่วงระยะเวลา 6 เฟส และในแต่ละเฟสนอกจากจะต้องพัฒนาตัวอุตสาหกรรมเองแล้ว ภาครัฐจะต้องเร่งส่งเสริมกิจกรรม ที่จะเป็นฐานในการส่งเสริมขีดความสามารถในการรองรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ได้แก่ การพัฒนามาตรฐานชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ การพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรม ระบบคุณภาพ และเทคนิคการผลิต ส่งเสริมการวิจัยพัฒนา ด้านวิศวกรรมรถไฟฟ้าฯ การผลิตชิ้นส่วนภายในประเทศ การจัดตั้งศูนย์ทดสอบรถไฟฟ้าฯ ระดับชิ้นส่วน และทั้งคัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การศึกษาด้านธุรกิจ

6.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อให้ทราบถึงสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ
2. เพื่อศึกษาศักยภาพในการแข่งขันของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะมีในประเทศ
3. เพื่อให้ทราบถึงตลาดที่เป็นไปได้ในอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ

6.2 การวิเคราะห์ PEST Analysis

เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบกับภาพรวมของอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้ทราบถึงแนวโน้ม และทิศทางของอุตสาหกรรม ว่าจะเป็นไปในแนวทางใด โดยการวิเคราะห์นี้ จะประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- **Politics** จะเกี่ยวข้องกับนโยบายและกฎหมายต่าง ๆ ซึ่งภาครัฐจะเป็นผู้กำหนดและจะส่งผลต่อแนวโน้มของอุตสาหกรรมนั้น ๆ
  - **ด้านนโยบายภาครัฐ** จากนโยบายภาครัฐ ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ แบ่งออกได้เป็นสองส่วนหลัก คือ

1. **ส่วนแรก** นโยบายด้านการใช้รถไฟฟ้าฯ หรือการขนส่งระบบราง รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยเชื่อมโยงการขนส่งทางถนน ทางราง ทางน้ำ และอากาศยานอย่างเป็นระบบ พัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกในการขนส่ง การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และลดต้นทุนโลจิสติกส์ โดยรัฐบาลประสงค์จะพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพฯ และปริมณฑลให้มีความสมบูรณ์รวมถึง ระบบรถไฟชานเมือง ให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางกับโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งพัฒนาระบบขนส่งมวลชนไปยังเมืองหลักในภูมิภาค
2. **ส่วนที่สอง** เป็นแนวนโยบายด้านการส่งเสริมอุตสาหกรรม การลงทุน ซึ่งเป็นการผลักดัน และสนับสนุนด้านอุปทานให้เกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ การบริหารเศรษฐกิจมหภาค การกำหนดกรอบการลงทุนภาครัฐ ทั้งในระยะปานกลางและระยะยาว โดยกำหนดกรอบการลงทุนที่ชัดเจนของแหล่งเงินทุน รูปแบบการลงทุนและการเพิ่มบทบาทของภาคเอกชนอย่างเหมาะสม รวมทั้งการพัฒนาเครือข่าย และกลไกการระดมทุนที่มีประสิทธิภาพ สำหรับโครงการขนาดใหญ่ โดยต้องคำนึงถึงวินัยการคลังและภาระงบประมาณของภาครัฐ และส่วนที่สอง คือ ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมของรัฐบาลไว้ในเรื่องของการสร้างความแข็งแกร่ง และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ให้กับอุตสาหกรรมไทย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการร่วมมือกับภาคเอกชนและส่วนอื่น ๆ ยกระดับความสามารถของผู้ประกอบการ ทักษะฝีมือแรงงาน การลดต้นทุน การเพิ่มความร่วมมือในการผลิตสินค้าเชิงลูกโซ่ผ่านการเจรจาระหว่างประเทศ

นอกจากนโยบายภาครัฐข้างต้น ยังพบว่าแผนบริหารราชการแผ่นดินได้กำหนดทิศทางไปในทางเดียวกัน กล่าวคือได้มีการกำหนดมาตรการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ซึ่งเป็นแผนในระดับประเทศ ถึงความต้องการรถไฟฟ้าฯ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสังคมไทย รัฐบาลมีแนวนโยบายในการใช้ระบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าฯ และต้องการเชื่อมโยงโครงข่ายรถไฟฟ้าฯ ให้เกิดขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงปริมาณความต้องการและจำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่จะต้องใช้ แต่ด้วยแนวนโยบายของรัฐในด้านของอุปทานของรถไฟฟ้าฯ ยังไม่มีความชัดเจนถึงการผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแน่ชัด ส่งผลให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยังไม่ให้ความสนใจที่จะลงทุน

- **ด้านกฎหมาย** จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-พ.ศ. 2554) ได้มีการกำหนดกรอบกฎหมายต่าง ๆ ที่ควรจะมีการพัฒนา ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจในช่วงเวลาดังกล่าว กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับ อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ได้แก่ ร่างพระราชบัญญัติการบริหารการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ปรับโครงสร้างการบริหารจัดการกิจการขนส่งของประเทศ โดยแบ่งแยกกลไกด้านนโยบาย การกำกับดูแล และการประกอบกิจการออกจากกัน และกำหนดกลไกให้เอกชน มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน กฎหมายการค้า และการลงทุน ซึ่งกล่าวถึง การประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องหลายฉบับ ที่นักลงทุนควรจะรู้ไว้ เพื่อให้การจัดตั้งธุรกิจอุตสาหกรรมใหม่หรือการประกอบธุรกิจนั้นเป็นไปอย่างถูกต้อง เช่น พ.ร.บ.โรงงาน, พ.ร.บ.การส่งเสริมการลงทุน, พ.ร.บ.สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เป็นต้น ซึ่งผู้ประกอบการที่จะจัดตั้งโรงประกอบรถไฟฟ้าฯ หรือผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้า จำเป็นต้องศึกษาก่อนดำเนินการลงทุน

- **Economics** จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยเศรษฐกิจที่จะมีผลต่ออุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอัตราการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราการแลกเปลี่ยน ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ นี้จะส่งผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินงานของอุตสาหกรรม

  - **อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ** จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ อ้างในสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าค่าผลิตผลมวลรวมของไทย และค่าผลิตผลมวลรวมของกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี 2544 ถึงปี 2550 มีค่าแสดงในตารางที่ 6.1 เห็นได้ว่าผลผลิตมวลรวมของประเทศไทย มีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรุงเทพมหานคร มีอัตราการเจริญเติบโตประมาณ 4.7 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า ประเทศมีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ที่ค่อนข้างสูงซึ่งจะมีผลในทิศทางบวกกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ
  - **ค่าตู้รถไฟฟ้า** จากการศึกษา พบว่ารถไฟฟ้าฯ ที่ต้องซื้อมาจากต่างประเทศ มีราคาโดยประมาณ ตู้ละ 75 ล้านบาท ซึ่งจากการพยากรณ์ความต้องการการใช้รถไฟฟ้าฯ ภายในปี พ.ศ. 2572 จะมีความต้องการการใช้รถไฟฟ้าฯ ทั้งหมด 354 ขบวน โดยในแต่ละขบวนจะประกอบไปด้วยตู้รถไฟ 3 ตู้ทำให้ความต้องการรวมทั้งหมด 1,062 ตู้ มูลค่ารวมทั้งสิ้น 79,650 ล้านบาท หากมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศก็จะ

ทำให้เกิดการหมุนเวียนเงินตราในประเทศได้ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนกำไรขั้นต้นของบริษัท Bombadier และ บริษัท Alstom พบว่า ต้นทุนการผลิตคิดเป็น 80% ของราคาขาย ดังนั้น จะประมาณการได้ว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดของปริมาณรถไฟฟ้าฯ ที่ประเทศไทยต้องการ คิดเป็น 63,720 ล้านบาท และเมื่อพิจารณาข้อมูลจากสำนักงานสถิติของประเทศแคนาดา และบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ รายหนึ่ง พบว่า โครงสร้างต้นทุนของรถไฟฟ้าฯ จะประกอบด้วยต้นทุนแรงงานประมาณ 10%-12% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นมูลค่าราว 6,372 - 7,646 ล้านบาท จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ จะส่งผลต่อการจ้างงานในประเทศ นอกจากนี้ต้นทุนแรงงานที่ได้จากการผลิตในประเทศ จะมีมูลค่าต่ำกว่าต้นทุนแรงงานที่นำเข้ารถไฟฟ้าฯ เนื่องจากค่าแรงงานที่น้อยกว่า ทำให้งบประมาณที่ใช้ในการลงทุนในรถไฟฟ้าฯ ลดลงอีกด้วย

— **ค่าซ่อมบำรุง** สำหรับรถไฟฟ้าฯ ที่จะเกิดขึ้นถ้ามีการประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ จากข้อมูลการซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า BTS ของบริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) พบว่า บริษัทฯ ได้มีการทำสัญญากับบริษัทซีเมนส์ (ประเทศไทย) จำกัด และ Siemens AG, Germany โดยมูลค่าของสัญญาซ่อมบำรุงอุปกรณ์งานระบบ และระบบรางรถไฟฟ้าฯ พร้อมทั้งสัญญาจัดหาอุปกรณ์อะไหล่ มีมูลค่ารวมประมาณ 4,000 ล้านบาท ซึ่งรวมอยู่ในสัญญาประมาณ 10 ปี ซึ่งสามารถประมาณได้ว่า จะมีค่าซ่อมบำรุงเฉลี่ย ปีละประมาณ 400 ล้านบาท และพบว่ามูลค่าการซ่อมบำรุงที่เกี่ยวข้องกับขบวนรถคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าซ่อมบำรุงทั้งหมด ซึ่งมีค่าประมาณปีละ 100 ล้านบาท โดยที่บริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) มีขบวนรถไฟฟ้าฯ ทั้งสิ้น 19 ขบวน จากแผนความต้องการการใช้รถไฟฟ้าฯ จะมีความต้องการรถไฟฟ้าทั้งสิ้น 354 ขบวน มูลค่าของการซ่อมบำรุงจะคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,800 ล้านบาทต่อปี

— **อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ** จากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตรา ระหว่างเงินบาทไทย กับสกุลเงินของประเทศคู่ค้าหลัก มีการเคลื่อนไหวค่อนข้างมาก ดังแสดงในตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าความผันผวนของ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตรา มีแทบทุกสกุลเงิน ดังนั้นการลงทุนในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ที่ต้องมีการสั่งซื้อจากต่างประเทศนั้นจะมีงบประมาณค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ซึ่งจะไม่แน่นอน ดังนั้นการที่ประเทศจะมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้นเอง จะมีส่วนช่วยทำให้งบประมาณต่าง ๆ ในการลงทุนในการสั่งซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะเข้ามาใช้ค่อน

ข้างจะคงที่มากขึ้น

ตารางที่ 6.1: ผลิตผลมวลรวมของประเทศและกรุงเทพมหานคร

ผลผลิตมวลรวม	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551
ระดับประเทศ	5,133,502	5,450,643	5,917,369	6,489,476	7,092,893	7,841,297	8,493,311	9,104,959
ระดับกรุงเทพฯ	1,659,034	1,671,495	1,740,061	1,902,926	2,028,172	2,130,775	2,216,997	2,286,088

- **Social** จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านประชากร และสภาพสังคม เช่นอัตราการเติบโตประชากร ซึ่งจะทำให้ทราบถึงแนวโน้มของประชากรที่จะมีการใช้รถไฟฟ้าฯ และทำการรวบรวมข้อมูลของการใช้พลังงานในการโดยสารรูปแบบต่าง ๆ

  – จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานคร ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังแสดงรายละเอียด ในตารางที่ 6.3 ในปัจจุบันเส้นทางรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพมหานคร มีทั้งหมด 43.5 กิโลเมตร (รวมทั้งบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) หรือ BTS ซึ่งมีระยะทางทั้งหมด 23.5 กิโลเมตร และการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย หรือ MRT ซึ่งมีระยะทางทั้งหมด 20 กิโลเมตร) ซึ่งยังครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ชั้นในของกรุงเทพมหานครเท่านั้น โดยในปัจจุบันนี้ ปริมาณการใช้รถไฟฟ้าฯของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร ในปี 2551 มีจำนวนสูงถึง 136,348,000 คนต่อปี สำหรับ BTS และ 62,108,418 คนต่อปี สำหรับ MRT ดังแสดงในรายละเอียด ตามตารางที่ 6.4 และ 6.5 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้รถสาธารณะที่เป็นรถเมล์ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพพบว่ามีปริมาณผู้โดยสารเท่ากับ 577,143,720 คนต่อปี ในปี 2551 (ข้อมูลจากองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ) แสดงให้เห็นว่าปริมาณความต้องการการใช้รถโดยสารสาธารณะ ยังคงมีความจำเป็นต่อประชาชน ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครอย่างมาก ดังนั้น โครงการรถไฟฟ้าฯ น่าจะมีประโยชน์กับประชาชนที่ต้องใช้เส้นทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 6.2: อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทกับเงินสกุลหลักต่าง ๆ

	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551
ดอลล่าร์ สหรัฐอเมริกา	42.96	41.48	40.22	40.22	37.88	34.52	33.13
ปอนด์ อังกฤษ	64.51	67.77	73.67	73.13	69.74	69.07	61.6
ยูโร	40.57	46.89	49.99	50.02	47.55	47.26	48.93
เยน (100 เยน) ญี่ปุ่น	34.33	35.8	37.19	36.57	32.59	29.33	32.34
ดอลล่าร์ ฮ่องกง	5.51	5.33	5.16	5.17	4.87	4.42	4.28
ดอลล่าร์ สิงคโปร์	23.99	23.81	23.79	24.16	23.84	22.91	23.55
ฟรังก์ สวิสเซอร์แลนด์	27.66	30.81	32.39	32.31	30.24	28.77	30.83
รูปี อินเดีย	0.89	0.89	0.89	0.91	0.84	0.84	0.77

– โครงสร้างของกลุ่มประชากร กลุ่มประชากรในประเทศไทย แบ่งเป็นสัดส่วนประชากรในวัยเด็ก (อายุ 0-14 ปี) วัยแรงงาน (อายุ 15-59 ปี) และผู้สูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) โดยข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ แสดงให้เห็นในตารางที่ 6.6 จากข้อมูล โครงสร้างประชากร พบว่ากลุ่มประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะอยู่ในกลุ่มแรงงาน และกลุ่มผู้สูงอายุ ทำให้การขนส่งสาธารณะ ทวีความสำคัญกับความเป็นอยู่ของประชากรในประเทศ จึงจำเป็นต้องสร้างระบบการขนส่งมวลชนให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีต่อประชากร

– การใช้พลังงานของการโดยสารโดยรูปแบบต่าง ๆ Kenworthy JR (2003) ได้รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับขนส่งจากประเทศต่าง ๆทั้งสิ้น 84 ประเทศทั่วทุกทวีปพบว่าการใช้รถโดยสาร (Bus) ใช้พลังงานโดยเฉลี่ย 1.05 MJ ต่อผู้โดยสารต่อกิโลเมตร โดยเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานสำหรับรถไฟพบว่า สำหรับ Trams จะมีการใช้พลังงาน

0.52 MJ ต่อผู้โดยสารต่อกิโลเมตร Light Rail Transit (LRT) จะมีการใช้พลังงาน 0.56 MJ ต่อผู้โดยสารต่อกิโลเมตร Metro จะมีการใช้พลังงาน 0.46 MJ ต่อผู้โดยสารต่อกิโลเมตร และ Suburban rail ใช้พลังงาน 0.61 MJ ต่อผู้โดยสารต่อกิโลเมตร จะเห็นได้ว่า การใช้การโดยสารโดยรถไฟจะมีการใช้พลังงานประมาณครึ่งหนึ่งของการรถโดยสาร ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้รถไฟฯในการโดยสาร ไม่ว่าจะเป็นระบบใดก็ตามจะลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้ และจะส่งผลต่อการลดลงของมลภาวะ ที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมต่อไปด้วย (ที่มา: Kenworthy JR., Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities, Internation Third Conference of the Regional Government Network for Sustainable Development, Notre Dame University, Fremantle, Western Australia, September 17-19, 2003)

ตารางที่ 6.3: จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานคร

ปี	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551
จำนวนประชากร	5,782,159	5,844,607	5,643,132	5,648,953	5,685,956	5,716,248	5,710,883

- **Technological** จากการศึกษาด้านเทคโนโลยี ที่จะมีการใช้ในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ พบว่าประเทศไทย ยังคงไม่สามารถที่จะทำการผลิต หรือประกอบรถไฟฟ้าได้ทั้งขบวน ดังที่กล่าวไว้ในการศึกษาด้านเทคนิค ความสามารถทางด้านเทคนิคของผู้ประกอบการในประเทศไทยมีความเป็นไปได้ ที่จะสามารถผลิตอุปกรณ์ในรถไฟฟ้าบางส่วน เช่น อุปกรณ์ภายในตัวรถ ซึ่งในการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมานั้น ยังไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งศักยภาพแรงงานภายในประเทศยังมีความสามารถที่จะผลิตได้ โดยข้อมูลที่ได้จากกระทรวงศึกษา ในด้านแรงงานวิชาชีพอุตสาหกรรมแสดงในตารางที่ 6.7 จะเห็นว่ามีจำนวนนักเรียน นักศึกษาที่จบจากสายงานอาชีพ ทั้งประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวนไม่ต่ำกว่า 150,000 คน บุคลากรในงานสายอาชีพจึงน่าจะเพียงพอกับ

ตารางที่ 6.4: จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าบีทีเอส พ.ศ. 2549 – 2551

หน่วย:เที่ยวคน

เดือน	จำนวนผู้โดยสาร		
	2549	2550	2551
มกราคม	11,533,000	11,176,000	11,268,000
กุมภาพันธ์	10,665,000	10,660,000	10,844,000
มีนาคม	12,628,000	11,496,000	12,034,000
เมษายน	10,134,000	9,623,000	10,364,000
พฤษภาคม	11,301,000	10,660,000	10,927,000
มิถุนายน	12,061,000	11,138,000	11,647,000
กรกฎาคม	12,312,000	11,184,000	11,678,000
สิงหาคม	12,624,000	11,392,000	11,839,000
กันยายน	11,410,000	10,855,000	11,072,000
ตุลาคม	11,752,000	11,326,000	11,979,000
พฤศจิกายน	12,001,000	11,663,000	11,651,000
ธันวาคม	11,624,000	11,898,000	11,045,000
รวม	140,045,000	133,071,000	136,348,000

อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

สำหรับบุคลากรในสายวิศวกรรม ซึ่งในปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานการศึกษาใดที่มีการเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมรถไฟฟ้า จึงยังไม่สามารถสร้างบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะสาขาออกมาได้ อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ศึกษาจบมาในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งจะเรียนรู้ถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในด้านไฟฟ้า สัญญาณ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ ก็น่าจะมีความสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ได้

ตารางที่ 6.5: จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้ามหานคร (MRT) สายเฉลิมรัชมงคล

หน่วย:เที่ยวคน

เดือน	จำนวนผู้โดยสาร		
	2549	2550	2551
มกราคม	4,721,430	4,728,728	5,042,004
กุมภาพันธ์	4,286,110	4,558,275	4,965,571
มีนาคม	5,189,151	5,185,876	5,563,551
เมษายน	4,277,168	4,458,043	4,570,040
พฤษภาคม	4,509,273	4,779,177	4,781,451
มิถุนายน	5,019,841	5,397,364	5,346,070
กรกฎาคม	4,969,688	5,153,347	5,265,623
สิงหาคม	4,976,809	5,215,929	5,202,483
กันยายน	4,683,991	5,004,416	5,252,002
ตุลาคม	5,273,800	5,424,150	5,658,639
พฤศจิกายน	5,184,245	5,359,702	5,446,464
ธันวาคม	4,734,965	4,645,197	5,014,520
รวม	57,826,471	59,910,204	62,108,418

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6: โครงสร้างประชากรจำแนกตามกลุ่ม

ปี	ประชากรรวม (พันคน)	วัยเด็ก	เปอร์เซ็นต์	วัยแรงงาน	เปอร์เซ็นต์	ผู้สูงอายุ	เปอร์เซ็นต์
2533	54,528	15,947	29.25	34,585	63.43	3,996	7.33
2543	62,212	15,344	24.66	41,030	65.95	5,838	9.38
2551	66,482	14,297	21.51	44,790	67.37	7,394	11.12
2560	69,455	12,429	17.89	46,335	66.81	10,691	15.39
2568	70,651	10,607	15.01	45,050	63.76	14,994	21.22
2570	70,640	10,182	14.41	44,403	62.86	16,055	22.73

ตารางที่ 6.7: จำนวนนักเรียน นักศึกษาประเภทอาชีวศึกษา

ประเภท	ปี 2550							
	ปวช				ปวส			
	ปี 1	ปี 2	ปี 3	รวม	ปี 1	ปี 2	ปี 3	รวม
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	36,443.00	26,837.00	24,321.00	87,601.00	19,660.00	16,859.00	332.00	36,851.00
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	108,512.00	79,831.00	66,949.00	255,292.00	53,749.00	48,052.00	2,415.00	104,216.00
รวมช่างอุตสาหกรรม	144,955.00	106,668.00	91,270.00	342,893.00	73,409.00	64,911.00	2,747.00	141,067.00

ประเภท	ปี 2551							
	ปวช				ปวส			
	ปี 1	ปี 2	ปี 3	รวม	ปี 1	ปี 2	ปี 3	รวม
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ	30,475.00	26,331.00	23,413.00	80,219.00	16,679.00	15,654.00	187.00	32,520.00
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	100,684.00	77,598.00	76,047.00	254,329.00	51,933.00	49,835.00	2,706.00	104,474.00
รวมช่างอุตสาหกรรม	131,159.00	103,929.00	99,460.00	334,548.00	68,612.00	65,489.00	2,893.00	136,994.00

6.3 การศึกษา Diamond Model

เป็นการศึกษาศักยภาพแข่งขันของอุตสาหกรรม ซึ่งมีผลมาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้นๆ โดยจะมีการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านต่างๆ ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ โครงสร้างและการแข่งขัน เป็นการวางยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรม และมีการวิเคราะห์ถึงการแข่งขันในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในปัจจุบัน
- ปัจจัยด้านการผลิต เช่น ความสามารถของบุคลากรในประเทศไม่ว่าจะเป็นจำนวนแรงงานหรือความรู้และเงินทุน
- ปัจจัยด้านอุปสงค์ จะศึกษาถึงความต้องการรถไฟฟ้าฯ จะศึกษาแนวทางการพัฒนาเส้นทางรถไฟฟ้าฯภายในประเทศ
- อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องและอุตสาหกรรมสนับสนุน จะศึกษาถึงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ เช่น อุตสาหกรรมของซัพพลายเออร์ เพื่อวิเคราะห์ถึงศักยภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นๆที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

6.3.1 ยุทธศาสตร์ โครงสร้างและการแข่งขัน

อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ นับเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ซึ่งในปัจจุบัน ทางภาครัฐได้มีแนวทางในการเพิ่มการให้บริการ ทางด้านรถไฟฟ้าฯ โดยมีแผนในการขยายเส้นทางรถไฟฟ้าฯอีกจำนวน 12 สาย ระยะทางรวม 487 กิโลเมตร ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 ซึ่งคาดว่าจะมีความต้องการขบวนรถใช้ในโครงการมากกว่า 300 ขบวน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ประเทศไทยจึงควรมีแผนยุทธศาสตร์สำคัญ เพื่อให้เกิดอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เพื่อช่วยในด้านเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

ยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย จึงควรพัฒนาให้เกิดอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯขึ้นภายในประเทศ โดยสามารถที่จะส่งรถไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่งในตลาด หรือความต้องการที่เกิดขึ้นในประเทศ ต่อไปในอนาคต อาจจะมีการขยายฐานลูกค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้านซึ่งมีแนวโน้ม ที่จะมีการใช้รถไฟฟ้าฯในอนาคต เช่น ลาว และเวียตนาม นอกจากนี้ อุตสาหกรรม

ประกอบรถไฟฟ้าฯ จะทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้า ต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมของซัพพลายเออร์ เช่น อุตสาหกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับสภาพเศรษฐกิจของประเทศ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันต่อประเทศอื่น ๆ ได้

ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศเลย รถไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบันนี้ได้จากการนำเข้าจากประเทศผู้ผลิต นอกจากนี้อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการความรู้ และเทคโนโลยีในการประกอบรถไฟฟ้าฯ ซึ่งประกอบจากหลายส่วนดังที่ได้กล่าวไว้ในการวิเคราะห์ด้านเทคนิค ดังนั้นในเบื้องต้น อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยอาจจะเริ่มต้นจากการประกอบชิ้นส่วน หรือระบบบางอย่างก่อน โดยอาจมีความร่วมมือกับผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯจากต่างประเทศ และผู้ประกอบการชิ้นส่วนในประเทศไทย เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีด้านการประกอบรถไฟฟ้าฯ และพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการไทยให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และเมื่อการประกอบรถไฟฟ้าฯของประเทศไทย ได้รับความเชื่อถือในระดับนานาชาติแล้ว ควรมุ่งเน้นการขยายตลาดไปยังประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะในประเทศเพื่อนบ้านในระยะยาวต่อไป

6.3.2 ปัจจัยด้านการผลิต

เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ในการกำหนดศักยภาพของประเทศ ในด้านปัจจัยการผลิต โดยปัจจัยการผลิตประกอบไปด้วย

- ทรัพยากรทางกายภาพ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งทรัพยากรทั้งทางด้านดิน น้ำ ป่าไม้ และเหมืองแร่ นอกจากนี้ยังมีสภาพภูมิประเทศ ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ
- โครงสร้างพื้นฐานในการผลิต ในปัจจุบันประเทศไทยมีเครือข่ายการขนส่งที่มีมาตรฐานและครอบคลุมทั้งประเทศ นอกจากนี้ระบบการขนส่งระหว่างประเทศก็มีประสิทธิภาพ โดยมีทั้งเส้นทางการขนส่ง ทั้งทางบกซึ่งจะมีเส้นทางไปยังประเทศเพื่อนบ้านทั้งพม่า ลาว กัมพูชา จีนและมาเลเซียดังแสดงในรูปที่ 1 ทางอากาศซึ่งมีสนามบินเชื่อมต่อไปยังทั่วโลกและทางน้ำมีท่าเรือแหลมฉบัง และท่าเรือกรุงเทพ ซึ่งสามารถขนส่งสินค้าได้มากกว่า 5 ล้านทีอียู (Twenty Foot Equivalent Unit)

- ด้านทรัพยากรมนุษย์ ในด้านค่าแรงงานของประเทศไทย อาจมีค่าสูงกว่าประเทศใกล้เคียง เช่น เวียตนามหรือจีน แต่อย่างไรก็ตามแรงงานในประเทศไทยมีข้อได้เปรียบในด้านความสามารถในการทำงาน และคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ นอกจากนี้ จำนวนแรงงานที่จบมาในสายอาชีพด้านอุตสาหกรรมก็มีจำนวนมากพอที่อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ต้องการ
- ทรัพยากรด้านความรู้ ประเทศไทยยังไม่เคยทำการประกอบรถไฟฟ้าฯมาก่อน อีกทั้งยังไม่มีหลักสูตรการสอนด้านรถไฟฟ้า ในระดับอุดมศึกษา และอาชีวศึกษามาก่อน ดังนั้นทรัพยากรด้านความรู้ของอุตสาหกรรมยังขาดอยู่ จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือ จากบริษัทผู้ประกอบรถไฟฟ้าฯต่างประเทศเพื่อให้เกิดการถ่ายโอนความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มา

6.3.3 ปัจจัยด้านอุปสงค์

ปัจจัยด้านอุปสงค์หรือความต้องการของตลาด ช่วงแรกจะมุ่งเน้นตลาดภายในประเทศก่อน และเมื่อกระบวนการทำงานเริ่มคงที่แล้ว อาจจะมีการขยายตลาดไปยังประเทศอื่น ๆ โดยจากข้อมูลในบทที่ 4 พบว่าปริมาณความต้องการรถไฟฟ้าฯจะมีทั้งหมด 12 เส้นทางโดยตามแผนที่กำหนดเอาไว้นั้นจะมีความต้องการขบวนรถไฟฟ้าฯทั้งสิ้น 95 ขบวน 151 ขบวนและ 96 ขบวนในปี 2557 2562 และ 2572 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความต้องการรถไฟฟ้าฯ ที่จะมีการใช้งานภายในประเทศมีอยู่มาก นอกจากความต้องการในการประกอบรถไฟฟ้าใหม่แล้ว รถไฟฟ้ายังต้องมีความต้องการการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นความต้องการชิ้นส่วนต่าง ๆที่จะใช้เพื่อการซ่อมบำรุงก็จะเกิดขึ้นด้วย

สำหรับความต้องการรถไฟฟ้าฯ ในจังหวัดอื่น ๆ เช่นจังหวัดภูเก็ต โดยในปี พ.ศ. 2549 ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ ในการสร้างรถไฟฟ้าภายในจังหวัดภูเก็ต โดยงบประมาณผู้ว่าฯ ซีอีโอ โดยบริษัทพีระมิด ดีเวลล็อปเมนท์ อินเตอร์เนชั่นแนล คอร์ปอเรชั่นจำกัด บริษัทอีโคซิสเต็ม เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจรและขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่า การลงทุนรถไฟฟ้าฯ ในจังหวัดภูเก็ต จะต้องมีการลงทุนกับหัวรถโดยสาร และตู้ขบวนรถไฟฟ้าจำนวน ประมาณ 600-2,000 ล้านบาท ซึ่งในเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 ก็มีการประชุมกันในโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าฯ รอบเกาะภูเก็ต โดยจะมีเส้นทางหลัก 3 เส้นทาง เส้นทางแรก คือ เส้นทางสนามบินภูเก็ต-ห้าแยกฉลอง ระยะทาง 41.40 กิโลเมตร เงิน

ลงทุนประมาณ 7 พันล้านบาท ตามที่ได้มีการศึกษาในปี พ.ศ. 2549 แล้ว เส้นทางที่ 2 และ เส้นทางที่ 3 คือป่าตอง-อำเภอเมืองภูเก็ต และ สามแยกบางคู-ห้าแยกฉลอง เงินลงทุนรวมทั้งสองเส้นทาง 5,752 ล้านบาท ซึ่งทั้งสองเส้นทางนี้ ก็ต้องมีการลงทุนในหัวลาก และตู้โดยสารอีกประมาณ 493-1,643 ล้านบาท (อ้างตามสัดส่วนจากการศึกษาความเป็นไปได้ในปี พ.ศ. 2549)

ในเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ก็มีแนวคิดในการสร้างระบบรถไฟฟ้าฯ เพื่อโดยสารภายในเมืองพัทยาเช่นเดียวกัน เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวทั้งต่างชาติ และคนไทย ที่เข้ามาเที่ยวกว่า 6 ล้านคนต่อปี โดยทางเมืองพัทยาได้มีการกำหนดเส้นทางของรถรางไฟฟ้าฯ แบ่งออกเป็น 3 สายได้แก่ สายสีแดง รวมระยะทาง 11 กิโลเมตร สายสีเขียว ระยะรวม 8.6 กิโลเมตร และ สายสีเหลืองระยะรวม 7.5 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อรวมทั้ง 3 สายจะพบว่า มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 27.1 กิโลเมตร และ เมื่อเปรียบเทียบกับรถไฟฟ้า MRT ซึ่งมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร และมีจำนวนตู้โดยสาร 57 ตู้ ดังนั้นเมืองพัทยาจึงมีความต้องการตู้โดยสารอีกกว่า 77 ตู้

นอกจากความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ที่มีความทันสมัยแล้ว ความต้องการใช้ตู้รถไฟ ก็อาจจะครอบคลุมในส่วนของรถไฟดีเซลธรรมดา ซึ่งให้บริการโดย รฟท. อีกด้วย ในการประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีฝ่ายเศรษฐกิจ ได้เห็นชอบในหลักการ แผนพัฒนา รฟท. โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

- **ระยะเร่งด่วน (พ.ศ. 2553 - 2557)** ในระยะเร่งด่วนนี้ เป็นการบูรณะเส้นทางเดินรถเดิมและเพิ่มเติมหัวรถจักร ซึ่งจะมีโครงการที่เกี่ยวข้องกับขบวนรถดังนี้ โครงการเร่งรัดหาระบบล้อเลื่อน โดยจัดหารถโดยสารรูปแบบชุด 6 ขบวน รถโดยสารดีเซลปรับอากาศ 20 ขบวน รถดีเซลรางธรรมดา 58 คัน และ รถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า 308 คัน
- **ระยะที่สอง (พ.ศ. 2553 - 2562)** เป็นการลงทุนก่อสร้างรางคู่ทั่วประเทศ ในเส้นทางหลักระยะ 3,039 กิโลเมตร และการขยายโครงข่ายทางรถไฟสายใหม่ ซึ่งจะขยายไปยังภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคใต้ และภาคตะวันออก รวมระยะทาง 2,651 กิโลเมตร
- **ระยะที่สาม** การรถไฟแห่งประเทศไทย ยังมีแผนในการพัฒนาการรถไฟยังมีโครงการรถไฟความเร็วสูง 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่คณะรัฐมนตรีได้เร่งให้มีการศึกษา โดยเส้นทางที่ทาง

คณะรัฐมนตรีเศรษฐกิจ ได้มีการกำหนดเอาไว้มี 4 เส้นหลักได้แก่

1. เส้นทางกรุงเทพ-เชียงใหม่ ระยะทาง 745 กิโลเมตร
2. เส้นทางกรุงเทพ-หนองคาย ระยะทาง 615 กิโลเมตร
3. เส้นทางกรุงเทพ-ระยอง ระยะทาง 330 กิโลเมตร
4. เส้นทางกรุงเทพ-ปาดังเบซาร์ ระยะทาง 985 กิโลเมตร

จากเส้นทางทั้ง 4 เส้นทางที่คณะรัฐมนตรีมีมติให้มีการเร่งการศึกษาขึ้น ระยะทางรวม 2,675 กิโลเมตร จะเห็นได้ว่า เส้นทางใหม่ที่จะเกิดขึ้นนี้ จะก่อให้เกิดความต้องการหัวลาก และตู้รถไฟโดยสารเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในปัจจุบัน รฟท. มีระยะทางที่เปิดเดินรถแล้วทั้งสิ้น 4,346 กิโลเมตรทั่วประเทศ และจากข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม พบว่าในปี พ.ศ. 2550 จำนวนตู้โดยสารที่มีการลงทะเบียนทั้งสิ้น 1,265 ตู้ และมีการให้บริการจริง 783 ตู้ ซึ่งจำนวนของตู้โดยสารที่มีการให้บริการจริง จะลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2542 ดังแสดงในตาราง 6.8

ตารางที่ 6.8: ปริมาณตู้โดยสารรถไฟของ รฟท. ที่มีการขึ้นทะเบียนไว้ และให้บริการจริง

ตู้โดยสาร	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550
ลงทะเบียน	1,261	1,241	1,248	1,251	1,239	1,239	1,244	1,266	1,265
ให้บริการ	1,046	987	1,025	1,070	993	923	972	909	783

จากตารางตาราง 6.8 พบว่า จำนวนตู้โดยสารที่สามารถให้บริการ มีจำนวนลดลง ในขณะที่จำนวนที่ลงทะเบียนเท่าเดิม ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจาก ตู้โดยสารที่การรถไฟมีอยู่ค่อนข้างจะใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้เสื่อมสภาพ และอาจไม่สามารถใช้งานในปัจจุบันได้ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มจำนวนตู้โดยสารที่มีอยู่ในปัจจุบัน ให้รองรับกับความต้องการในใช้งานตู้โดยสาร และนอกจากนี้ ความต้องการตู้โดยสารรถไฟ ก็จะมีจำนวนมากขึ้น ตามแผนการพัฒนาการรถไฟฯ ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จากข้อมูล จะพบว่า ความต้องการตู้โดยสารต่อระยะทางเดินรถที่มีอยู่ เท่ากับ 0.18 ตู้ต่อระยะทางเดินรถ 1 กิโลเมตร ดังนั้น ในระยะที่ 2 และ ระยะที่ 3 ของแผนการพัฒนา

รถไฟฯ เฉพาะเส้นทางใหม่ ๆ ที่จะเกิดขึ้น ก็จะมีความต้องการการใช้ตู้โดยสาร 477 ตู้โดยสาร และ 482 ตู้ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ความต้องการการใช้ตู้โดยสาร นอกจากรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนนั้น ก็ยังมีความต้องการสำหรับรถไฟธรรมดาอีกด้วย

6.3.4 ปัจจัยด้านอุตสาหกรรมต่อเนื่องและสนับสนุน

อุตสาหกรรมต่อเนื่องและสนับสนุน มีส่วนสำคัญอย่างมากในการเติบโตของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องนี้จะประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และอุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็นซัพพลายเออร์รายสำคัญ ก็มีศักยภาพเพียงพอที่จะผลิตชิ้นส่วนเพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ต่อไป

6.4 การวิเคราะห์ Five Forces

เป็นการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆว่าส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานทางธุรกิจ ในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในทิศทางที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับอุตสาหกรรมหรือทิศทางลบต่ออุตสาหกรรม โดยในการวิเคราะห์ Five Forces Model จะประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ 5 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

6.4.1 คู่แข่งขันโดยตรง

จะเป็นการวิเคราะห์ความรุนแรงของการแข่งขันในปัจจุบัน ของอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการผลิตรถไฟฟ้าฯ ทั้งระบบ และกลุ่มที่มีการประกอบโบกี้และขบวนรถไฟฟ้า

- **กลุ่มที่มีการผลิตรถไฟฟ้าฯ ทั้งระบบ** จะมีการศึกษาถึงผู้ผลิตรายใหญ่ ได้แก่ บริษัท Siemens, บริษัท Bombadier และ บริษัท Alstom

    1. **SIEMENS** ก่อตั้งมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1847 หรือเมื่อกว่า 160 ปีที่ผ่านมา โดยมีจุดเริ่มต้นในกรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมัน ธุรกิจของ SIEMENS ประกอบไปด้วย กลุ่มธุรกิจด้านอุตสาหกรรม กลุ่มธุรกิจด้านพลังงาน และกลุ่มธุรกิจด้านการแพทย์ มีพนักงาน

มากกว่า 430,000 คนทั่วโลก ดำเนินงานพัฒนา และผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ออกแบบติดตั้งระบบโซลูชั่น และโครงการที่สลับซับซ้อน พร้อมทั้งให้บริการเฉพาะอย่าง ตามความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า สำหรับในประเทศไทย บริษัทซีเมนส์ได้ดำเนินกิจการมายาวนานกว่า 100 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ การเซ็นสัญญาแต่งตั้งตัวแทน กับบริษัท บีกริมม์ แอนด์ โก เมื่อปี พ.ศ. 2443 ต่อมา ซีเมนส์ได้จัดตั้งบริษัทของตนเอง ในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2538 เพื่อเป็นผู้ประกอบการ อย่างเป็นทางการ ในลิขสิทธิ์ต่าง ๆ ของซีเมนส์ เพื่อนำเสนอสินค้า โซลูชั่น และบริการในกลุ่มธุรกิจหลักของซีเมนส์ ภาระกิจหลักของบริษัทฯ ได้แก่ การออกแบบและวางระบบโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐาน ด้านการผลิต การส่งและวัดจ่ายไฟฟ้า ด้านระบบราง ด้านการจัดหาโซลูชั่น ติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติ และควบคุม ในส่วนของรถไฟฟ้าฯ ซีเมนส์เป็นบริษัทที่มีบริการครบทุกวงจร เช่น การประกอบตู้ ระบบสัญญาณ และควบคุม ปัจจุบันรถไฟฟ้าฯ ที่ใช้ในประเทศไทยก็มาจากบริษัท ซีเมนส์

2. **BOMBARDIER** เป็นบริษัทในด้านการขนส่งในระดับโลก ที่มีสำนักงานอยู่ในมอนทรีออล ประเทศแคนาดา มีสถานที่ตั้งมากกว่า 60 ประเทศใน 5 ทวีป โดยบริษัทฯ จะดำเนินงานธุรกิจขนส่ง 2 ด้านหลัก ๆ ได้แก่ทางอากาศ และการขนส่งทางรถไฟ ในส่วนของการขนส่งทางรถไฟ บริษัทฯ ได้มีการดำเนินงานกว่า 35 ประเทศ มีพนักงานทั้งสิ้น 34,200 คน การให้บริการจะประกอบไปด้วย

   – ตัวขบวนรถไฟ ซึ่งประกอบไปด้วย Automated people movers, monorails, light rail vehicles, Advanced rapid transit, Metros, Commuter trains, intercity high speed trains และ Locomotives
   – โบกี้
   – ระบบการขับเคลื่อนและควบคุม
   – บริการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการซ่อมบำรุง การดำเนินงานและการดำเนินงาน และการจัดการวัสดุซ่อมบำรุง
   – ระบบการขนส่ง บริษัทสามารถให้บริการครบวงจรโดยสามารถที่จะ Design-Build-Operate-Maintain ให้กับลูกค้า
   – ระบบสัญญาณควบคุมรถไฟ

3. **ALSTOM** ได้เริ่มต้นจากการควบรวมกิจการของ Thomson-Houston และ Societe Alsacienne de Constructions Mecaniques (SACM) ในปี ค.ศ. 1928 โดยตั้งโรงงานแห่งแรก ในเมือง Belfort ประเทศฝรั่งเศส บริษัท Alstom เป็นผู้ผลิตหัวจักรไฟฟ้าตั้งแต่ปี ค.ศ. 1932 เป็นต้นมา ปัจจุบัน Alstom มีเครือข่ายอยู่ใน 70 ประเทศทั่วโลก มีพนักงานทั้งหมด 80,000 คน มียอดขายอยู่ที่ 18,700 ล้านยูโร ผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิต ได้แก่ ขบวนรถไฟฟ้า ระบบขนส่งและสัญญาณ อุปกรณ์การบำรุงรักษา และระบบราง ในปี ค.ศ. 2008/2009 บริษัทได้มีคำสั่งซื้อต่าง ๆ ดังนี้

   — High speed และ very high speed ในอิตาลีและอังกฤษ
   — Metros ในชิลี จีนและสหรัฐอเมริกา และรถไฟ 2 ชั้นในฝรั่งเศส
   — Tramways ในอัลจีเรีย สหรัฐอาหรับเอมิเรตและโมร็อคโค
   — Regional train ในเยอรมัน สวีเดนและออสเตรเลีย
   — Systems-Infrastructure-Signaling ในเซาเปาโล เม็กซิโกซิตี้และสิงคโปร์

- **กลุ่มที่มีการประกอบโบกี้ และขบวนรถไฟฟ้า** ได้แก่ SKODA, Kawasaki และอุตสาหกรรมประกอบบรถไฟฟ้าในประเทศจีนและอินเดีย

1. **SKODA Transportation** เป็นบริษัทที่เริ่มก่อตั้งมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1918 ในประเทศสาธารณรัฐเชก โดยเริ่มต้นที่งานซ่อมบำรุง และงานผลิตหัวจักรไอน้ำ โดยขบวนแรกได้ผลิตขึ้นในปี ค.ศ. 1923 ต่อมา SKODA ได้จัดส่งหัวจักรไอน้ำให้กับประเทศต่าง ๆ ในยุโรป ไม่ว่าจะเป็นประเทศโรมาเนีย บัลกาเรีย โปรตุเกสและกรีซ นอกจากนี้ ยังมีการจัดส่งไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกเช่นโคลัมเบีย จีน และอินเดีย และได้มีการยกเลิกการผลิตรถหัวจักรไอน้ำในปี ค.ศ. 1954 สำหรับรถไฟฟ้า SKODA ได้เริ่มต้นผลิตรถไฟฟ้าในปี ค.ศ. 1927 และได้มีการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศโซเวียต และมีการพัฒนาส่งไปขายยังประเทศอิตาลี และสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันลูกค้าหลักของ SKODA เป็นประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก
2. **Kawasaki Heavy Industries** ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1878 ในช่วงแรกมีการผลิตเรือขนส่งสินค้าแบบตะวันตกที่กรุงโตเกียว โดยใช้ชื่อบริษัทว่า Kawasaki Dockyard ต่อมาในปี ค.ศ. 1906 บริษัทฯ เริ่มขยายกิจการ โดยเริ่มต้นผลิตหัวรถจักร ขบวนรถ

ขนส่งสินค้า และขบวนขนส่งผู้โดยสาร (Kawasaki Rolling Stock) ในปี ค.ศ. 1918 บริษัทเริ่มมีแผนกอากาศยาน (Aircraft Department) เพื่อประกอบเครื่องบิน ที่ทำมาจากไม้ และสามารถบินได้ในระยะสั้น ๆ ในปี ค.ศ. 1969 บริษัท Kawasaki Dockyard บริษัท Kawasaki Rolling Stock และ บริษัท Kawasaki Aircraft ได้ควบรวมกัน กลายเป็น บริษัท Kawasaki Heavy Industries, Ltd. โดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา บริษัทฯ ได้รับคำสั่งซื้อจากประเทศต่าง ๆ ทั้งไต้หวัน จีน และเมืองนิวยอร์ค ปัจจุบัน บริษัทฯ เป็นผู้ผลิตขบวนรถไฟฟ้าฯ และหัวรถจักรไฟฟ้าฯ ขนาดใหญ่ ในประเทศญี่ปุ่น

3. ประเทศจีน

— China South Locomotive and Rolling Stock Industry (Group Corporation) เป็นกลุ่มบริษัทภายใต้การกำกับของรัฐบาล ก่อตั้งในปี ค.ศ. 2001 เป็นผู้ประกอบหัวรถจักรและผู้ผลิตอุปกรณ์รถไฟขนาดใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศจีนปัจจุบัน มีโรงงานตั้งอยู่หลายแห่งในประเทศ เช่น โรงงานผลิตหัวรถจักรไฟฟ้าฯ ในเมือง Zhu Zhou โรงงานผลิตหัวรถจักรดีเซลในเมือง Ziyang, Luoyang และ Xiangfan และ โรงงานผลิตตู้รถในเมือง Qishuyan และ Chengdu

— China CNR Corporation Limited ปรับโครงสร้างมาจาก China Northern Locomotive and Rolling Stock Industry (Group) Corporation ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2008 มีตลาดทั้งภายในประเทศจีน ออสเตรเลีย เอเชีย และแอฟริกา บริษัทสามารถออกแบบ ผลิต และ ซ่อมบำรุงหัวรถจักรไฟฟ้า หัวรถจักรดีเซล โมโนเรล ตู้ขบวนผู้โดยสารและตู้ขนส่งสินค้า สำหรับตู้รถผู้โดยสารนั้นทางบริษัทสามารถที่จะประกอบได้ทั้งตู้ชั้นเดียวและสองชั้น นอกจากนี้ยังสามารถประกอบตู้นอนและตู้ห้องอาหาร

— Changchun Railway Vehicles Co., Ltd. (CRC) เป็นบริษัทที่จดทะเบียนในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2002 ซึ่งมีการร่วมทุนจาก China Northern Locomotive & Rolling Stock Industry (Group) Corporation (CNR) และแหล่งเงินอื่น ๆ รวมแล้ว 530 ล้านหยวน โดยผลิตตู้ขบวนผู้โดยสาร, Electric Multiple Units และรถไฟฟ้าพลังงานแม่เหล็ก ที่ผ่านมา CRC ได้ผลิตมากกว่า 28,000 ตู้ซึ่งคิดเป็นครึ่งหนึ่งของการผลิตขบวนรถไฟที่มีการผลิตในประเทศ

4. ประเทศอินเดีย

— Chittaranjan Locomotive Works (CLW) ตั้งอยู่ใน West Bengal ก่อตั้งในปี ค.ศ. 1947 โดยเริ่มการผลิตรถไฟฟ้าฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 ปัจจุบันมีรถไฟฟ้าที่บริษัทผลิตได้ทั้งหมด 15 แบบ โดยรถไฟฟ้าแบบแรกมีชื่อว่า Lokmanya เริ่มต้นในวันที่ 14 ตุลาคม ค.ศ. 1961 ใช้ไฟฟ้า 1,500 โวลต์ รถไฟฟ้าฯ แบบสุดท้ายเรียกว่า WAP-4 รถไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมีแรงม้าตั้งแต่ 2,840 ถึง 6,000 แรงม้า มีความเร็วสูงสุดตั้งแต่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงถึง 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตัวอย่างของรถไฟฟ้าของบริษัท อาทิ

* WAP-7 เป็นหัวรถจักรไฟฟ้าฯ มีกำลังที่สามารถลากรถได้ราว 24-26 ตู้ ด้วยความเร็วระหว่าง 130-140 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
* WAP-5 เป็นหัวรถจักรที่มีกำลัง 5,400 แรงม้า สามารถลากได้ 26 ตู้ และทำความเร็วได้ถึง 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
* WAP-4 เป็นหัวรถจักรที่มีกำลัง 5,000 แรงม้า สามารถลากได้ 24 ตู้ และทำความเร็วได้ 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

— Integral Coach Factory เป็นบริษัทผู้ผลิตตู้รถไฟภายใต้กระทรวงการรถไฟ เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1951 ในช่วงแรกโรงงานจะผลิตเฉพาะตู้รถไฟที่ยังไม่ได้ตกแต่ง และส่งต่อไปยังการรถไฟของอินเดียเพื่อทำการตกแต่งต่อไป อย่างไรก็ตามโรงงานได้เริ่มที่จะมีการตกแต่งในปี ค.ศ. 1962 โดยขยายกำลังการผลิตจาก 350 ตู้รถไฟที่ยังไม่ได้ตกแต่งไปเป็น 750 ตู้รถไฟที่ได้ทำการตกแต่งสำเร็จในปี ค.ศ. 1973 และเพิ่มเป็น 1,000 ตู้ในปี ค.ศ. 1990

Integral Coach Factory ได้ผลิตสินค้าตามความต้องการของการรถไฟของอินเดีย และยังสามารถส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ในเอเชีย และแอฟริกา ได้อีกด้วย โดยโรงงานสามารถที่จะผลิตสินค้าได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นตู้รถไฟดีเซล ตู้รถไฟที่ใช้ในรถไฟใต้ดิน ขบวนรถไฟฟ้า

— Rail Coach Factory (RCF) เป็นผู้ผลิตตู้รถไฟภายใต้การรถไฟของประเทศอินเดีย ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1986 โดยสามารถผลิตตู้รถไฟได้ 16,000 ตู้ 51 ชนิดของตู้

RCF ประกอบไปด้วยหน่วยงานที่สามารถจะออกแบบโบกี้ ตู้รถที่ยังไม่ได้ตกแต่ง รวมทั้งการตกแต่งภายในตามที่ลูกค้าต้องการ ลูกค้าส่วนใหญ่ของ RCF จะเป็นลูกค้าในประเทศ (การรถไฟของอินเดีย) อย่างไรก็ตาม RCF ก็สามารถที่จะส่งออกไปยังต่างประเทศเช่นเวียดนาม (72 โบกี้ในปี ค.ศ. 2000-2001) พม่า (36 ตู้ในปี ค.ศ. 2006-2007) และเซเนกัล (20 ตู้ในปี ค.ศ. 2006-2007)

จากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น จะเห็นว่าคู่แข่งขันโดยตรงของประเทศไทย ที่มีอยู่ในตลาดการประกอบรถไฟฟ้าฯ ในปัจจุบัน มีการก่อตั้งมาเป็นระยะเวลานาน มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีมาโดยตลอด ดังนั้น คู่แข่งขันทางตรงของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย จึงเป็นในทิศทางที่เป็นลบกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

6.4.2 อุปสรรคจากคู่แข่งขันในอนาคต

เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ที่คู่แข่งขันรายใหม่จะเข้ามาในในอุตสาหกรรม โดยคู่แข่งขันที่จะเข้ามาในธุรกิจรถไฟฟ้านี้ จะต้องมีเงินลงทุนจำนวนมาก หรือได้รับการสนับสนุนการลงทุน จากทางภาครัฐของประเทศต่าง ๆ ดังนั้นกรณีที่บริษัทเอกชนจะเข้ามาดำเนินธุรกิจนี้เป็นไปได้ยากมาก สำหรับกรณีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศไทย อาจมองที่ประเทศเพื่อนบ้าน ที่อาจจะตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯขึ้นเอง โดยในปัจจุบัน ประเทศเพื่อนบ้านที่มีการใช้รถไฟฟ้าฯ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย โดยประเทศต่าง ๆยังคงสั่งซื้อรถไฟฟ้าฯจากต่างประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศอาจมีแนวโน้มที่จะตั้งอุตสาหกรรมนี้ ในประเทศเองก็ได้ อย่างประเทศเพื่อนบ้านเช่น เวียดนามได้มีการประกอบรถไฟเอง โดยในอนาคตอาจจะพัฒนามาประกอบรถไฟฟ้าฯเองก็ได้ ซึ่งข้อมูลจากการรถไฟของประเทศเวียดนาม (Vietnam Railways) พบว่าในประเทศเวียดนามมีผู้ประกอบรถไฟที่ใช้งานในเวียดนาม 3 บริษัทได้แก่

1. Di An Railway Carriage Company เป็นบริษัทที่อยู่ภายใต้การบริหารจัดการของ Vietnam Railway Corporation ตั้งแต่ปี 1975 เป็นต้นมาบริษัทได้มีการซ่อมรถไฟมากแล้วกว่า 7,000 คันและมีการประกอบใหม่มา 900 คัน โดยบริษัทได้รับรางวัล ISO 9001:2000 โดยในปัจจุบันบริษัท Di An Railway Carriage Company สามารถที่จะประกอบตัวรถได้หลายประเภท เช่น

รูปที่ 6.1: Air-conditioned double-deck car

- Air-conditioned double-deck car
  - ความยาว 21,005 มิลลิเมตร
  - ความยาวระหว่าง couplers 21,676 มิลลิเมตร
  - ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
  - ความสูง 4,100 มิลลิเมตร
  - จำนวนที่นั่ง 108 ที่นั่ง
- Air-conditioned soft seat coach
  - ความยาว 20,005 มิลลิเมตร
  - ความยาวระหว่าง couplers 20,676 มิลลิเมตร
  - ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
  - ความสูง 3,900 มิลลิเมตร
  - จำนวนที่นั่ง 64 ที่นั่ง
- Air-conditioned soft berth coach
  - ความยาว 20,005 มิลลิเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.2: Air-conditioned soft seat coach

– ความยาวระหว่าง couplers 20,676 มิลลิเมตร
– ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
– ความสูง 3,900 มิลลิเมตร
– จำนวนที่นอน 28 ที่นอน

• Air-conditioned hard berth coach

– ความยาว 20,005 มิลลิเมตร
– ความยาวระหว่าง couplers 20,676 มิลลิเมตร
– ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
– ความสูง 3,900 มิลลิเมตร
– จำนวนที่นอน 42 ที่นอน

2. Gia Lam Train Company เป็นบริษัทในกลุ่มของ Vietnam Railways Corporation โดยสามารถที่จะผลิต Rolling stock และชิ้นส่วนต่างๆที่จะได้ประกอบรถไฟเช่น Air suspension bogie นอกจากนี้บริษัทยังสามารถประกอบรถไฟได้อีกด้วย โดยตัวอย่างของสินค้าที่ Gia Lam Train Company สามารถผลิตได้มีดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.3: Air-conditioned soft berth coach

- Air suspension bogie for coach
- Bogie for coach
- Air-conditioned double-deck car
- Air-conditioned buffet car

3. Hai Phong Carriage Company เป็นบริษัทที่ตั้งอยู่ในเมืองท่า Haiphong โดยสามารถที่ประกอบรถไฟ โดยจะประกอบรถไฟได้ทั้ง Coach และ Wagon นอกจากนี้ยังจัดหาชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อที่จะใช้ในการซ่อมบำรุงให้กับทาง Vietnam Railway Corporation โดยตัวอย่างของสินค้าที่ทางบริษัท Hai Phong Carriage Company สามารถผลิตได้มีดังต่อไปนี้

- Coaches
  - Air-conditioned soft seat coach
    * ความยาวของรถ 20000 มิลลิเมตร
    * ความกว้างของรถ 2900 มิลลิเมตร
    * ความสูงของรถ 3900 มิลลิเมตร

รูปที่ 6.4: Air-conditioned hard berth coach

* ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางโบกี้ 14000 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20676 มิลลิเมตร
* จำนวนที่นั่ง 64 ที่นั่ง

— Hard berth coach

* ความยาวของรถ 20,000 มิลลิเมตร
* ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
* ความสูงของรถ 3,900 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางโบกี้ 14,000 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20,676 มิลลิเมตร
* จำนวนที่นอน 42 ที่นอน

— Berth coach

* ความยาวของรถ 20,000 มิลลิเมตร
* ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
* ความสูงของรถ 3,900 มิลลิเมตร

รูปที่ 6.5: Air suspension bogie for coach

* ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางโบกี้ 14,000 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20,676 มิลลิเมตร
* จำนวนที่นอน 28 ที่นอน

— Double-deck car

* ความยาวของรถ 20,000 มิลลิเมตร
* ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
* ความสูงของรถ 4,100 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางโบกี้ 14,000 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20,676 มิลลิเมตร
* จำนวนที่นั่ง 108 ที่นั่ง

— Dining car

* ความยาวของรถ 20,000 มิลลิเมตร
* ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร

รูปที่ 6.6: Bogie for coach

* ความสูงของรถ 3,900 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางโบกี้ 14,000 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20,676 มิลลิเมตร
* จำนวนที่นั่ง 28 ที่นั่ง

— Civil service and generator car

* ความยาวของรถ 20,000 มิลลิเมตร
* ความกว้างของรถ 2,900 มิลลิเมตร
* ความสูงของรถ 3,900 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่าง 2 couplers 20,767 มิลลิเมตร
* จำนวนเตียงนอน 22 เตียง

• Wagons

— Wagon G-G

* ความยาว 15,000 มิลลิเมตร

รูปที่ 6.7: Air-conditioned double-deck car

* ความกว้าง 2,500 มิลลิเมตร
* ความสูง 3,507 มิลลิเมตร

— Container car

* ความยาว 1,400 มิลลิเมตร
* ความกว้าง 244 มิลลิเมตร
* ความสูง 1,050 มิลลิเมตร

— Composite car P

* ความยาว 11,400 มิลลิเมตร
* ความกว้าง 2,140 มิลลิเมตร
* ความสูง 3,500 มิลลิเมตร
* ความยาวระหว่างจุดศูนย์กลางของโบกี้ 7,400 มิลลิเมตร

• Parts

— Air suspension bogie

รูปที่ 6.8: Air-conditioned buffet car

— Window car

— Soft seat

ปัจจุบัน ประเทศเวียดนามมีการพัฒนาการประกอบรถไฟเพื่อใช้ในประเทศ ถ้าในอนาคต ประเทศเวียดนามมีการใช้ระบบรถไฟฟ้าฯ ก็มีโอกาสที่จะพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อที่จะประกอบรถไฟฟ้าฯ ใช้ในประเทศได้เองเช่นกัน ดังนั้นอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศไทย จึงควรให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟในประเทศเวียดนามด้วย ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

อย่างไรก็ตาม ในช่วงเริ่มต้นของการตั้งอุตสาหกรรมนี้ แต่ละประเทศคงมีเป้าหมายที่จะรองรับความต้องการการใช้รถไฟฟ้าฯ ภายในของประเทศของตนเองก่อน ดังนั้นปัจจัยทางด้านอุปสรรคของคู่แข่งขันรายใหม่น่าจะเป็นในทิศทางบวกกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าในประเทศไทย

รูปที่ 6.9: Air-conditioned soft seat coach

6.4.3 อุปสรรคจากสินค้าทดแทน

เป็นการวิเคราะห์ถึงคู่แข่งขันที่ไม่ได้อยู่ในอุตสาหกรรมเดียวกันแต่อาจจะสามารถตอบสนองลูกค้าได้คล้ายคลึงกัน สำหรับกรณีของรถไฟฟ้าฯ น่าจะไม่มีสินค้าทดแทน เนื่องจากนโยบายจากภาครัฐได้มีการกำหนดรูปแบบที่ชัดเจน ในการใช้รถไฟฟ้าฯไว้แล้ว ส่งผลให้ปัจจัยด้านอุปสรรคจากสินค้าทดแทน น่าจะเป็นในทิศทางบวก กับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศไทย

6.4.4 อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์

เป็นการวิเคราะห์ถึงความสามารถหรืออำนาจ ในการต่อรองของอุตสาหกรรมที่มีต่อซัพพลายเออร์ เนื่องจากอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เป็นอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวเนื่องกับหลากหลายอุตสาหกรรมด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งล้วนแต่มีผู้ประกอบการทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศเป็นจำนวนมาก เป็นผลให้ ปัจจัยด้านอำนาจในการต่อรองของซัพพลายเออร์ น่าจะส่งผลในทิศทางบวกกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.10: Hard berth coach

6.4.5 อำนาจการต่อรองของลูกค้า

เป็นการวิเคราะห์ถึงความสามารถหรืออำนาจในการต่อรองของอุตสาหกรรมที่มีผลต่อลูกค้า เนื่องจากอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ลูกค้าจะต้องเป็นบริษัทที่จะได้สัมปทาน จากทางภาครัฐ ในการดำเนินงานรถไฟฟ้าฯ ถ้ารัฐบาลมีนโยบายกำหนดการใช้รถไฟฟ้าฯ ที่ต้องมีการผลิตในประเทศ ก็จะทำให้ปัจจัยนี้ส่งผลในทิศทางที่เป็นบวก หรือในทางตรงกันข้ามถ้านโยบายเปิดเสรีให้มีการใช้รถไฟฟ้าฯ ที่มีการประกอบจากในหรือนอกประเทศก็ได้ รถไฟฟ้าที่มีการประกอบภายในประเทศ ก็น่าที่จะมีต้นทุนที่ถูกกว่าการประกอบจากต่างประเทศและ นำเข้ามาใช้ ดังนั้นปัจจัยนี้ก็น่าจะส่งผลในด้านบวกเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาทั้ง 5 ปัจจัย พบว่ามีปัจจัย 4 ปัจจัยที่ส่งผลทางด้านบวก ในขณะที่มีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้นที่จะส่งผลทางด้านลบ (ปัจจัยด้านคู่แข่งขันทางตรง) ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ มีความน่าสนใจที่จะมีการลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.11: Berth coach

รูปที่ 6.12: Double-deck car

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

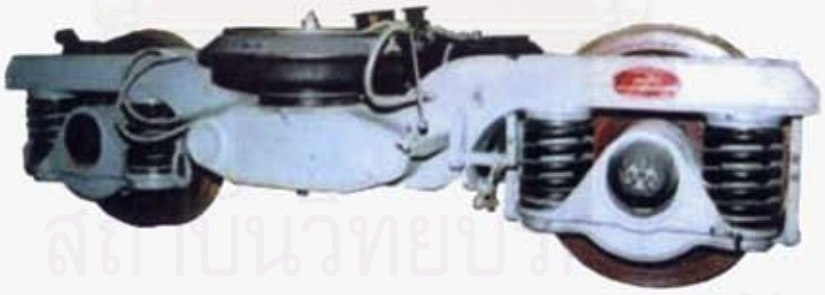
รูปที่ 6.13: Dining car

รูปที่ 6.14: Civil service and generator car

รูปที่ 6.13: Dining car

รูปที่ 6.14: Civil service and generator car

รูปที่ 6.17: Composite car P



รูปที่ 6.18: Air suspension bogie

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.19: Window car

รูปที่ 6.20: Soft seat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5 การศึกษา STP

การศึกษา STP เป็นการศึกษาเพื่อแบ่งส่วนการตลาดออกเป็นส่วนย่อย ๆ (segmentation) จากนั้นจะเป็นการกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ที่ทางอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ต้องการ (targeting) และมีการวางตำแหน่งของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ เมื่อเทียบกับคู่แข่งขัน (positioning)

6.5.1 การแบ่งส่วนการตลาด (Segmentation)

ในการแบ่งส่วนการตลาดนี้ จะเป็นการแบ่งกลุ่มลูกค้าย่อย ๆ เป็นกลุ่มตามลักษณะต่าง ๆ ที่ได้มีการกำหนดเอาไว้ โดยในอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ นั้นจะสามารถแบ่งกลุ่มลูกค้าได้ 2 มิติ ได้แก่

- ที่ตั้งของลูกค้า โดยกลุ่มลูกค้าของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ สามารถแบ่งออกเป็น การใช้รถไฟฟ้าภายในกรุงเทพมหานคร การใช้รถไฟฟ้าในประเทศ และการสั่งซื้อรถไฟฟ้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศเพื่อนบ้าน
- ลักษณะของการนำไปใช้งาน เนื่องจากอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ นี้กระบวนการในการประกอบรถไฟฟ้านั้น สามารถนำไปประกอบใช้ได้ทั้งที่เป็นรถไฟฟ้า และรถไฟธรรมดา ดังนั้นการแบ่งส่วนตลาดจึงสามารถแบ่งได้เป็น การนำรถที่ประกอบไปเป็นรถไฟฟ้า หรือนำไปใช้เป็นรถไฟระบบรางธรรมดา
- การซื้อไปใช้ใหม่หรือเป็นการซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า

6.5.2 การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (Targeting)

การกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (targeting) เป็นการพิจารณา และประเมินกลุ่มลูกค้าที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยจะพิจารณาถึงขนาดของตลาด และวัตถุประสงค์ของอุตสาหกรรม ในอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ นี้สามารถกำหนดกลุ่มเป้าหมายได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

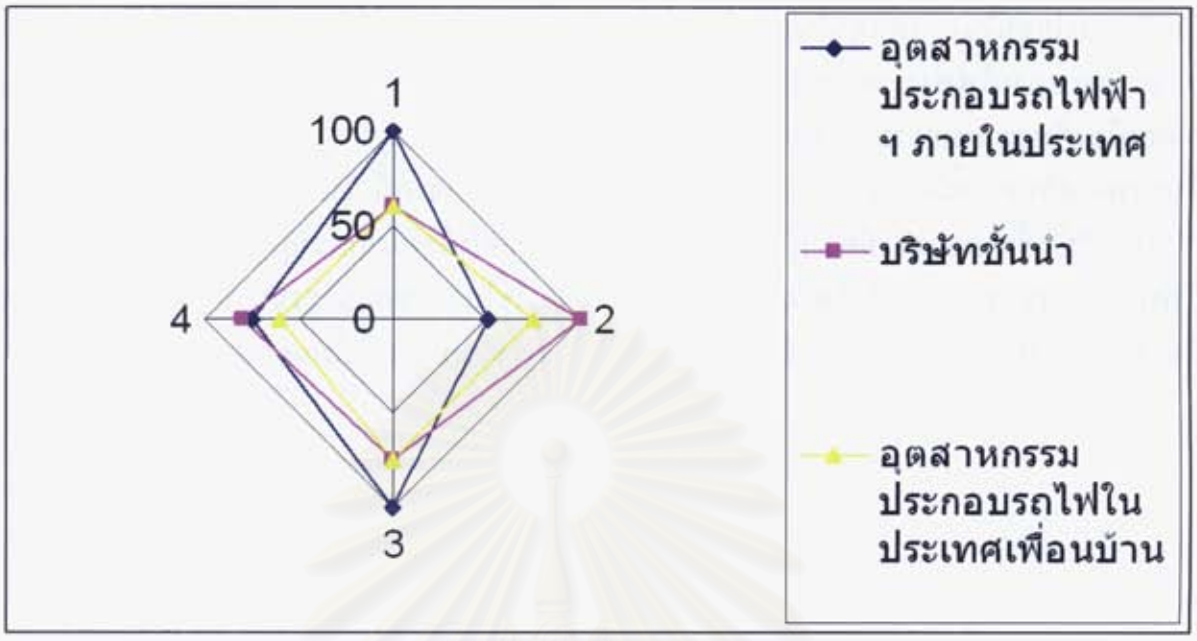
- กลุ่มลูกค้าหลัก (primary target) ได้แก่กลุ่มรถไฟฟ้าที่มีการซื้อใช้งานในประเทศ โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร โดยตามแผนที่กำหนดเอาไว้นั้น จะมีความต้องการการใช้รถไฟฟ้าทั้งสิ้น

95 ขบวน 151 ขบวน และ 96 ขบวนในปี 2557, 2562 และ 2572 ตามลำดับ ซึ่งในกลุ่มลูกค้าหลักที่ต้องการการรถไฟฟ้าที่จะใช้ภายในประเทศนี้นั้น จะเป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดตามสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

- กลุ่มลูกค้ารอง (secondary target) สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มรถไฟฟ้าที่ได้มีอยู่ในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศเพื่อนบ้าน เช่น เวียดนาม และมาเลเซีย นอกจากนี้กลุ่มลูกค้ารองสำหรับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ นี้ ยังอาจจะรวมถึง อุตสาหกรรมประกอบรถไฟระบบรางธรรมดา ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทยมีโครงข่ายเส้นทางรถไฟกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยมีระยะทางรวมประมาณ 4,044 กิโลเมตร โดยจะมีการขยายเส้นทางเป็นรถไฟรางคู่ เพื่อเพิ่มความสามารถในการรองรับความต้องการการใช้รถ และเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการเดินรถและการขนส่ง โดยในปัจจุบัน การรถไฟแห่งประเทศไทยมีโครงข่ายเส้นทางรถไฟที่เป็นทางคู่ และทางสามเป็นระยะทางประมาณ 340 กิโลเมตรหรือประมาณ 8.4 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งถ้ามีการขยายเส้นทางรถไฟรางคู่ก็จะมีการส่งผลถึงความต้องการการใช้ขบวนรถไฟ ที่ขนผู้โดยสารมากขึ้น และยังอาจมีกลุ่มลูกค้าที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ตามแนวคิดที่จะมีการใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในจังหวัดต่าง ๆ นอกเหนือจาก กทม. โดยพื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในประเทศ เช่น พัทยา หรือ ภูเก็ต

  1. **พัทยา** ได้มีการแผนในการนำระบบขนส่งมวลชนและระบบรถไฟฟ้ารางเดี่ยว (mono-rail) เข้ามาแก้ไขปัญหาการจราจรของนักท่องเที่ยว โดยได้มีการออกแบบรถไฟฟ้าที่จะมีการใช้งานเป็นระบบรางเดียว มีระยะทางรวม 6 กิโลเมตรโดยเริ่มจากโค้งวงเวียนปลาโลมา เข้าถนนวอล์กกิ้งสตีท และสิ้นสุดที่แหลมบาลีฮาย โดยมีงบประมาณทั้งสิ้น 3,000 ล้านบาท (ข้อมูลจากเมืองพัทยา http://www.pattaya.go.th)
  2. **ภูเก็ต** ในปี พ.ศ. 2549 ได้มีการใช้งบประมาณ "ผู้ว่าฯ ซีอีโอ" มาศึกษาแนวคิดที่จะมีการนำรถไฟฟ้าแบบเบา (light rail) มาใช้ในจังหวัดภูเก็ต เพื่อรองรับการขยายตัวด้านการขนส่งมวลชนภายในจังหวัดภูเก็ต โดยผลการศึกษาพบว่าระบบรถไฟฟ้าแบบเบาจะมีระยะทางทั้งหมด 30 กิโลเมตร [1]

[1] ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ http://www.reic.or.th



รูปที่ 6.21: การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ

6.5.3 การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning)

ในการกำหนดตำแหน่งของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศนี้ จะกำหนดเพื่อที่จะสร้างความโดดเด่นในตลาด ซึ่งจะสามารถเข้าใจและเปรียบเทียบกับคู่แข่งขัน ว่าอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ จะอยู่ในตำแหน่งใด ซึ่งทำให้ทราบจุดแข็งและจุดอ่อนของอุตสาหกรรมได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้ 3 มิติ ได้แก่ ความสามารถในการประกอบรถไฟฟ้า ต้นทุนในการประกอบ และการพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมอื่นๆ ภายในประเทศ โดยจะเปรียบเทียบอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ กับบริษัทผู้ประกอบรถไฟฟ้าและอุตสาหกรรมประกอบรถไฟในประเทศเพื่อนบ้าน ดังแสดงในรูป 6.21

จากรูปที่ 1 แกนที่ 1, 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นถึงมิติด้านความสามารถในการประกอบรถไฟฟ้าฯ ต้นทุนในการประกอบ การพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมอื่นๆ ภายในประเทศ และการให้บริการการซ่อมบำรุง ตามลำดับ อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ จะสามารถก่อ

ให้เกิดประโยชน์ในด้านต้นทุนในการประกอบรถไฟฟ้าฯ ซึ่งจะมีผลต่องบประมาณที่จะมีการลงทุนก่อสร้างระบบรถไฟฟ้าฯ นอกจากนี้ ยังส่งผลดีต่อการพัฒนาขีดความสามารถของอุตสาหกรรมอื่นที่ต่อเนื่องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมของผู้จัดส่งชิ้นส่วนให้มีความสามารถในการผลิตสินค้าได้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ ในด้านการให้บริการการซ่อมบำรุง บริษัทชั้นนำอาจจะมีความได้เปรียบในด้านของเทคโนโลยีมากกว่าอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ อย่างไรก็ตาม ในด้านแรงงานที่จะใช้ในการซ่อมบำรุงนั้น บริษัทชั้นนำก็ยังคงใช้บุคลากรภายในประเทศ ซึ่งทำให้ความสามารถในการซ่อมบำรุงนั้นไม่แตกต่างกันมากนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.6 สรุป

คณะผู้วิจัยได้มีการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิต่าง ๆ จากหน่วยงานภาครัฐ เอกสารสิ่งพิมพ์และเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ยังรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง โดยในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธุรกิจ ที่ปรึกษาได้วิเคราะห์โดยใช้ PEST Analysis เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยภาพนอก ที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ ต่อมา มีการวิเคราะห์ศักยภาพการแข่งขัน ของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยโดยใช้ Diamond Model วิเคราะห์ปัจจัยที่จะส่งผลกับการดำเนินงาน โดยใช้Five Forces Model และมีการศึกษาตลาดที่มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในอนาคต โดยวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า กำหนดกลุ่มลูกค้า และวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ในตลาด ซึ่งสา มารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมภายนอกส่งผลในทิศทางที่ดีกับอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยนโยบายทางภาพรัฐ จากการประมาณการความต้องการการใช้รถไฟฟ้าตามแผนงานที่ทางสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) พบว่า ในระยะเวลา 20 ปีประเทศไทยมีความต้องการการใช้รถไฟฟ้าจำนวนมาก (342 ขบวน) ดังนั้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการซื้อขบวนรถไฟฟ้าจากต่างประเทศ ประเทศไทยควรมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เอง ในด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า ประเทศไทย และกรุงเทพมหานคร มีการเจริญเติบโตประมาณ 8 % และ 4.7 % และอัตราการแลกเปลี่ยนเงินสกุลต่างประเทศเมื่อเทียบกับสกุลเงินบาทพบว่า มีความผันผวนอยู่ตลอดเวลาทำให้การสั่งซื้อสินค้าต่าง ๆ จากต่างประเทศอาจจะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่แน่นอนตามอัตราแลกเปลี่ยน

   ดังนั้น ในแง่เศรษฐศาสตร์ จะส่งผลให้ประเทศไทยควรมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในด้านสังคม ปัจจุบันประชาชนที่อาศัยในกรุงเทพมหานครเองก็มีความต้องการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าฯ มากขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบายในการเดินทาง นอกจากนี้การเดินทางโดยรถไฟฟ้าฯ มีการใช้พลังงานในการดำเนินงานน้อยกว่าการขนส่งมวลชนประเภทอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ใช้ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้การใช้พลังงานยังส่งผลต่อมลพิษที่จะมีต่อสภาพแวดล้อม และการดำรงชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครอีกด้วย อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศยังจะส่งผลต่อการจ้างงานภายในประเทศอีกด้วย ดังนั้น อุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ จึงจำเป็นในประ

เทศไทย สุดท้ายในด้านเทคโนโลยี จากการวิเคราะห์ด้านเทคนิคพบว่าอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากนัก ดังนั้น ความต้องการด้านแรงงานอาจจะเป็นความต้องการแรงงานพื้นฐานซึ่งประเทศไทยมีจำนวนแรงงานที่จบการศึกษาด้านช่างอยู่มากเพียงพอ ที่จะสนับสนุนงานในโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ

2. การวิเคราะห์ศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ พบว่าประเทศไทยมียุทธศาสตร์ในการขยายเส้นทางสำหรับรถไฟฟ้าฯตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ในส่วนของอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง และอุตสาหกรรมสนับสนุน ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่อเนื่อง ที่จะต้องเป็นผู้จัดส่งสินค้าให้กับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เป็นอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีจุดเด่นอยู่แล้ว เช่น อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ นอกจากนี้ อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ยังสามารถเพิ่มศักยภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯอีกด้วย ในด้านความต้องการของตลาดตามแผนของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร บริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จะมีความต้องการรถไฟฟ้ารวม 200 ขบวนในระยะเวลาอีก 20 ปีข้างหน้า ดังนั้นประเทศไทยจึงมีศักยภาพในการแข่งขันที่จะมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ

3. ในการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้ Five Force Model พบว่า มีบริษัทผู้ผลิตและประกอบรถไฟฟ้ารายใหญ่ของโลกเพียงไม่กี่ราย และล้วนเป็นบริษัทขนาดใหญ่ มีเงินลงทุนมาก นอกจากนี้ บริษัทเหล่านี้ ยังมีพัฒนาการด้านเทคโนโลยีเป็นเวลานานแล้ว อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ คงจะไม่สามารถแข่งขันกับบริษัทรถไฟฟ้าเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบัน ในประเทศเพื่อนบ้านบางประเทศ ก็มีศักยภาพในอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฯ เช่น ประเทศเวียดนาม มีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟใช้ภายในประเทศเป็นระยะเวลาหลายปีแล้ว หรือในประเทศจีน ซึ่งมีการร่วมลงทุนกับบริษัทรถไฟฟ้าแห่งหนึ่ง เพื่อผลิตรถไฟฟ้าฯ ใช้ในประเทศ ซึ่งประเทศไทยควรที่จะริเริ่มให้มีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศก่อนที่ประเทศอื่นในภูมิภาคจะสร้างอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้นและเติบโตเป็นศูนย์กลางการประกอบรถไฟฟ้าในภูมิภาคต่อไป เพราะถ้าประเทศใดประเทศหนึ่งภายในภูมิภาคเดียวกันเป็นศูนย์กลางการประกอบรถไฟฟ้าแล้ว คงจะค่อนข้างยากที่ประเทศไทยที่จะมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ของตนเอง

4. การวิเคราะห์ตลาดของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ โดยใช้การวิเคราะห์ STP พบว่า อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ จะมุ่งเน้นตลาดหลักที่รถไฟฟ้าฯ เป็นหลัก โดยอาจจะเพิ่มกลุ่มลูกค้าหลักไปยังรถไฟธรรมดา ซึ่งประเทศมีแผนในการพัฒนาการขนส่งและการโดยสารโดยใช้รถไฟมากขึ้น และโครงสร้างพื้นฐานที่จะใช้ในการผลิตรถไฟฟ้าและรถไฟไม่แตกต่างกันมากนัก ต่อมาอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ อาจจะขยายต่อไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งจะเป็นตลาดที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยการกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์นั้น ราคาของรถไฟฟ้าฯที่ประกอบภายในประเทศจะมีราคาที่ถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ เพราะมีการใช้แรงงานประกอบภายในประเทศ และต้นทุนชิ้นส่วนบางอย่างก็อาจกำหนดให้ใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศได้ ดังนั้นอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ จึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเหมาะสมที่จะต้องมีการลงทุนและภาครัฐความที่จะให้การสนับสนุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

แนวทางการศึกษาด้านรัฐศาสตร์

7.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อให้ทราบแนวนโยบายของภาครัฐที่มีผลกระทบต่อการส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตรถไฟฟ้าฯ
2. เพื่อให้ทราบกรอบความคิดการส่งเสริมอุตสาหกรรมของภาครัฐ
3. เพื่อเสนอแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

7.2 บทนำ

การศึกษาด้านรัฐศาสตร์ เป็นการศึกษาแนวนโยบาย และบทบาทของภาครัฐในด้านการดำเนินการสนับสนุนและพัฒนาอุตสาหกรรม ในเบื้องต้นจะเป็นการทบทวนถึงแนวนโยบาย รวมทั้งแผนงานต่าง ๆ ของรัฐ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การพิจารณาในเรื่องนี้ จะต้องพิจารณาถึงด้านที่เป็นความต้องการ และด้านที่เน้นการพัฒนา และการสร้างอุปสงค์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของรถไฟฟ้าฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.3 นโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า

นโยบายของรัฐบาลที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ จะประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ส่วนแรกจะเป็นนโยบายด้านการใช้รถไฟฟ้าฯ หรือการขนส่งระบบราง ซึ่งสะท้อนถึงปริมาณความต้องการรถไฟฟ้าฯ ว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใด ส่วนที่สองเป็นแนวนโยบายด้านการส่งเสริมอุตสาหกรรมการลงทุน ซึ่งเป็นการผลักดัน และสนับสนุนด้านอุปทานให้เกิดขึ้น ซึ่งรัฐบาลของนายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ มีแนวนโยบายดังนี้คือ

7.3.1 นโยบายด้านการใช้รถไฟฟ้าฯ

รัฐบาลไม่ได้มีการกำหนดนโยบายในด้านนี้ไว้โดยตรง แต่ความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ อาจพิจารณาได้จากนโยบายอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น นโยบายการจัดระบบการจราจรหรือการคมนาคม ซึ่งรัฐบาลได้กำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้าฯ หรืออุตสาหกรรมที่แสดงถึงความต้องการรถไฟฟ้าฯ ไว้ในนโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (ข้อ 4.3 ในนโยบายเศรษฐกิจ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โดยการเชื่อมโยงการขนส่งทางถนน ทางราง ทางน้ำ และอากาศยานอย่างเป็นระบบ พัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกในการขนส่ง การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และลดต้นทุนโลจิสติกส์ (ข้อ 4.3.3)

การพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพฯ และปริมณฑลให้มีความสมบูรณ์ รวมถึง ระบบรถไฟชานเมือง ให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางกับโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและระบบขนส่งสาธารณะอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การขยายการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนไปยังเมืองหลักในภูมิภาค (ข้อ 4.3.4) การพัฒนาโครงข่ายรถไฟรางคู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะเส้นทางที่มีปริมาณการขนส่งหนาแน่น พัฒนาเส้นทางเชื่อมโยงฐานการผลิตในภูมิภาค และระหว่างประเทศ เป็นต้น

นอกจากนโยบายด้านการขนส่งแล้ว รัฐบาลยังมีนโยบายในการสนับสนุนการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน และการขนส่งระบบราง เพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งนโยบาย

ชลอการลงทุนด้านการจัดหาพลังงานของประเทศ (นโยบาย 4.4 นโยบายพลังงาน ข้อ 4.4.4) ซึ่งสะท้อนความต้องการในด้านรถไฟฟ้าฯ

นโยบายของรัฐที่กล่าวถึงในส่วนนี้ จะแสดงให้เห็นระดับความต้องการการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในด้านอุปสงค์ของรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจรวมถึงความคุ้มทุนและการประหยัดจากขนาดในการดำเนินการลงทุน ตลอดจนการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว

7.3.2 นโยบายด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม

รัฐบาลมีการกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมและการลงทุนไว้ในนโยบายเศรษฐกิจ ในสองหัวข้อหลักคือ ในส่วนของการบริหารเศรษฐกิจมหภาค 4.1.6 การกำหนดกรอบการลงทุนภาครัฐทั้งระยะปานกลางและระยะยาว โดยกำหนดกรอบการลงทุนที่มีความชัดเจนของแหล่งเงินทุน รูปแบบการลงทุน และการเพิ่มบทบาทของภาคเอกชนที่เหมาะสม รวมทั้งพัฒนาเครือข่ายและกลไกการระดมทุนที่มีประสิทธิภาพสำหรับโครงการขนาดใหญ่ โดยคำนึงถึงวินัยการคลังและภาระงบประมาณของภาครัฐ และส่วนที่สองคือ ในหัวข้อ 4.2.2 ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดนโยบายด้านอุตสาหกรรมของรัฐบาลไว้ในเรื่องการสร้างความแข็งแกร่ง และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ให้กับอุตสาหกรรมไทย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการร่วมมือกับภาคเอกชนและส่วนอื่นๆ ยกระดับความสามารถของผู้ประกอบการ ทักษะฝีมือแรงงาน การลดต้นทุน การเพิ่มความร่วมมือในการผลิตสินค้าเชิงลูกโซ่ ผ่านการเจรจาระหว่างประเทศ (ข้อ 4.2.2.1)

การแก้ปัญหาแต่ละอุตสาหกรรมและพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในอนาคต เช่น การผลิตเครื่องจักรในประเทศ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร ส่งเสริมการลงทุนร่วมกันบริษัทต่างประเทศในอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง (ข้อ 4.2.2.2) การร่วมมือกับภาคเอกชนในการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานสินค้าให้ทันเทียมกับสากล

การกระตุ้นให้เอกชนลงทุนทางด้านนวัตกรรม และเทคโนโลยีมากขึ้น (ข้อ 4.2.2.3) การอำนวยความสะดวก ในการจัดตั้งเครือข่าย และการรวมกลุ่มให้แก่อุตสาหกรรมขนาดกลาง และ

ขนาดย่อม (ข้อ 4.2.2.5)

นโยบายเศรษฐกิจของรัฐ จึงเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาและส่งเสริมการดำเนินการอุตสาหกรรมด้านรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง แม้จะไม่มีการระบุถึงการพัฒนาหรือส่งเสริมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้าฯโดยตรง แต่นโยบายจะเป็นภาพกว้างที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมดังกล่าวได้

7.4 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

7.4.1 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นแผนแม่บทในการพัฒนาประเทศ โดยมีการปรับปรุงทุก ๆ 4 ปี เพื่อให้มีความสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจประเทศเชื่อมโยงกับระบบเศรษฐกิจโลก โดยมีกระแสโลกาภิวัฒน์ เป็นปัจจัยกระตุ้นที่ท้าทายระบบเศรษฐกิจ ทำให้ไทยต้องปรับตัวให้ทันต่อการแข่งขัน โดยมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเป็นเครื่องกำหนดทิศทางในการพัฒนาประเทศ

เพื่อเป็นการรองรับการขยายตัวและการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ประเทศไทยจึงมีความเป็นต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการเจริญเติบโตดังกล่าว โดยเฉพาะทางด้านการขนส่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนการผลิตสินค้าและบริการ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 - 2554) ได้กำหนดยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุล และยั่งยืน โดยวางแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และบริการโลจิสติกส์เพื่อสนับสนุนการปรับโครงสร้างการผลิต (ข้อ 4.2) [1] อันมีใจความสำคัญว่า

[1]สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 - 2554), หน้า 85.

จะต้องพัฒนาเครือข่ายโลจิสติกส์ในประเทศ ให้เชื่อมโยงสู่ต่างประเทศ ปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารโลจิสติกส์ภาคการผลิตให้เชื่อมต่อกันทั้งห่วงโซ่อุปทาน สนับสนุนการบริหารจัดการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะระบบราง ทางน้ำและทางท่อให้มากขึ้นอีกทั้งใช้พลังงานและเทคโนโลยีขนส่งที่ทันสมัยเพื่อลดต้นทุน และในส่วนของการขนส่งมวลชนนั้นให้มีการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชน ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ให้มีความสมบูรณ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

7.4.2 อุปสงค์ (demand) ความต้องการระบบขนส่งทางราง

จากแผนฯ แสดงให้เห็นถึงอุปสงค์ (demand) ระบบขนส่งเพื่อรองรับการพัฒนาเศรษฐกิจไทยที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และแนวโน้มการเจริญเติบโตของธุรกิจผู้บริการด้านโลจิสติกส์ (LSPs) ก็มีแนวโน้มการเจริญเติบโตสูงขึ้น ประมาณ 3-4 เท่าของ GDP [2] จึงมีความจำเป็นต้องบรรจุเรื่องการพัฒนาระบบขนส่งไว้ในแผนฯ โดยมีทิศทางการพัฒนา มุ่งสู่ความเชื่อมโยงที่เป็นระบบมากขึ้น มุ่งพัฒนาระบบขนส่งที่มีต้นทุนต่ำ เช่นการขนส่งทางราง ทางน้ำ ทางท่อเป็นต้น ในขณะที่การขนส่งมวลชนก็ต้องพัฒนาให้มีความเชื่อมโยงและครอบคลุมในเขตเมืองหลวง และรอบนอก ซึ่งมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศ

7.4.3 อุปทานภาคอุตสาหกรรม และการผลิตต่อระบบการขนส่งทางราง

ในด้านอุปทาน ส่วนมาเป็นปัจจัยทางอ้อมที่สนับสนุน คือ นโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมการลงทุนและการสร้างโครงสร้างพื้นฐานของประเทศตลอดจนนโยบายการสร้างความร่วมมือภาครัฐ-เอกชน ซึ่งมีคณะกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชน (กรอ.) เป็นตัวแสดงในการผลักดันและส่งเสริมความร่วมมือ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการลงทุนจากเอกชน ในการก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนระบบราง ให้มีความเป็นไปได้มากขึ้น

[2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 - 2554), หน้า 172.

7.5 แผนบริหารราชการแผ่นดิน

แผนบริหารราชการแผ่นดิน เป็นแผนหลักสำหรับใช้ในการบริหารราชการของประเทศ ซึ่งมีการกำหนดเป็นกฎหมาย ระบุให้มีการจัดทำแผนบริหารราชการแผ่นดินทุก ๆ 4 ปี และทุกครั้งที่มีคณะรัฐมนตรีชุดใหม่เข้ามาบริหารประเทศ แผนบริหารราชการแผ่นดินจึงเป็นแผนที่ติดตัวนายกรัฐมนตรีทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนนายกรัฐมนตรี เมื่อรัฐบาลมีการแถลงนโยบายต่อรัฐสภาแล้ว ก็จะมีการจัดทำแผนบริหารราชการขึ้นมาใหม่ แผนบริหารราชการแผ่นดิน จึงจะเป็นแนวทางสำหรับส่วนราชการต่าง ๆ ของประเทศในการปฏิบัติหน้าที่ของตนเอง แผนบริหารราชการแผ่นดินปัจจุบันได้แก่แผนบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2552 – 2554 ซึ่งกำหนดแนวนโยบาย และแนวทางการบริหารราชการแผ่นดินไว้ทั้งหมด 8 นโยบาย และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องไว้ในนโยบายที่ 1 นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก นโยบายที่ 4 นโยบายเศรษฐกิจ ซึ่งนโยบายทั้งสองด้าน เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ทั้งในด้านของอุปสงค์ และอุปทานของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ดังนี้

7.5.1 ด้านความต้องการหรืออุปสงค์ของรถไฟฟ้าและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง

แผนบริหารราชการแผ่นดิน กำหนดแนวนโยบายที่ส่งผลต่อความต้องการ หรืออุปสงค์ของรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องไว้ ดังนี้คือ ในนโยบายเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการในปีแรก ไว้ในส่วนของการเร่งการลงทุนเพื่อการพัฒนาประเทศ โดยกำหนดเป้าหมายเชิงนโยบายไว้ในเรื่องของโครงข่ายรถไฟฟ้าฯ เชื่อมโยง และครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ซึ่งกำหนดตัวชี้วัดไว้เป็นจำนวนเส้นทางของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าฯที่เพิ่มขึ้น และเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทาง และการขนส่งสินค้าทางราง ซึ่งวัดด้วยโครงข่ายรถไฟทางคู่ สายชายฝั่งทะเลตะวันออก ช่วงฉะเชิงเทรา – ศรีราชา – แหลมฉบัง โดยกำหนดกลยุทธ์ และวิธีการดำเนินการตามเป้าหมายข้างต้น คือการพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าฯ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล สายสีแดง บางซื่อ – ตลิ่งชัน สายสีม่วง บางใหญ่ – บางซื่อ สายสีน้ำเงิน บางซื่อ – ท่าพระ และหัวลำโพง – บางแค สายสีเขียว หมอชิต – สะพานใหม่ และแบริ่ง – สมุทรปราการ รวมทั้งเชื่อมโยงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และการพัฒนาโครงข่ายทางรางเพื่อเพิ่มความสะดวก รวดเร็วในการ

ขนส่งสินค้า (ข้อ 1.1.7 นโยบายเร่งการลงทุนเพื่อการพัฒนาประเทศ) นโยบายเศรษฐกิจ ในเรื่องของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (ข้อ 4.3) โดยมีเป้าหมายเชิงนโยบาย คือการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการขนส่ง และโลจิสติกส์ และการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ เพื่อให้การเดินทางสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัด โดยกำหนดตัวชี้วัดเป็นระยะทางของทางรถไฟที่ได้รับการปรับปรุง และมีการกำหนดนโยบายในเรื่องการพัฒนาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูป แบบโดยเชื่อมโยงการขนส่งทางถนน ทางราง ทางน้ำ ทางอากาศ อย่างเป็นระบบ การพัฒนาโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าฯ ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล พัฒนาโครงข่ายรถไฟรางคู่ (ข้อ 4.3)

7.5.2 ด้านอุปทานอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง

นโยบายด้านอุปทานของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ไม่ได้มีการกำหนดไว้ในแผนบริหารราชการแผ่นดิน เป็นการเฉพาะ แต่จะอยู่ในแนวนโยบายด้านอุตสาหกรรมเป็นหลักและเป็นแนวนโยบายกว้างๆ ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับกรณี การส่งเสริมอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องได้ คือ นโยบายการจัดตั้งคณะกรรมการรัฐมนตรีเศรษฐกิจ และคณะกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชน เพื่อแก้ไขปัญหาทางเศรษฐกิจ (กรอ.) ได้กำหนดเป้าหมายเชิงนโยบายในการแก้ปัญหา และอุปสรรคทางเศรษฐกิจการค้า การลงทุนของผู้ประกอบการ และการให้ภาคเอกชนร่วมกับภาครัฐ ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้เจริญเติบโต สามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืน

โดยมีตัวชี้วัด ได้แก่ จำนวนปัญหาและอุปสรรคการประกอบการที่ได้รับการแก้ไข ดัชนีความเชื่อมั่นทางธุรกิจ ความเชื่อมั่นภาคอุตสาหกรรมของสถาบันเอกชนสูงขึ้น (ข้อ 1.4) และนโย บายอุตสาหกรรม ซึ่งเน้นการเพิ่มบทบาทของเอกชน (ข้อ 4.1) นโย บายภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดกลยุทธ์ และวิธีการในเรื่องการเร่งรัด และส่งเสริมการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การร่วมมือกับเอกชนและภาคีการพัฒนา การส่งเสริมการสร้างความแข็งแกร่งให้ภาคอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การปรับปรุงกฎหมายระเบียบที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม การปรับปรุง มาตรการส่งเสริมการลงทุนให้กับนักลงทุน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ สนับสนุนเอกชนลงทุนด้านนวัตกรรม และเทคโนโล

ยีมากขึ้น (ข้อ 4.2.2) การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องด้านการขนส่ง เช่นการต่อเรือ การต่อตู้รถไฟและรถไฟฟ้า (ข้อ 4.3)

แนวนโยบายของรัฐบาล และแผนบริหารราชการแผ่นดินจะกำหนดไว้ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะเห็นถึงนโยบายและมาตรการของรัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ซึ่งจากนโยบายของรัฐบาลที่แถลงต่อรัฐสภา และจากแผนระดับประเทศ จะเห็นว่าได้ความต้องการรถไฟฟ้าฯ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสังคมไทย รัฐบาลมีแนวนโยบายในการใช้ระบบการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าฯและต้องการเชื่อมโยงโครงข่ายรถไฟฟ้าฯให้เกิดขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงปริมาณความต้องการรถไฟฟ้าฯ และจำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่จะต้องใช้ในการบรรลุเป้าหมายดังกล่าว ในขณะที่แนวนโยบายของรัฐในด้านของอุปทานของรถไฟฟ้าฯ ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการนั้น ยังไม่มีความชัดเจนถึงการผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมดังกล่าวอย่างแน่ชัด นโยบายด้านอุตสาหกรรมของรัฐบาล เป็นแนวนโยบายกว้างๆ ที่ไม่มีการกำหนดที่เฉพาะเจาะจงถึงอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง หรือไม่ได้มีนโยบายการสนับสนุนอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องไว้เป็นการเฉพาะ

ดังนั้นในด้านของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ จึงเป็นการดำเนินการ ภายใต้กรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมซึ่งกำหนดไว้แบบกว้างๆ เท่านั้น

7.6 รูปแบบการลงทุนในการพัฒนาอุตสาหกรรม

การพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ ให้เกิดขึ้นในประเทศใดประเทศหนึ่งนั้น รัฐจะต้องมีแนวทางหลักๆ ที่มักจะนำมาใช้เป็นเครื่องมือ ในการริเริ่ม และพัฒนาให้เกิดอุตสาหกรรมขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีความสลับซับซ้อนและต้องการใช้เทคโนโลยีสูง วิธีการที่รัฐบาลแต่ละแห่งมักจะใช้ในการลงทุนเพื่อริเริ่มและกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นจะประกอบด้วย 3 แนวทางหลักๆ คือ

1. **รัฐบาลอนุญาตให้เอกชนรายใดรายหนึ่ง ดำเนินการในลักษณะการผูกขาด หรือโดยการให้ใบอนุญาตในระยะยาว**

วิธีการดังกล่าว จะทำให้หน่วยงานที่ได้รับอนุญาต มีประมาณสินค้าสำหรับการทำการผลิตจำนวนมากพอ(ในส่วนของการคุ้มทุนในการดำเนินการและการประหยัดจากขนาด) เกิดความต่อเนื่องในการดำเนินการ ทำให้เกิดความมั่นใจในการพัฒนาเทคโนโลยี แต่วิธีนี้ อาจจะถูกวิจารณ์ในด้านของการผูกขาด ซึ่งหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตจะสามารถผูกขาดในการดำเนินการในเรื่องนั้น ๆ ได้ในระยะเวลานาน ทำให้หน่วยงานอื่น ๆ ไม่สามารถจะแข่งขันได้ ทำให้การคัดเลือกหน่วยงานที่จะเข้ามาดำเนินการในอุตสาหกรรมที่รัฐต้องการสนับสนุน จึงต้องมีหลักเกณฑ์และวิธีการในการคัดเลือกหน่วยงานที่จะได้รับใบอนุญาตเป็นอย่างดี และการคัดเลือกเพื่อจะให้ใบอนุญาต ต้องกระทำโดยเปิดเผยและโปร่งใส มาตรการนี้ เมื่อมีการดำเนินการในระยะยาวอุตสาหกรรมที่ได้รับการพัฒนาและส่งเสริมมีพัฒนาการที่ก้าวหน้ามากขึ้น รัฐก็จะเปิดให้มีการแข่งขันในการเข้ามาดำเนินการ ซึ่งช่วงเวลาในการดำเนินการส่วนนี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับประเภทและลักษณะของกิจการ ตัวอย่างของการใช้แนวทางนี้ เช่นกรณีของจีน ให้มีการจัดตั้งโรงงานของบริษัท แอร์บัส ในการผลิตเครื่องบิน จุดเด่นของการใช้วิธีนี้คือ เอกชนหรือหน่วยงานที่เข้ามาดำเนินการในเรื่องดังกล่าวจะมีความมั่นใจเนื่องจากการได้รับอนุญาตในระยะยาว มีปริมาณของสินค้ามากพอ ซึ่งทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนและเกิดการประหยัดจากขนาด เกิดการจัดตั้งโรงงานในประเทศและมีการถ่ายโอนเทคโนโลยีจากผู้ที่เข้ามาดำเนินการ การดำเนินการจะมีความต่อเนื่อง และจะไม่เป็นภาระด้านงบประมาณแก่ภาครัฐ เนื่องจากเป็นการให้หน่วยงานอื่นเข้ามาลงทุน แต่จะมีข้อที่พึงระวังคือเรื่องของการผูกขาด ดังนั้นหากในช่วงของการตัดสินใจหากไม่มีการกำหนดแนวทางหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจที่ชัดเจน และมีความโปร่งใส อาจนำไปสู่ปัญหาการทุจริต และการไม่ยอมรับของผู้ที่เกี่ยวข้องได้

2. **รัฐบาลจัดตั้งโรงงานหรือเข้าไปดำเนินการในเรื่องดังกล่าวเอง**

แนวทางนี้เป็นการรัฐตัดสินใจในการดำเนินการเอง เนื่องจากการดำเนินการดังกล่าวจะต้องใช้งบประมาณมาก รัฐจึงดำเนินการเอง เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นหรือกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาในอุตสาหกรรมที่รัฐต้องการให้เกิดขึ้น แนวทางนี้ มักใช้ในกรณีที่รัฐเห็นว่ากิจการดังกล่าวเป็นกิจการสำคัญ และมีความจำเป็นสำหรับประเทศหรือต้องการให้มีการพัฒนาในอุตสาหกรรมดังกล่าว และเอกชนหรือส่วนอื่น ๆ ยังไม่สามารถที่จะดำเนินการได้ เพราะข้อจำกัดในเรื่องต่าง ๆ เช่น เงินทุน หรืองบประมาณ ความเชี่ยวชาญ รวมถึงการป้องกันการเกิดการผูกขาด

จากหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งรัฐจึงเข้ามาดำเนินการธุรกิจดังกล่าวเองและเมื่อเอกชนหรือส่วนอื่น ๆ มีความพร้อมในการเข้ามาดำเนินการเรื่องดังกล่าวแล้ว รัฐก็จะผันตัวเองออกจากการดำเนินการในเรื่องดังกล่าว โดยการแปรรูปหน่วยงานของรัฐ ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว ให้เป็นกิจการของเอกชน เพื่อให้เกิดการแข่งขันกัน ในการให้บริการ และเกิดการพัฒนาประสิทธิภาพในการดำเนินการ ตัวอย่างของแนวทางนี้จะเห็นได้จาก กรณีขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เป็นต้น ซึ่งแต่เดิมเป็นหน่วยงานของรัฐในรูปของรัฐวิสาหกิจและเมื่อมีเอกชนสามารถเข้ามาดำเนินการในเรื่องหรือกิจการดังกล่าวได้แล้วก็สามารถดำเนินการได้อย่างมั่นคงแล้ว รัฐก็ลดบทบาทในด้านนี้ลงโดยการแปรรูปกิจการดังกล่าว หรือเปิดโอกาสให้มีการแข่งขันในการดำเนินธุรกิจดังกล่าว แนวทางนี้จะมีจุดเด่นในเรื่องของการเป็นหน่วยงานของรัฐในการดำเนินการ ซึ่งจะมีความต่อเนื่อง และความมั่นคง เป็นการริเริ่มจากภาครัฐ เกิดการพัฒนาความรู้ในอุตสาหกรรมนั้น ๆ และช่วยให้เกิดความสามารถในการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีระยะยาว ป้องกันปัญหา ในเรื่องการผูกขาดของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งจากภาคเอกชนได้ แนวทางนี้ มีข้อพึงระวังในด้านของการดำเนินการซึ่งมักจะมีธรรมชาติการทำงาน ในลักษณะของราชการ เนื่องจากเป็นหน่วยงานของรัฐ และอาจเกิดปัญหาในเรื่องของความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการบริหาร ความสิ้นเปลืองงบประมาณเพราะรัฐจะต้องใช้งบประมาณในการลงทุนหรือเข้ามาดำเนินการ

3. **รัฐบาลส่งเสริมและสนับสนุนให้เอกชนเข้ามาดำเนินการ**
แนวทางนี้รัฐจะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง โดยการวางมาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เอกชนเข้ามาดำเนินธุรกิจต่าง ๆ การส่งเสริมมักจะทำในรูปของการจัดสรรสิ่งอำนวยความสะดวก ในการลงทุนและประกอบธุรกิจ การให้สิทธิต่าง ๆ อาทิเช่น การให้สิทธิทางภาษี การจัดสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการดำเนินอุตสาหกรรมดังกล่าว การจัดการพัฒนาหรือฝึกอบรมคนสำหรับอุตสาหกรรมที่รัฐสนับสนุน

7.7 แนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

การพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง มีแนวทางเบื้องต้นสำหรับพิจารณาการดำเนินการหลายประการด้วยกัน ซึ่งรัฐบาลอาจเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งในการดำเนินการ

ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ของประเทศ แต่ละแนวทางจะมีข้อดี และข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป แนวทางเบื้องต้นสำหรับการส่งเสริมอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย ประกอบไปด้วย 3 แนวทาง ได้แก่ การส่งเสริมการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยโดยเอกชนแต่ละราย การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในลักษณะของบริษัทร่วมทุน นอกจากนี้ยังมีอีก 1 เงื่อนไขพิเศษ (option) ที่อาจใช้ประกอบกับแนวทางทั้ง 3 แบบข้างต้น คือ การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ (national design) เพื่อเอื้อให้ปริมาณความต้องการใช้รถไฟมีขนาดใหญ่ขึ้น คุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

7.7.1 การส่งเสริมการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

แนวทางนี้จะเป็นการกำหนดให้หน่วยงานที่ได้รับการอนุญาตดำเนินการรถไฟฟ้าสายต่าง ๆ จัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การกำหนดให้ผู้ได้รับอนุญาตในการจัดการเดินรถไฟฟ้าฯ ต้องมีโรงงานประกอบรถไฟฟ้าภายในประเทศไทย อาจรวมถึงการกำหนดสัดส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผลิตในประเทศด้วย (local content) โดยการกำหนดจะกำหนดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกบริษัทที่จะได้รับใบอนุญาต (ทั้งนี้ การกำหนดในเรื่องสัดส่วนชิ้นส่วนที่ผลิตภายในประเทศ อาจมีปัญหาในเรื่องของการกีดกันทางการค้าและการค้าเสรี แต่จะสามารถกำหนดได้ว่า จะพิจารณาจากข้อเสนอของบริษัทที่ให้ประโยชน์กับประเทศไทยมากที่สุด และมีเกณฑ์เรื่องการใช้อุปกรณ์และสิ่งของต่าง ๆ ภายในประเทศได้)

การส่งเสริมการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในประเทศจะมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้คือ

1. ข้อดี

   - การกำหนดแนวทางนี้สามารถดำเนินการได้เลยโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงแนวทางในการบริหารจัดการ ที่รัฐใช้อยู่ในปัจจุบัน กล่าวคือสามารถกำหนดเป็นเงื่อนไขในการอนุญาตให้มีการดำเนินการรถไฟฟ้าในการประมูลได้
   - เป็นการช่วยให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง โดยที่เริ่ม จากการประกอบรถไฟฟ้าฯ และใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผลิตภายในประเทศ ซึ่งจะ

ส่งผลกระทบ ให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าวในระยะยาว และอาจมีส่วนช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้าฯ

- เกิดการแข่งขันในการขออนุญาตดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ในแต่ละสาย การอนุญาตให้มีการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ทีละสาย จะทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ประกอบการต่าง ๆ ซึ่งการแข่งขันจะช่วยให้รัฐได้ประโยชน์สูงสุด

2. ข้อจำกัด

- การขาดการประหยัดจากขนาด เนื่องจากการเปิดอนุญาตให้ยื่นข้อเสนอดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ที่ละเส้นทาง อาจเกิดปัญหาในเรื่องของปริมาณของรถไฟฟ้าฯ ที่ใช้ในแต่ละเส้นทางมีจำนวนไม่มากพอ ทำให้ผู้ที่จะดำเนินการไม่แน่ใจถึงความคุ้มค่าในการเข้ามาดำเนินการตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ หรือหากเข้ามาตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ก็อาจจะทำให้ราคาของรถไฟฟ้าต่อหน่วยมีราคาสูงขึ้น
- ระบบของรถไฟฟ้าฯ แต่ละสายจะมีความแตกต่างกันตามแต่หน่วยงานที่ได้รับอนุญาตให้ดำเนินการรถไฟฟ้าฯ จะจัดหาและดำเนินการในการบริหารจัดการ ซึ่งอาจทำให้เกิดระบบการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ที่หลากหลายและอาจส่งผลต่อเอกภาพของการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ได้

7.7.2 การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

แนวทางนี้เป็นการร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทย และรัฐบาลต่างชาติ ที่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ มากกว่าในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย โดยการร่วมมือหรือการที่ประเทศที่มีพัฒนาการที่ดีกว่าให้ความช่วยเหลือในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯร่วมกับไทย การดำเนินการดังกล่าวอาจกระทำในลักษณะของ การร่วมมือระหว่างรัฐต่อรัฐ (G to G) เพื่อให้อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของไทยพัฒนายิ่งขึ้น การร่วมมือกับประเทศที่มีการพัฒนาในด้านนี้สูง จะช่วยให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยี และมีความต่อเนื่องสูง เพราะเป็นการร่วมมือระหว่างรัฐต่อรัฐ การดำเนินการในแนวทางนี้ อาจมีการร่วมทุนระหว่างไทย กับประเทศที่เข้าร่วมทุนในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ การดำเนินการตามแนวทางนี้จะมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้ คือ

1. ข้อดี

- เกิดการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ ซึ่งจะเป็นฐานสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ในระยะต่อไปได้
- การจัดตั้งโรงงาน ในลักษณะการร่วมทุนระหว่างไทยกับต่างประเทศ ตามรูปแบบการร่วมมือระหว่างรัฐต่อรัฐ จะทำให้การดำเนินการมีความต่อเนื่องและการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นการร่วมมือระหว่างรัฐ

2. ข้อจำกัด

- อาจเกิดการผูกขาดในการลงทุนหรือเกิดการพึ่งพาบริษัทใดบริษัทหนึ่งได้หาก องค์การที่เข้าร่วมทุนกับไทย เป็นบริษัทใดบริษัทหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวแทนของประเทศที่ร่วมทุน ก็จะส่งผลให้การดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ของไทยต้องผูกติดกับบริษัทดังกล่าว และอาจส่งผลถึงการได้เปรียบทางการแข่งขันกับหน่วยงานอื่น ๆ ในระยะยาว

7.7.3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในลักษณะของบริษัทร่วมทุน

แนวทางนี้คล้ายกับแนวทางที่สอง ในการจัดตั้งบริษัทร่วมทุน สำหรับการประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยในแนวทางนี้จะไม่มีการกำหนด แบบกลางของรถ ที่จะใช้เป็นรถไฟฟ้าฯ หรือไม่มีการกำหนดแบบในลักษณะ national design รถไฟฟ้าฯแต่ละสาย จะสามารถมีลักษณะที่แตกต่างกันได้ กรณีนี้จะไม่ทำให้เกิด ปัญหาจากการผูกขาด จากหน่วยงานที่ทำหน้าที่ เป็นผู้ผลิตตามแบบกลาง โดยในแนวทางนี้ จะเน้นการร่วมทุนกัน จัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ และมีการกำหนดเงื่อนไข ให้มีการใช้โรงงานที่มีการร่วมทุนกัน จัดตั้งเป็นผู้ประกอบรถไฟฟ้าฯตามแบบต่าง ๆ แนวทางนี้โรงงานที่ตั้งขึ้น จะทำหน้าที่ ประกอบรถไฟฟ้าฯของสายต่าง ๆ ที่จะเปิดดำเนินการ การดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องตามแนวทางนี้ มีข้อดี และข้อจำกัด คือ

1. ข้อดี

- มีการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้นในประเทศ โดยเป็นโรงงานที่เกิดจากการร่วมทุน และ โรงงานจะประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ดำเนินการทุกสาย ซึ่งจะก่อให้เกิด การประหยัดจากขนาด เนื่องจากโรงงานที่ตั้งขึ้น จะมีปริมาณของรถไฟฟ้าฯที่จะประกอบ

มากกว่าการมีโรงงานประกอบ ของแต่ละหน่วยงาน ที่ได้รับอนุญาตในแต่ละสาย โดยเป็นการใช้ทรัพยากรร่วมกัน (pool resources) สำหรับการตั้งโรงงาน โดยหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตให้ดำเนินการรถไฟฟ้าฯแต่ละสาย ไม่จำเป็นต้องตั้งโรงงานสำหรับการประกอบรถไฟฟ้าฯ ของตนเอง ซึ่งจะทำหน้าที่เพียงแค่ การประกอบรถไฟฟ้าเฉพาะสาย แล้วเลิกโรงงานไป วิธีนี้น่าจะช่วยให้เกิดการประหยัดจากขนาดได้ดีกว่า

- เกิดความต่อเนื่องของโรงงาน การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯในลักษณะการร่วมทุน และให้โรงงานทำหน้าที่ในการประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ทุกสายนั้น จะทำให้โรงงานสามารถดำเนินการได้ในระยะยาว หรือมีความต่อเนื่องจากการมีปริมาณรถมาก และจะมีส่วนช่วย ในการถ่ายทอดด้านเทคโนโลยี เพราะโรงงานจะดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง และจะมีการประกอบ รถไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ตามที่แต่ละหน่วยงานที่ได้รับอนุญาต ให้ดำเนินการรถไฟฟ้าฯเลือกใช้ อันจะทำให้โรงงาน มีการพัฒนา และสะสมองค์ความรู้ในการประกอบรถไฟฟ้าฯ มากกว่าการจัดตั้งโรงงาน ที่ประกอบเฉพาะรุ่น แล้วเลิกโรงงานหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้น ในการประกอบรถไฟฟ้าฯ สำหรับเส้นทางที่ได้รับอนุญาตครบถ้วนแล้ว
- การดำเนินการตามแนวทางนี้ จะไม่เกิดปัญหาจากการมีแบบกลางเพียงแบบเดียว ที่จะใช้กับการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ทุกสาย ซึ่งหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการผลิตอุปกรณ์หรือส่วนประกอบที่สำคัญของรถที่ใช้ในแบบกลาง จะเกิดการผูกขาดหรือขึ้นราคาได้

2. ข้อจำกัด

- แนวทางนี้จะมีข้อจำกัด ในเรื่องของการดำเนินการ ให้เกิดการร่วมทุนของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ซึ่งต้องการความชัดเจน ในนโยบายของรัฐ และการสนับสนุน และผลักดันให้เกิดขึ้นสูง

7.7.4 เงื่อนไขพิเศษ : การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ

คือ การจัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯ ที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกันหรือมีการจัดทำ "แบบแห่งชาติ" (national design) ของรถไฟฟ้าฯ เพื่อใช้สำหรับการเดินรถไฟฟ้าทุกสาย ที่จะมีการเปิดดำเนินการ แนวทางนี้ จะมีการกำหนดแบบกลางของรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ร่วมกันทุกสาย หรือมีการกำหนดมาตร

ฐานกลาง สำหรับรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ เพื่อให้รถไฟฟ้าฯ ที่ต้องการ มีจำนวนมากขึ้น เพียงพอกับการสร้างความคุ้มค่า หรือเกิดการประหยัดจากขนาด การดำเนินการตามแนวทางนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องร่วมกันในการจัดทำแบบกลางสำหรับรถไฟฟ้าฯ ทุกสาย และเมื่อมีแบบกลางแล้ว ไม่ว่าหน่วยงานใด จะได้รับอนุญาตให้มีการดำเนินการจัดการเดินรถไฟฟ้าฯ ในสายใดก็จะต้องใช้รถไฟฟ้าฯ รูปแบบดังกล่าวเหมือนกัน (เพียงแต่อาจจะมีการตกแต่งภายในรถไฟฟ้าฯ ที่แตกต่างกันได้) รูปแบบนี้จะทำให้จำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่จะต้องใช้มีมากขึ้น ทำให้เกิดความคุ้มค่าที่จะมีการจัดตั้งโรงงานสำหรับประกอบและตกแต่ง หรือจัดทำรถไฟฟ้าฯ ขึ้นในประเทศ (เกิดความคุ้มค่าในการตั้งโรงงาน) และทำให้รัฐมีอำนาจในการต่อรอง กับหน่วยงานที่จะเข้ามาดำเนินการได้มากขึ้น เพราะปริมาณความต้องการรถไฟฟ้ามีมากขึ้น แนวทางในการดำเนินการสำหรับวิธีการนี้ อาจจะมีการดำเนินการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดทำแบบกลางของรถไฟฟ้าฯ ขึ้นก่อน (โดยอาจร่วมกันออกแบบระหว่างหน่วยงานรัฐและเอกชนที่เป็นผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ต่าง ๆ ร่วมกันออกแบบ) แนวทางนี้ จะมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้คือ

1. ข้อดี

- เกิดการประหยัดจากขนาด การใช้รถไฟฟ้าแบบเดียวกันนั้น จะทำให้ปริมาณรถไฟฟ้าที่ต้องการใช้มีมากขึ้น ทำให้เกิดความคุ้มค่า ในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศ ซึ่งการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯนี้ อาจมีการดำเนินการในลักษณะของการร่วมทุนระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น รัฐบาล บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้า (หลายบริษัทให้มีการร่วมทุนกัน) การรถไฟแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร เป็นต้น
- เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการเพิ่มอำนาจการต่อรองแก่หน่วยงานภาครัฐ เพราะปริมาณรถไฟฟ้าที่ใช้มีมากขึ้น เมื่อทุกสายใช้รถในรูปแบบเดียวกัน ทำให้การต่อรองในการดำเนินการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ สามารถทำได้ง่ายขึ้น และจะสามารถเพิ่มสัดส่วนของวัตถุดิบที่ผลิตในประเทศได้ อีกทั้งการมีปริมาณรถที่ใช้มาก ยังทำให้เกิดความต่อเนื่องของโรงงานประกอบรถไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้รวมถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น
- การตั้งโรงงานในลักษณะของการร่วมทุน ทำให้ไทยมีการพัฒนาความรู้ในการประกอบรถไฟฟ้าได้ และเป็นการเพิ่มสัดส่วนในการดำเนินการของไทยมากยิ่งขึ้น ต่างจากการที่บริษัทที่ได้รับอนุญาตเป็นผู้จัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้า

- เกิดเอกภาพของระบบรถไฟฟ้าเนื่องจากรถไฟฟ้าเป็นรูปแบบเดียวกัน การดูแลรักษาซ่อมบำรุงของรถทุกสาย จึงเป็นแบบเดียวกัน การขยายกิจการที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าจึงสามารถกระทำได้มากขึ้นซึ่งเป็นฐานสำหรับการพัฒนาในระยะยาว

2. ข้อจำกัด

- อาจเกิดปัญหาในเรื่องของการผูกขาด ในกรณีที่การมีแบบกลาง และหน่วยงานที่เป็นผู้ผลิตตามแบบกลาง ซึ่งอาจจะเป็นหน่วยงานที่ผูกขาดการผลิตรถไฟฟ้าฯ ทำให้หน่วยงานดังกล่าว มีอำนาจในการต่อรอง และสามารถกำหนดราคาได้ เนื่องจากไม่มีการแข่งขันในการดำเนินการ
- การดำเนินการตามแนวทางนี้ จะแตกต่างจากการดำเนินการที่รัฐบาลใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเปิดให้มีการยื่นข้อเสนอในการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ที่ละเส้น และให้ใบอนุญาตในการดำเนินการรถไฟฟ้าฯ แก่หน่วยงานที่ละเส้น และให้หน่วยงานที่ได้รับอนุญาตมาดำเนินการรถไฟฟ้าฯ ซึ่งจะมีการแข่งขันกันในแต่ละสาย และแต่ละองค์การจะสามารถกำหนดแนวทางในการดำเนินการเองได้ ตั้งแต่การเลือกแบบรถไฟฟ้าฯ รวมไปถึงการดำเนินการอื่น ๆ เมื่อใช้รูปแบบการดำเนินการที่จะมีแบบกลาง จะเป็นการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่ใช้ในการดำเนินการอยู่

การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาตินี้ เป็นการสร้างแบบของรถไฟฟ้าฯ ซึ่งแนวทางนี้จะใช้ร่วมกับแนวทางที่ 2 และ 3 ได้ด้วย

จากแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง จะเห็นว่าการเลือกแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว แต่ละแนวทางจะมีข้อดี และข้อจำกัดต่างกันออกไป ข้อดีและข้อจำกัด ของการเลือกแนวทางในแนวทางหนึ่ง ในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง สามารถแสดงได้ ดังตาราง

ตารางสรุปข้อดีและข้อจำกัดของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ตามแนวทางต่าง ๆ

ตารางที่ 7.1: ข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

แนวทางเบื้องต้น	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. การส่งเสริมการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย	- สามารถดำเนินการได้เลย โดยกำหนดเป็นเงื่อนไขในการอนุญาตให้มีการดำเนินการรถไฟฟ้าในการประมูลได้ - ช่วยให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง - เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ประกอบการต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้รัฐได้ประโยชน์สูงสุด	- ขาดการประหยัดจากขนาด การเปิดอนุญาตที่ละเส้นทาง ปริมาณของรถไฟฟ้าฯ ที่ใช้ในแต่ละเส้นทางอาจมีจำนวนไม่มากพอ - ระบบของรถไฟฟ้าฯ แต่ละสายอาจแตกต่างกัน ทำให้ระบบการดำเนินการหลากหลาย ส่งผลต่อเอกภาพ
2. การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ	- เกิดการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ - รูปแบบการร่วมมือระหว่างรัฐต่อรัฐ จะทำให้การดำเนินการมีความต่อเนื่อง และมีการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น	- อาจเกิดการผูกขาดในการลงทุน หรือเกิดการพึ่งพาบริษัทใดบริษัทหนึ่งได้ ส่งผลถึงการได้เปรียบทางการแข่งขันกับหน่วยงานอื่นๆ ในระยะยาว
3. การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในลักษณะของบริษัทร่วมทุน	- เกิดการประหยัดจากขนาด การใช้ทรัพยากรร่วมกัน เนื่องจากโรงงานที่จัดตั้งขึ้นจะมีประมาณของรถไฟฟ้าที่จะประกอบมากกว่าการมีโรงงานประกอบของแต่ละหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตในแต่ละสาย - เกิดความต่อเนื่องของโรงงาน จากการมีปริมาณรถมาก และจะมีส่วนช่วยในการถ่ายโอนทางด้านเทคโนโลยี - ไม่เกิดปัญหาจากการมีแบบกลางเพียงแบบเดียว ซึ่งหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการผลิตส่วนประกอบที่สำคัญของรถที่ใช้ในแบบกลางอาจผูกขาดหรือขึ้นราคา	- มีข้อจำกัดในเรื่องของการดำเนินการให้เกิดการร่วมทุนของหน่วยงานต่างๆ ซึ่งต้องการความชัดเจนในนโยบายของรัฐและการสนับสนุนและผลักดันให้เกิดขึ้นสูง

ตารางที่ 7.2: ข้อดี-ข้อเสีย เงื่อนไขการส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ

เงื่อนไขพิเศษ (option)	ข้อดี	ข้อจำกัด
การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ (National Design)	- เกิดการประหยัดจากขนาด ปริมาณรถไฟฟ้าที่ต้องการใช้มีมากขึ้น ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการจัดสั่งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในประเทศ - เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการพัฒนาความรู้ในการประกอบรถไฟฟ้า - ทำให้ไทยมีการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันในการผลิตรถไฟฟ้าในอนาคตได้ และเป็นการเพิ่มสัดส่วนในการคำนวณการของไทยมากยิ่งขึ้น - เกิดอุตสาหกรรมระบบรถไฟฟ้าต่อเนื่องจากรถไฟฟ้าเป็นรูปธรรมเดียวกัน	- อาจเกิดปัญหาในเรื่องของการผูกขาด โดยหน่วยงานที่เป็นผู้ผลิตตามแบบแผนกลาง - แตกต่างจากแนวทางในการดำเนินการที่ญี่ปุ่นใช้อยู่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.8 การพิจารณาเลือกแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า

การเลือกพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องนั้น มีหลายแนวทางด้วยกัน ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้น การที่รัฐจะเลือกแนวทางใดในการพัฒนา จึงต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ และมีหลักเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจ ซึ่งหลักเกณฑ์ และแนวทางสำคัญ สำหรับการตัดสินใจ ในการเลือกแนวทางต่าง ๆ มีหลายประการ คือ

1. หลักในเรื่องการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีของประเทศ หรือ การลดการพึ่งพาทางเทคโนโลยีจากต่างชาติ หลักการในเรื่องนี้ จะเป็นการดำเนินการที่เน้นให้ประเทศสามารถพึ่งพาตนเองทางด้านเทคโนโลยีได้มากขึ้น หรือ สามารถลดการพึ่งพาทางเทคโนโลยี ที่มีต่อต่างประเทศลง ซึ่งจะเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้าฯ ให้มีมากขึ้น โดยเฉพาะในระยะยาว

2. หลักในเรื่องการสร้างองค์ความรู้ และการถ่ายโอนเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในการดำเนินอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การตัดสินใจเลือกแนวทาง การพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ควรเน้นให้เกิด การถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้จากต่างประเทศ และการสร้างองค์ความรู้ ให้แก่หน่วยงานในประเทศ

3. หลักในเรื่องผลประโยชน์ของรัฐ การตัดสินใจเลือกแนวทางในการพัฒนา และสนับสนุนให้เกิด อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ควรให้ความสำคัญกับผลประโยชน์ของประเทศ หรือผลประโยชน์ของรัฐในระยะยาว

4. หลักในเรื่องประสิทธิภาพ เป็นหลักการที่เน้นในเรื่องของการดำเนินการที่ประหยัด และให้ผลตอบแทนจากแนวทางดังกล่าวมากที่สุด หลักการประหยัดจะเกิดจาก การเลือกตัดสินใจที่ประหยัดจากขนาด หลักในเรื่องของความคุ้มค่าในการลงทุนหรือการดำเนินการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.9 ข้อเสนอสำหรับแนวทางในการพัฒนา อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ควรมีการดำเนินการโดยกำหนดแผนการดำเนินการในระยะยาว โดยกำหนดทิศทาง การดำเนินการให้สอดคล้อง ต่อเนื่อง และเป็นไปในทางเดียวกัน ไม่เกิดการตัดสินใจในลักษณะของโครงการใครโครงการมัน หรือการดำเนินการแบบแยกส่วน การกำหนดแนวทางในการพัฒนา จึงควรเป็นการมองภาพรวมของระบบรถไฟฟ้าฯ รวมถึงระบบราง เพื่อให้เกิดเอกภาพของนโยบาย และการพัฒนาที่มีทิศทางที่ชัดเจน แนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง จะแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การดำเนินการในระยะสั้นและการสร้างรากฐานของการพัฒนา

ในระยะที่ 1 นี้ การดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องจะดำเนินการต่อเนื่อง จากแนวทางที่รัฐดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และเป็นการกำหนดทิศทาง และวางรากฐานสำหรับ การพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในระยะยาว ในขั้นนี้รัฐควรมีนโยบายในการดำเนินการด้านรถไฟฟ้าฯ โดยให้มีการอนุญาตให้มีการเดินรถไฟฟ้าฯตามแผนแม่บทที่วางไว้ และกำหนดเงื่อนไขให้หน่วยงานที่ได้รับอนุญาต ตั้งโรงงานสำหรับการประกอบรถไฟฟ้าฯ และกำหนดเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกหน่วยงานที่จะได้รับอนุญาต ให้ดำเนินการเดินรถไฟฟ้าฯสายต่าง ๆ โดยยึดหลักประโยชน์ของรัฐ และประสิทธิภาพเป็นหลัก (เกณฑ์ที่สำคัญในการพิจารณาอาจได้แก่ การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในไทย การใช้ชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์ที่ทำในประเทศในสัดส่วนที่สูง การถ่ายทอดทางเทคโนโลยี และเทคนิคให้กับกิจการของไทย และมีส่วนในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น) ลักษณะดังกล่าวนี้ จะทำให้การดำเนินการของรัฐที่มีอยู่ มีความต่อเนื่อง ไม่สะดุด ขณะเดียวกันก็เริ่มวางรากฐานในอนาคต ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง โดยการดำเนินการให้มีการจัดตั้งหน่วยงานร่วมทุนในการประกอบรถไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นหน่วยงานหลักที่ประกอบรถไฟฟ้าที่จะใช้ในประเทศในอนาคต ซึ่งระยะนี้จะเป็นการเจรจากับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ เช่น กระทรวงคมนาคม กระทรวงการคลัง การรถไฟแห่งประเทศไทย

การรถไฟฟ้ามหานคร และ รฟม. กรุงเทพมหานคร BTS และหน่วยงานเอกชนที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับรถไฟฟ้าฯ เพื่อหาแนวทางในการร่วมทุนเพื่อตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าขึ้นในประเทศ

ระยะที่2 การจัดตั้งบริษัทหรือองค์การร่วมทุนในการประกอบรถไฟฟ้า

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการดำเนินการหลังจากได้แนวทางในการร่วมทุนจากระยะที่ 1 แล้ว จากนั้นจะเป็นการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในลักษณะขององค์การร่วมทุน (Joint venture) ระหว่างหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งโรงงานดังกล่าวจะทำหน้าที่ เป็นโรงงานกลางสำหรับการประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ในการดำเนินการทุกสาย ทั้งนี้ไม่ขึ้นกับว่าหน่วยงานใดจะได้รับอนุญาตให้ดำเนินกิจการรถไฟฟ้าฯ โดยการตั้งโรงงานจะเป็นในลักษณะของการร่วมทุน ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบ และการผูกขาดโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งเป็นการเฉพาะ อีกทั้งยังมีส่วนในการถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยีในด้านการประกอบและการดำเนินการเกี่ยวกับรถไฟฟ้าฯ ซึ่งการดำเนินการในระยะนี้ จะเป็นการเริ่มวางรากฐานของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ในไทย เนื่องจากโรงงานที่จัดตั้งขึ้นจะมีความต่อเนื่องในการดำเนินการ เพราะจะต้องประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ในประเทศทั้งหมด และทำให้สามารถประกอบรถไฟฟ้าฯ แบบต่าง ๆ ได้ตามที่หน่วยงานที่ได้รับอนุญาตให้ดำเนินการรถไฟฟ้าฯ เลือกจะใช้ในการเดินรถ

ระยะที่ 3 การดำเนินการของโรงงานประกอบและการขยายสู่อุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

ในระยะนี้ จะเป็นการดำเนินงานโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ และขยายไปสู่ อุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง เพื่อให้เกิดการขยายตัว และการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศ ในระยะนี้จะเน้นการขยายตัวของอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง โดยมุ่งส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมไทยสามารถผลิตส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับรถไฟฟ้าฯ ได้มากขึ้น เน้นการเพิ่มการใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ผลิตในประเทศไทย เพื่อให้อุตสาหกรรมด้านนี้ของไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเกิดการตื่นตัว ในเรื่องการศึกษาพัฒนาด้านอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

7.10 สรุป

จากการประมวลแนวนโยบายของรัฐบาล แผนบริหารราชการแผ่นดิน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรม และปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ คณะผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยในเบื้องต้น ไว้ 4 แนวทาง สำหรับนำไปทำการศึกษาด้านการเงินต่อไป คือ

1. การกำหนดให้บริษัทผู้ได้รับคัดเลือกต้องจัดตั้งโรงประกอบในประเทศไทย
2. การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ (national design)
3. การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ (G to G)
4. การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในลักษณะของบริษัทร่วมทุน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

8.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

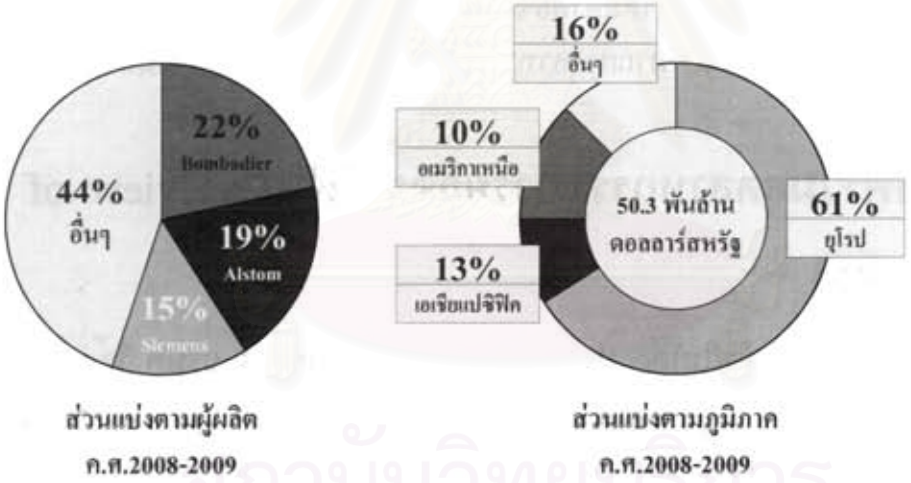
1. เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลผลการดำเนินงานจากบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าต่าง ๆ ประกอบการประมาณปริมาณมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบ

8.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (Overview of Rail Industry)

อุตสาหกรรมการผลิตรถไฟในโลก ประกอบด้วยผู้ผลิตรายใหญ่ 3 บริษัท ได้แก่ 1. Bombadier Inc 2. Alstom และ 3. Siemens AG ตามลำดับ โดยส่วนแบ่งการตลาดของทั้ง 3 บริษัท รวมกันอยู่ที่ประมาณ 56% ของมูลค่าตลาดทั้งหมด ส่วนแบ่งการตลาดที่เหลือประมาณ 44% เป็นผู้ผลิตระดับกลางและเล็ก ซึ่งอยู่ในระหว่างการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเอง หรือเป็นการผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศของตนเองเป็นส่วนใหญ่ เช่น กลุ่ม JR ของประเทศญี่ปุ่น (Japanese National Railways) GE ของสหรัฐอเมริกา (General Electrics) และ Hyundai Rotem ของประเทศเกาหลี เป็นต้น โดยมูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟในช่วงปี ค.ศ. 2006-2008 เท่ากับ 50,300 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจาก 45,700 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ในช่วงปี ค.ศ. 2005-2007

หรือคิดเป็นอัตราการเติบโตเท่ากับ 10.1% ทั้งนี้ มูลค่าของอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟของประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป มีมูลค่าสูงสุด คิดเป็น 61% ประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย-แปซิฟิก คิดเป็น 13% ของมูลค่าอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมดในโลก ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากมูลค่าตลาด แยกตามกลุ่มประเภทของอุปกรณ์รถไฟ ในช่วงปี ค.ศ. 2006-2008 พบว่า มูลค่าของการผลิตตัวรถ (rolling stock) เท่ากับ 22,700 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 45% ของมูลค่าตลาดรวม รองลงมาคือส่วนการให้บริการ (services) เท่ากับ 13,400 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 27% และอันดับสามคือระบบอาณัติสัญญาณ (signaling) เท่ากับ 10,700 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 21% ของมูลค่าอุตสาหกรรมรวมตามลำดับ (ดังแสดงในรูปที่ 8.1 และตารางที่ 8.1)

รูปที่ 8.1 แสดงให้เห็นส่วนแบ่งตลาดของอุตสาหกรรมรถไฟ จำแนกตามบริษัทที่เป็นผู้ผลิตหลักของอุตสาหกรรม และจำแนกตามภูมิภาค



รูปที่ 8.1: ส่วนแบ่งตลาดของอุตสาหกรรมผลิตรถไฟในโลก

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

ตารางที่ 8.1: มูลค่าของอุตสาหกรรมรถไฟ ระหว่างปี 2006-2008 และ 2005-2007

กลุ่มอุปกรณ์รถไฟ (Target Segment)	ปี 2006-2008 (พันล้านเหรียญสหรัฐฯ)		ปี 2005-2007 (พันล้านเหรียญสหรัฐฯ)	
Rolling Stock	$ 22.70	45%	$ 21.20	46%
Services	13.40	27%	12.30	27%
Signalling	10.70	21%	9.80	21%
System	4.60	9%	3.60	8%
Reallocation	-1.10	-2%	-1.20	-2%
รวม	50.30	100%	45.70	100%

ภูมิศาสตร์	ปี 2006-2008 (พันล้านเหรียญสหรัฐฯ)		ปี 2005-2007 (พันล้านเหรียญสหรัฐฯ)	
Europe	$ 30.80	61%	$ 27.90	61%
Asia-Pacific	6.50	13%	6.80	15%
North America	5.00	10%	4.80	10%
Other	8.00	16%	6.20	14%
รวม	50.30	100%	45.70	100%

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

ตารางที่ 8.2: การจัดอันดับกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่

Company	Rolling stock								Services	System	Signalling
	Light rall	Metros	Commuter	Regional	Hight speed &	Electric locomo-	Bogies	Propulslon & controls			
Bombardier	#1	#1	#1	#1	#3	#1	#1	#1	#1	#1	#6
Alstom											
Slemens											
Stadler Rail AG											
CAF											
Hyundai Rotem											
Ansaldo STS											
Thales											

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

8.3 แนวโน้มอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (Industry Outlook)

จากมุมมองของ Bombadier Inc. ซึ่งเป็นผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่ของโลก เห็นว่า แม้การเติบโตของภาคอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ จะมีการชะลอตัว เนื่องจากปัจจัยภาวะเศรษฐกิจของโลก แต่อุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ มีผลกระทบเพียงเล็กน้อย และมีแนวโน้มการเติบโตที่ค่อนข้างสดใส อันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- การขยายตัวของเขตเมืองไปยังพื้นที่รอบนอกมากยิ่งขึ้น (urbanization)
- จากการศึกษาของสมาคมการขนส่งมวลชนนานาชาติ (International Association of Public Transport) พบว่า การเดินทางโดยใช้ระบบขนส่งมวลชน (public transport) มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลถึง 60% ต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตรต่อคน
- การตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (environmental awareness) จากการศึกษาของสมาคมการขนส่งมวลชนนานาชาติ (International Association of Public Transport) พบว่า การใช้รถยนต์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการใช้รถไฟถึงเกือบ 9 เท่าต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตรต่อคน ปัจจัยดังกล่าวอาจไม่ส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมมากนักในระยะสั้น แต่น่าจะส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมในระยะยาว
- การผลิตเพื่อทดแทนรถไฟที่ใกล้หมดสภาพการใช้งาน ในทวีปอเมริกาและยุโรป เป็นปัจจัยหนึ่งที่เพิ่มความต้องการของรถไฟ เนื่องจากอายุเฉลี่ยของรถไฟ ในสองทวีปดังกล่าว อยู่ที่ประมาณ 20 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ต้องทดแทนรถไฟที่ 30 ปี
- การเปิดเสรีของตลาดการให้บริการรถไฟ (liberalization of rail transport markets) โดยเฉพาะในทวีปยุโรป ส่งผลกระทบทางด้านบวก ต่อความต้องการขบวนรถไฟใหม่ๆ รวมถึงการบริการอื่นๆ

เมื่อพิจารณาถึงความต้องการรถไฟในระยะสั้นของตลาด พบว่า ประเทศที่ต้องการรถไฟสูงเป็นอันดับหนึ่ง คือ ประเทศจีน จำนวน 3,000 คัน อันดับสอง คือ สหราชอาณาจักร จำนวน 1,300 คัน อันดับสาม คือ ประเทศฝรั่งเศส จำนวน 1,200 คัน และอันดับสี่ คือ ประเทศเยอรมันนี จำนวน 1,100 คัน ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 8.3)

ตารางที่ 8.3: ภาวะความต้องการรถไฟในระยะสั้นของประเทศต่าง ๆ

โครงการ	ประเทศ	ประเภท	จำนวนรถไฟตามภาวะความต้องการ
Chai Hight Speed	จีน	Hight-speed trains	3,000
Thameslink, London	สหราชอาณาจักร	Commuter and regional trains	1,300
TGV Next Generation	ฝรั่งเศส	Very high-speed trains	1,200
Intercity Replacement	เยอรมัน	Intercity trains	1,100
Intercity Replacement	สวิสเซอแลนด์	Intercity trains	750
Porteur Hyperdense	ฝรั่งเศส	Intercity trains	650
Indian Metro	อินเดีย	Metro cars	550
Porteur Polyvalent	ฝรั่งเศส	Regional trains	550
Picadilly Lines, London	สหราชอาณาจักร	Metro cars	550
Sochi	รัสเซีย	Commuter trains	350
Metro Montreal	แคนาดา	Metro cars	340
Stockholm Metro	สวีเดน	Metro cars	240
Berlin Tram	เยอรมัน	Light rail vehicles	200
Toronto Light Rail	แคนาดา	Light rail vehicles	200
Trenitalia Alta Velocita	อิตาลี	Very high-speed trains	160
Trenitalia Locomotives	อิตาลี	Locomotives	100

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.4 ผลการดำเนินงานทางการเงินของผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่

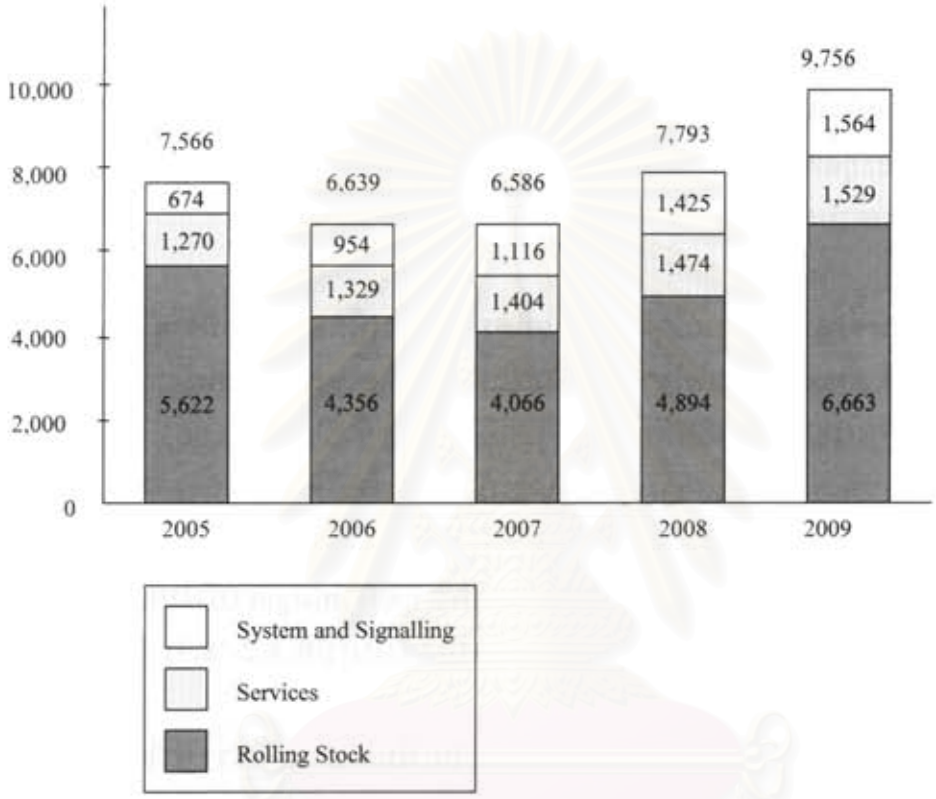
8.4.1 Bombadier Inc.

บริษัท Bombadier Inc เป็นผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่ โดยบริษัทมีธุรกิจหลักใน 2 กลุ่มอุตสาหกรรม คือ 1. อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน (aerospace) และ 2. อุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ โดยในปี ค.ศ. 2008/2009 บริษัท ฯ มีรายได้รวม เท่ากับ 19,800 ล้านเหรียญสหรัฐฯ โดยมีสัดส่วนรายได้มาจาก อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน (aerospace) เท่ากับ 10,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 51% และอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ เท่ากับ 9,756 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 49% ของรายได้รวมตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากรายได้ของการผลิตรถไฟ จะเห็นว่าบริษัทมีรายได้ในปี ค.ศ.2007/2008 เท่ากับ 7,793 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นเป็น 9,756 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ในปี ค.ศ. 2008/2009 โดยรายได้หลักมาจากการผลิตตัวรถไฟ (rolling stock) ซึ่งมีมูลค่า 6,663 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือคิดเป็น 68% ของรายได้จากกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ ในส่วนของกำไรจากการดำเนินงานหรือกำไรก่อนหักดอกเบี้ยและภาษี (earning before interest and tax, EBIT) มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างปี ค.ศ. 2005 ถึง ค.ศ. 2009 โดย EBIT margin (กำไรก่อนหักดอกเบี้ยและภาษีต่อยอดขาย) เพิ่มขึ้นจาก 0.4% เป็น 5.3% (ดังแสดงในรูปที่ 8.2- 8.3)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลทางการเงินเพิ่มเติม จะเห็นว่า กำไรขั้นต้น (profit margin) ของกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 1,285 เป็น 1,583 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือ เพิ่มขึ้นเท่ากับ 23% แต่เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนกำไรขั้นต้น (กำไรขั้นต้น/รายได้รวม) ลดลงเล็กน้อยจาก 16.5% เป็น 16.2% (ดังแสดงในตารางที่ 8.4)

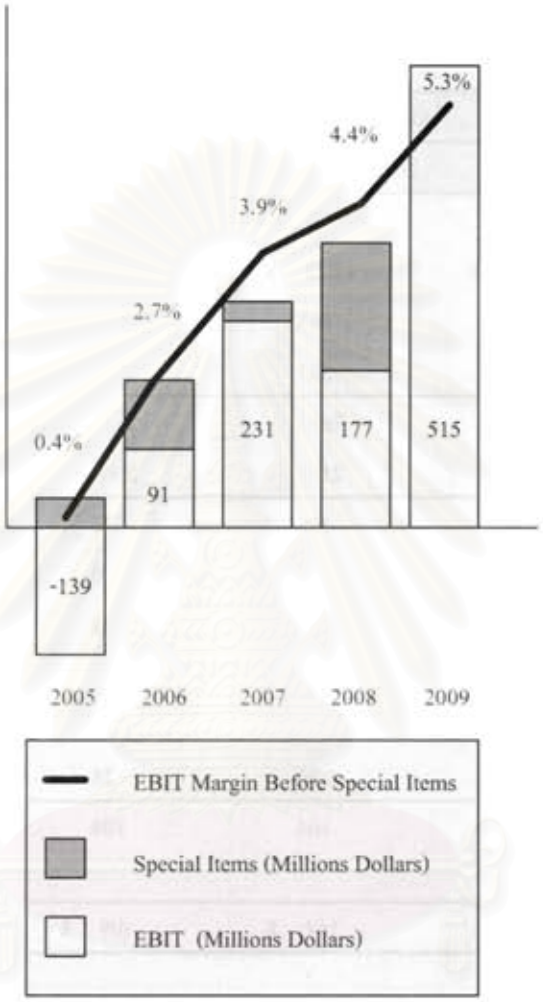
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.2: รายได้ของบริษัท Bombadier ระหว่างปี ค.ศ.2005-2009

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.3: กำไรก่อนการหักดอกเบี้ยและภาษีของบริษัท Bombadier Inc.
แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.4: ผลประกอบการของบริษัท Bombadier Inc ระหว่างปี ค.ศ.2008-2009

ผลประกอบการ	ไตรมาสที่ 4 (สิ้นสุด 31 มกราคม)		ปีงบประมาณ (สิ้นสุด 31 มกราคม)	
	2009	2008	2009	2008
Revenues				
Rolling stock	$ 1,922	$ 1,525	$ 6,663	$ 4,894
Services	365	389	1529	1474
System and signalling	365	443	1564	1425
Total revenues	2652	2377	9756	7793
Cost of sales	2193	2004	8173	6508
Margin	459	373	1583	1285
Selling, general and administrative	207	210	843	739
Research and development	37	28	120	102
Other expense (income)	21	-2	-19	-4
EBITDA before special item	194	137	639	448
Amortization	30	28	124	109
EBIT before special item	164	109	515	339
Special item	-	-	-	162
EBIT	$ 164	$ 109	$ 515	$ 177
(เปอร์เซ็นต์ของรายได้)				
Margin	17.30%	15.70%	16.20%	16.50%
EBITDA	7.30%	5.80%	6.50%	3.70%
EBIT	6.20%	4.60%	5.30%	2.30%

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Bombadier Inc. ปี 2008/2009

8.4.2 Alstom

บริษัท Alstom ซึ่งเป็นผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่อันดับสอง โดยมีธุรกิจหลักจาก 2 กลุ่มอุตสาหกรรม คือ 1. อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า และ 2. อุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ โดยในปี ค.ศ. 2008/2009 บริษัท ฯ มีรายได้รวม เท่ากับ 18,700 ล้านยูโรดอลลาร์ โดยมีสัดส่วนรายได้มาจาก อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า เท่ากับ 13,000 ล้านยูโรดอลลาร์ หรือคิดเป็น 70% และอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ เท่ากับ 5,700 ล้านยูโรดอลลาร์ หรือคิดเป็น 30% ของรายได้รวมตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลกำไรขั้นต้น (profit margin) ของบริษัท [1] พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 3,147 เป็น 3,514 ล้านยูโรดอลลาร์ หรือ เพิ่มขึ้นเท่ากับ 12% แต่เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนกำไรขั้นต้น (กำไรขั้นต้น/รายได้รวม) ค่อนข้างคงที่ระหว่าง 18.6% - 18.8%

เมื่อพิจารณาจากรายได้ของการผลิตรถไฟ จะเห็นว่าบริษัทมีรายได้ในปี ค.ศ.2007/2008 เท่ากับ 5,509 ล้านยูโรดอลลาร์ เพิ่มขึ้นเป็น 5,685 ล้านยูโรดอลลาร์ ในปี ค.ศ. 2008/2009 หรือคิดเป็นอัตราการเติบโตที่ 3% โดยรายได้หลักมาจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปคิดเป็น 70% รองลงมาคือกลุ่มประเทศในทวีบอเมริกาเหนือคิดเป็น 13% ของรายได้รวม

8.4.3 Siemens AG

บริษัท Siemens AG ซึ่งเป็นผู้ผลิตรถไฟรายใหญ่อันดับสาม มีธุรกิจใน 3 กลุ่มอุตสาหกรรมหลัก คือ 1. กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิต (industry) 2. กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน (energy) และ 3. กลุ่มอุตสาหกรรมการแพทย์ (healthcare) (ดังแสดงในตารางที่ 8.6) โดยอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (mobility) จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่ 1 จากข้อมูลงบการเงินประจำปี ค.ศ. 2008 บริษัทมีรายได้รวมเท่ากับ 77,327 ล้านยูโรดอลลาร์ เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2007 ที่มีรายได้รวม 72,448 ล้านยูโรดอลลาร์ หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 11% ขณะที่อัตราการเติบโตของกำไรลดลง 2% โดยกำไรสุทธิรวม ในปี ค.ศ. 2008 เท่ากับ 6,520 ล้านยูโรดอลลาร์ ลดลงจากปี ค.ศ. 2007 ที่ 6,662 ล้านยูโรดอลลาร์

[1] งบการเงินของ Alstom ไม่ได้แบ่งแยกข้อมูลรายจ่ายของแต่ละอุตสาหกรรมไว้ การคำนวณอัตรากำไรขั้นต้น (profit margin) ซึ่งเท่ากับกำไรขั้นต้น (รายได้รวม – ต้นทุนสินค้าขาย) / รายได้รวม จะเป็นอัตรากำไรขั้นต้นของบริษัท

เมื่อพิจารณารายได้รวมที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิต (industry) พบว่า มีรายได้รวมในปี ค.ศ. 2008 เท่ากับ 38,085 ล้านยูโรดอลลาร์ เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2007 ที่มีรายได้รวมเท่ากับ 36,059 ล้านยูโรดอลลาร์ หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นที่ 6% โดยในจำนวนนี้เป็นรายได้ที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟเท่ากับ 5,841 และ 6,160 ล้านยูโรดอลลาร์ ในปี ค.ศ. 2008 และ ค.ศ. 2007 ตามลำดับ หรือคิดเป็นการเติบโตที่ลดลงเท่ากับ -5% นอกจากนี้เมื่อพิจารณากำไรสุทธิจะพบว่ากำไรสุทธิที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟลดลงจาก 274 ล้านยูโรดอลลาร์ เป็น -230 ล้านยูโรดอลลาร์ในปี ค.ศ. 2007 และ ค.ศ. 2008 ตามลำดับ โดยสาเหตุมาจากการถูกปรับจำนวน 209 ล้านยูโรดอลลาร์ ในโครงการใหญ่แห่งหนึ่ง (ดังแสดงในตารางที่ 8.7)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.5: งบกำไร-ขาดทุนของบริษัท Alstom ระหว่างปี ค.ศ.2008-2009

Income Statement

Total Group, actual figures

Year ended 31 March (EURO million)	2009	2008	% Variation 2009/08	
			Actual	Organic
Sales	18,739	16,908	11%	10%
Cost of sales	-15,225	-13,761	11%	10%
R&D expenditure	-586	-554	6%	4%
Selling expenses	-666	-619	8%	8%
Administrative expenses	-726	-679	7%	4%
Income from operations	1,536	1,295	19%	18%
Operating margin	8.20%	7.70%		

Transport, actual figures

Year ended 31 March (EURO million)	2009	2008	% Variation 2009/08	
			Actual	Organic
Order backlog	19,506	17,283	13%	14%
Orders received	8,114	7,467	9%	11%
Sales	5,685	5,509	3%	5%
Income from operations	408	397	3%	5%
Operating margin	7.20%	7.20%		
EBIT	389	368	6%	
Capital Employed	-331	-84	294%	

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Alstom ปี 2008/2009

ตารางที่ 8.6: ธุรกิจ 3 กลุ่มอุตสาหกรรมหลัก ของบริษัท Siemens AG

Industry	Energy	Healthcare
Industry Automation	Fossil Power Generation	Imaging & IT
Drive Technologies	Re newable Energy	Workflow & Solutions
Building Technologies	Oil & Gas	Diagnostics
OSRAM	Energy Service	
Industry Solutions	Power Transmission	
Mobility	Power Distribution	
Cross-Sector Businesses		
Siemens IT Solutions and Services		Siemens Financial Services

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Siemens ปี 2008

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.7: รายได้ของบริษัท Siemens AG ระหว่างปี ค.ศ. 2007-2008

Divisions	Revenue					
	Year ended September 30,		% Change		therein	
[EURO in millions]	2008	2007	Actual	Adjusted*	Currency	Portfolio
Industry Automation	8,699	7,545	15%	12%	-3%	6%
Drive Technologies	8,866	7,793	14%	17%	-3%	0%
Building Technologies	5,984	6,038	-1%	3%	-5%	1%
OSRAM	4,624	4,690	-1%	4%	-5%	0%
Industry Solutions	7,106	6,601	8%	11%	-4%	1%
Mobility	5,841	6,160	-5%	-2%	-3%	0%

* Excluding currency translation and portfolio effects.

Divisions	Profit			Margin	
	Year ended September 30,		% Change	Year ended September 30,	
[EURO in millions]	2008	2007		2008	2007
Industry Automation	1,606	1,102	46%	18.50%	14.60%
Drive Technologies	1,193	913	31%	13.50%	11.70%
Building Technologies	466	429	9%	7.80%	7.10%
OSRAM	401	492	-18%	8.70%	10.50%
Industry Solutions	439	312	41%	6.20%	4.70%
Mobility	-230	274	-	-3.90%	4.40%

แหล่งข้อมูล : รายงานประจำปีของบริษัท Siemens ปี 2008

8.5 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility Study) ในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ

การศึกษาในส่วนนี้ จะอ้างอิงจากผลการศึกษาด้านวิศวกรรมและนโยบายทางด้านรัฐศาสตร์ ซึ่งพบว่าความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมในการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยนั้น ในระยะแรก จะเป็นลักษณะการประกอบโดยนำเข้าชิ้นส่วนทั้งหมดจากต่างประเทศก่อน (Final Assembly) ซึ่งก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตในกรณีนี้ลดลงจากต้นทุนค่าแรงงานเป็นหลัก ดังนั้นในการศึกษาด้านการเงินนี้จะศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยสมมุติให้นำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ ในส่วนของการประมาณการความต้องการรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยจะอ้างอิงจากตัวเลขที่ได้ประมาณการไว้บทก่อนหน้านี้ โดยความต้องการรถไฟฟ้าฯ จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1. ในปี 2557 จำนวน 95 ขบวน หรือ 285 คัน ช่วงที่ 2 .ในปี 2562 จำนวน 161 ขบวน หรือ 483 คัน และช่วงที่ 3 .ในปี 2572 จำนวน 98 ขบวน หรือ 294 คัน รวมความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ทั้งสิ้นเท่ากับ 1,062 คัน

จากการศึกษาทางด้านรัฐศาสตร์ ซึ่งได้เสนอแนวทาง ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯไว้ 4 แนวทางนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินนี้ ศึกษาโดยอ้างอิงแนวทางดังกล่าว อย่างไรก็ตาม สำหรับแนวทางที่ 2-4 นั้น จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของนโยบายทางด้านรัฐศาสตร์ที่ว่า รัฐบาลจะเข้าไปมีส่วนมากน้อยเพียงใด กับการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ หรือจะจัดตั้งหน่วยงานใดขึ้นมารับผิดชอบโดยตรง แต่จะไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณการผลิต และต้นทุนการผลิตต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจะพิจารณารวมกันเป็นกรณีเดียว

8.5.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยผู้ได้รับสัมปทานแต่ละราย

เนื่องจากแนวทางนี้ขึ้นอยู่กับว่าบริษัทใดจะชนะการประมูลในแต่ละโครงการ ซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนในเรื่องของปริมาณการผลิต ส่งผลให้ความเป็นไปได้ของโครงการจัดตั้งโรงงานมีความไม่แน่นอนไปด้วย อย่างไรก็ตามคณะผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน โดยตั้ง

สมมุติฐานว่า บริษัทรายหนึ่งรายใดชนะการประมูลเป็นจำนวน 50% ของจำนวนความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ในแต่ละช่วงเวลา โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

สมมุติฐานเบื้องต้นในการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1

1. **กำลังการผลิตของโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ เท่ากับ 80-100 คันต่อปี** การกำหนดกำลังการผลิตจะพิจารณาจากกรณีที่บริษัทผู้ผลิตรายหนึ่งรายใดเป็นผู้ชนะการประมูลทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯในช่วงปี 2557-2572 พบว่ามีความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯทั้งสิ้นเท่ากับ 354 ขบวน หรือ 1,062 คัน หรือคิดเป็นความต้องการเฉลี่ยเท่ากับ 70.80 คันต่อปี คณะผู้ศึกษา จึงคาดการณ์ว่ากำลังการผลิตของโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯที่ประมาณ 80-100 คันต่อปี น่าจะมีความเหมาะสม

2. **ประมาณการเงินลงทุน เท่ากับ 539 ล้านบาท** ซึ่งประกอบด้วย

   - ค่าที่ดิน จำนวน 20 ไร่ ๆ ละ 2,500,000 บาท เท่ากับ 50 ล้านบาท
   - ค่าก่อสร้างโรงงาน ขนาด 20,000 ตารางเมตร ๆ ละ 7,000 บาท เท่ากับ 140 ล้านบาท
   - ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ เท่ากับ 300 ล้านบาท
   - สำรอง 10% เท่ากับ 49 ล้านบาท

   คณะผู้ศึกษาได้มีโอกาสไปดูงานยังประเทศออสเตรีย ได้เข้าเยี่ยมชม โรงงานผลิตตัวถัง และประกอบรถไฟฟ้าของบริษัท Siemens Austria ซึ่งมีกำลังการผลิตเท่ากับ 400 คันต่อปี มีพื้นที่สำหรับการประกอบตัวรถไฟฟ้า 14,000 ตารางเมตร และพื้นที่สำหรับการผลิต 50,000 ตารางเมตร มีพนักงานทั้งสิ้น 1,700 คน นอกจากนี้ยังได้เข้าเยี่ยมชมบริษัท OBB ซึ่งเป็นบริษัทดำเนินกิจการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ของประเทศออสเตรีย โดยบริษัท OBB ได้ทำข้อตกลงกับบริษัท Siemens สำหรับการถ่ายทอดความรู้ในการประกอบรถไฟฟ้า ในปัจจุบันบริษัท OBB ได้สั่งซื้อชิ้นส่วนทั้งหมดจากบริษัท Siemens และทำการประกอบรถไฟฟ้าเอง ซึ่งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าของบริษัท OBB มีพื้นที่สำหรับการประกอบโดยประมาณเท่ากับ 10,000 ตารางเมตรและมีพื้นที่สำหรับการผลิตเท่ากับ 15,000 ตารางเมตร มีกำลังการผลิตประมาณ 85 คันต่อปี ซึ่งใกล้เคียงกับกำลังการผลิตของโรงงานประกอบของไทย ดังนั้นการประมาณการขนาดของโรงงานจึงอ้างอิงจากโรงงานประกอบของ OBB เป็นหลัก

3. **ประมาณการกระแสเงินสด (cash flow estimation)** มีรายละเอียดดังนี้

- ราคาค่ารถไฟฟ้าฯเท่ากับ 75 ล้านบาทต่อคัน (ประมาณการจากราคาขายเฉลี่ยรถไฟฟ้าของ BTS และ BMCL ซึ่งอยู่ที่ประมาณ 1.5 ล้านยูโรดอลลาร์ต่อคัน) ดังนั้นในการศึกษานี้ได้สมมุติให้การประกอบรถไฟฟ้า มีเพียงแบบเดียว
- ต้นทุนการผลิตต่อคันเท่ากับ 80% ของราคาขาย (อ้างอิงจากอัตราส่วนกำไรขั้นต้นของ Bombadier และ Alstom ที่ประมาณ 16%-18%)
- ต้นทุนแรงงานสำหรับการผลิตรถไฟฟ้าฯเท่ากับ 10% ของต้นทุนการผลิต จากข้อมูลสำนักงานสถิติของประเทศแคนาดา และข้อมูลภายใน ของบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯรายหนึ่งพบว่า โครงสร้างต้นทุนการผลิตรถไฟฟ้าฯ ประกอบด้วยต้นทุนแรงงาน ประมาณ 10%-12% และต้นทุนค่าวัตถุดิบ 88%-90%
- อัตราค่าแรงงานของไทยต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว 70% ทำให้เกิดการประหยัดของต้นทุนการผลิต ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับเป็นกระแสเงินสดรับ จากการประหยัดต้นทุนค่าแรงงาน จากข้อมูลของสำนักงานสถิติประเทศแคนาดา พบว่าอัตราค่าจ้างแรงงานในอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟ (NAICS 3365) ในปี 2550 (2007) เท่ากับ 46,251 เหรียญแคนาดา หรือประมาณ 1,360,000 บาท ขณะที่อัตราค่าจ้างแรงงานของไทยในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ โดยการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติเมื่อปี 2545 อยู่ที่ประมาณ 15,270 บาทต่อเดือน หรือ 183,240 ต่อปี เมื่อกำหนดให้อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าจ้างแรงงานไทยเท่ากับ 5 % ต่อปี อัตราค่าจ้างแรงงานในปี 2550 จะเท่ากับ 233,865 บาทต่อปี ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราส่วนค่าจ้างแรงงานระหว่างประเทศแคนาดาและไทยจะเห็นว่า อัตราค่าจ้างแรงงานไทยจะต่ำกว่าประเทศแคนาดา ถึง 83 % เพื่อเป็นการเผื่อความเคลื่อนในการคำนวณ คณะผู้ศึกษา จึงได้กำหนดให้อัตราค่าแรงงานของไทยต่ำกว่าประเทศพัฒนาแล้ว เท่ากับ 70%
- ไม่มีค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร เนื่องจากสามารถใช้บุคลากรของบริษัทที่มีอยู่แล้ว
- ไม่มีความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนเพิ่มเติม เนื่องจากในการพิจารณาความเป็นไปได้ทางการเงินนั้น จะพิจารณาเฉพาะกระแสเงินสดส่วนเพิ่มจากโครงการ (Incremental Cash Flows) ในกรณีที่ไม่มีการประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศไทยก็มีความต้องการ

ใช้เงินทุนหมุนอยู่แล้ว การเปลี่ยนสถานที่ประกอบรถไฟฟ้าฯไม่ทำให้เกิดความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนส่วนเพิ่ม

- ค่าเฉลี่ยต้นทุนเงินทุนสำหรับใช้คิดลด (Weighted Average Cost of Capital) เท่ากับ 10% ต่อปี
- ไม่มีต้นทุนในการฝึกอบรมพนักงาน (Training Cost) ให้มีทักษะในการประกอบรถไฟฟ้าฯ

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 นี้ คณะผู้ศึกษาได้ทดลองทำการศึกษาใน 3 กรณี คือ

- กรณีที่ 1 บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ชนะการประมูลสำหรับระยะที่ 1 จำนวน 50% ของความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯทั้งหมด (145 คัน จากทั้งหมด 285 คัน) และระยะเวลาโครงการ 3 ปี
- กรณีที่ 2 บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ชนะการประมูลสำหรับระยะที่ 1 และ 2 จำนวน 50% ของความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯทั้งหมด (385 คัน จากทั้งหมด 768 คัน) และระยะเวลาโครงการ 8 ปี
- กรณีที่ 3 บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ชนะการประมูลสำหรับระยะที่ 1, 2 และ 3 จำนวน 50% ของความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯทั้งหมด (530 คัน จากทั้งหมด 1,062 คัน) และระยะเวลาโครงการ 18 ปี

จากตารางผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในกรณีที่ 1-3 (ดังแสดงในตาราง) จะพบว่าการลงทุนตั้งโรงงานโดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเฉพาะกรณีที่ 2-3 เท่านั้น โดยสามารถพิจารณาในรายละเอียดได้ดังนี้

กรณีที่ 1 พบว่าไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากตัววัดผลตอบแทนจากการลงทุน คือ NPV (Net Present Value) มีค่าเท่ากับ -7.30 ล้านบาท หมายถึงการลงทุนได้กระแสเงินสดรับน้อยกว่ากระแสเงินสดที่ลงทุนหรือจ่ายออกไปเท่ากับ 7.30 ล้านบาท นอกจากนี้ค่า IRR (Internal Rate of Return) ซึ่งเป็นตัววัดผลตอบแทนที่นิยมใช้อีกตัวหนึ่งให้ผลสอดคล้องกัน โดยค่า IRR

มีค่าเท่ากับ 9.39% ซึ่งหมายถึงผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนทางการเงินที่ 10% จะเห็นว่า ผลตอบแทนน้อยกว่าต้นทุนทางการเงิน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิต จะพบว่า คุ้มค่ากับการลงทุนโดยมีค่าเท่ากับ 2.69 ปี(น้อยกว่า 3 ปี) และ 126.65 คัน (น้อยกว่า 145 คัน) ตามลำดับ ถึงแม้ว่าตัววัดระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิต จะให้ผลว่าคุ้มค่าในการลงทุน แต่การพิจารณาโดยใช้ตัววัดดังกล่าวไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่ได้พิจารณาถึงมูลค่าเงินตามเวลา ดังนั้น คณะผู้ศึกษาจึงได้ทำการคำนวณระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิตที่ได้คิดลดมูลค่าเงินตามเวลาแล้ว ซึ่งพบว่าให้ผลสอดคล้องกับค่า NPV และ IRR คือไม่คุ้มค่ากับการลงทุน โดยมีระยะคืนทุนสูงกว่าระยะเวลาของโครงการและมีจุดคุ้มทุนการผลิตสูงกว่าจำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่ต้องผลิต อย่างไรก็ตาม การศึกษาในกรณีที่ 1 นี้ มีตัวแปรที่ค่อนข้างมีผลต่อการศึกษาค่อนข้างมาก คือ มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก ซึ่งในการศึกษานี้ สมมุติให้สามารถขายที่ดิน สิ่งปลูกสร้างและเครื่องจักรอุปกรณ์ได้ในราคาตามบัญชีและคิดส่วนลด 50% เมื่อใช้ในการผลิตในปี 2557 เสร็จสิ้นแล้ว (เท่ากับ 274 ล้านบาท) ซึ่งในความเป็นจริงหากสามารถขายได้สูงกว่านี้ก็อาจจะทำให้โครงการคุ้มค่ากับการลงทุนได้

ในกรณีที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าผลการศึกษาพบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยพิจารณาในรายละเอียดจะเห็นว่าตัววัดผลตอบแทนในการลงทุนทุกตัวให้ผลสอดคล้องกัน เช่น กรณีที่ 2 ค่า NPV มีค่าเท่ากับ 242.35 ล้านบาท (กระแสเงินสดรับมากกว่ากระแสเงินสดจ่าย 213.48 ล้านบาท) ค่า IRR เท่ากับ 20.13% (สูงกว่าต้นทุนเงินทุนที่ 10%) ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลาเท่ากับ 5.54 ปี จุดคุ้มทุนการผลิตแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลาเท่ากับ 269.31 คัน เป็นต้น

โดยสรุปสำหรับแนวทางที่ 1 นี้ มีความเสี่ยงในเรื่องของความไม่แน่นอนของปริมาณการผลิต ทำให้การพิจารณาความคุ้มค่าการลงทุนทำได้ยาก ดังนั้นหากรัฐบาลต้องการให้บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯมาตั้งโรงงานประกอบในประเทศ จำเป็นจะต้องมีการรวมสัญญาการประมูล ให้มีจำนวนรถไฟฟ้าฯมากเพียงพอ ซึ่งจากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในกรณีที่ 2-3 จะเห็นว่าจุดคุ้มทุนการผลิตแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลาจะอยู่ที่ประมาณ 270 คัน

ตารางที่ 8.8: ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 1

ประมาณการกระแสเงินสดของโครงการ สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 1 (ล้านบาท)

ปีที่	2554 (0)	2555 (1)	2556 (2)	2557 (3)
ยอดการผลิต (คันต่อปี)		35	50	60
มูลค่าการผลิตรวม		2,625	3,750	4,500
ต้นทุนการผลิตต่อคัน		56.25	56.25	56.25
ต้นทุนค่าแรงงานต่อคัน		5.63	5.63	5.63
การประหยัดจากค่าแรงงาน		96.47	137.81	165.38
กระแสเงินสดจากการลงทุน	-539.00			
มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก				274.00
กระแสเงินจากการประหยัดต้นทุนแรงงาน		96.47	137.81	165.38
กระแสเงินสดสุทธิ	**-539.00**	**96.47**	**137.81**	**439.38**

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	-7.30
อัตราผลตอบแทน (IRR)	9.39%
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	2.69
ระยะเวลาคืนทุน แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา (	>3
จุดคุ้มทุนการผลิต (คัน)	126.65
จุดคุ้มทุนการผลิต แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา	>145

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.9: ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 2

ประมาณการกระแสเงินสดของโครงการ สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 2 (ล้านบาท)

ปีที่	2554 (0)	2555 (1)	2556 (2)	2557 (3)	2558 (4)	2559 (5)	2560 (6)	2561 (7)	2562 (8)
ยอดการผลิต (คันต่อปี)		35	50	60	50	50	50	45	45
มูลค่าการผลิตรวม		2,625	3,750	4,500	3,750	3,750	3,750	3,375	3,375
ต้นทุนการผลิตต่อคัน		56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25
ต้นทุนค่าแรงงานต่อคัน		5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63
การประหยัดจากค่าแรงงาน		96.47	137.81	165.38	137.81	137.81	137.81	124.03	124.03
กระแสเงินสดจากการลงทุน	-539.00								
มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก									164.00
กระแสเงินจากการประหยัดต้นทุนแรงงาน		96.47	137.81	165.38	137.81	137.81	137.81	124.03	124.03
กระแสเงินสดสุทธิ	**-539.00**	**96.47**	**137.81**	**165.38**	**137.81**	**137.81**	**137.81**	**124.03**	**288.03**

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	242.35
อัตราผลตอบแทน (IRR)	20.13%
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	4.01
ระยะเวลาคืนทุน แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเ	5.54
จุดคุ้มทุนการผลิต (คัน)	195.65
จุดคุ้มทุนการผลิต แบบคิดลดมูลค่าเงินตาม	269.31

ตารางที่ 8.10: ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 3

ประมาณการกระแสเงินสดของโครงการ สำหรับแนวทางที่ 1 กรณีที่ 3 (ล้านบาท)

ยอดการผลิต (คันต่อปี)		30	60	60	45	45	45	45	45	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15
มูลค่าการผลิตรวม		2,250	4,500	4,500	3,375	3,375	3,375	3,375	3,375	1,500	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125
ต้นทุนการผลิตต่อคัน		56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25
ต้นทุนค่าแรงงานต่อคัน		5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63	5.63
การประหยัดจากค่าแรงงาน		82.69	165.38	165.38	124.03	124.03	124.03	124.03	124.03	55.13	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34
กระแสเงินสดจากการลงทุน	-539.00																		
มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก																			64.00
กระแสเงินจากการประหยัดต้นทุนแรงงาน		82.69	165.38	165.38	124.03	124.03	124.03	124.03	124.03	55.13	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34	41.34
กระแสเงินสดสุทธิ	**-539.00**	**82.69**	**165.38**	**165.38**	**124.03**	**124.03**	**124.03**	**124.03**	**124.03**	**55.13**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**41.34**	**105.34**

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	286.21
อัตราผลตอบแทน (IRR)	20.03%
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	4.02
ระยะเวลาคืนทุน แบบคิดผลมูลค่าเงินตามเวลา (ปี)	5.60
จุดคุ้มทุนการผลิต (คัน)	195.73
จุดคุ้มทุนการผลิต แบบคิดผลมูลค่าเงินตามเวลา (คัน)	267.01

8.5.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกัน (National Design)

ตามแผนการก่อสร้างรถไฟฟ้าฯ ของ สนข. มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงที่การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯอาจจะไม่ทันต่อความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯในช่วงที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินในแนวทางที่ 2-3 นี้ จะประมาณการจากความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 คือ ความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ครอบคลุมทั้ง 3 ช่วงเวลา (ตั้งแต่ปี 2557-2572) รวม 1,062 คัน และกรณีที่ 2 คือ ความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ครอบคลุม 2 ช่วงเวลา (ตั้งแต่ปี 2562-2572) รวม 777 คัน ซึ่งในการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในแนวทางที่ 2-3 นี้ จะพิจารณาจาก 2 กรณีดังกล่าว โดยมีรายละเอียดของการศึกษา ดังนี้

สมมุติฐานเบื้องต้นในการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3

สมมุติฐานส่วนใหญ่ จะเหมือนกับการศึกษาของแนวทางที่ 1 แต่จะมีความแตกต่างกันในบางประการ ซึ่งจะได้มีการกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

1. กำลังการผลิตของโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ เท่ากับ 80- 100 ต่อปี (เท่ากับแนวทางที่ 1)
2. ประมาณการเงินลงทุน เท่ากับ 539 ล้านบาท (เท่ากับแนวทางที่ 1)
3. ประมาณการกระแสเงินสด (Cash Flow Estimation) มีรายละเอียดดังนี้
   - ราคาค่ารถไฟฟ้าฯเท่ากับ 75 ล้านบาทต่อคัน (เท่ากับแนวทางที่ 1)
   - ต้นทุนการผลิตต่อคันเท่ากับ 80% ของราคาขาย (เท่ากับแนวทางที่ 1)
   - ต้นทุนค่าแรงงานสำหรับการผลิตรถไฟฟ้าฯ เท่ากับ 10 % ของต้นทุนการผลิต(เท่ากับแนวทางที่ 1)
   - อัตราค่าแรงงานของไทยต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว เท่ากับ 70% (เท่ากับแนวทางที่ 1)

- ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารเท่ากับ 8% ของต้นทุนการผลิต เนื่องจากในแนวทางที่ 2-3 นี้ จะต้องการมีการจัดตั้งบริษัทใหม่ขึ้นมา ทำให้ต้องมีบุคลากรในการดำเนินการจัดการงานด้านการขายและบริหาร การจัดซื้อวัสดุต่าง ๆ
- ความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียน กำหนดให้เท่ากับ 50% ของยอดขาย หรืออีกนัยหนึ่งคือสมมุติให้รอบระยะเวลาที่จัดเก็บเงินเท่ากับ 6 เดือน เนื่องจากในแนวทางที่ 2-4 นี้ จะต้องการมีการจัดตั้งบริษัทใหม่ขึ้นมา ทำให้จะต้องมีการใช้เงินทุนสำหรับการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการผลิต นอกจากนี้การส่งมอบรถไฟฟ้าฯ ให้แก่ผู้ดำเนินงานรถไฟฟ้าฯ ยังต้องรอการจัดเก็บเงินอีกด้วย
- ค่าเฉลี่ยต้นทุนเงินสำหรับใช้คิดลด (Weighted Average Cost of Capital) เท่ากับ 10% ต่อปี (เท่ากับแนวทางที่ 1)
- ไม่มีต้นทุนในการฝึกอบรมพนักงาน (Training Cost) ให้มีทักษะในการประกอบรถไฟฟ้าฯ

สำหรับแนวทางที่ 2-3 นี้ โรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ จะมีปริมาณการผลิตที่แน่นอนกว่าแนวทางที่ 1 เนื่องจากจะเป็นผู้ผลิตรายเดียวที่ตอบสนองความต้องการรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ โดยการวิเคราะห์นี้จะสมมุติให้การประกอบรถไฟฟ้าฯ มีการใช้จากต่างประเทศเกือบทั้งสิ้น แต่มีต้นทุนที่ถูกลงจากค่าใช้จ่ายของต้นทุนค่าแรงงานที่ต่ำกว่า นอกจากนี้วัสดุบางส่วนสามารถสั่งซื้อโดยตรงจากผู้ผลิตในต่างประเทศ ทำให้ต้นทุนถูกลงด้วย ขณะที่ชิ้นส่วนหลัก เช่น ตัวตู้ และ Bogie จะยังคงต้องสั่งจากผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯเหมือนเดิม

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของทั้ง 2 กรณี (ดังแสดงในตาราง) พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนโดยพิจารณาได้จากตัววัดผลตอบแทนการลงทุนทุกตัวให้ผลที่สอดคล้องกัน โดยค่า NPV ของโครงการเท่ากับ 873.74 (กรณีที่ 1) หรือ 585.12 (กรณีที่ 2) ล้านบาท ซึ่งหมายถึงว่ามีกระแสเงินสดรับ สูงกว่ากระแสเงินที่จ่าย หรือลงทุนไป นอกจากนี้ ค่า IRR ก็มีค่าสูงกว่าต้นทุนเงินทุนที่ 10% ต่อปีด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 12.79% (กรณีที่ 1) หรือ 13.50% (กรณีที่ 2) เมื่อพิจารณาระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิตแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา ก็จะให้ผลสอดคล้องกัน คือระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9.83 ปี (กรณีที่ 1) หรือ 10.02 ปี (กรณีที่ 2) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระยะเวลาโครงการ

และจุดคุ้มทุนการผลิต 678.43 คัน (กรณีที่ 1) หรือ 570.48 คัน (กรณีที่ 2) ซึ่งต่ำกว่าจำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่ต้องผลิต

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของแนวทางที่ 1 กับแนวทางที่ 2-3 นี้ จะเห็นว่า การผลตอบแทนโดยวัดจากค่า NPV ของแนวทางที่ 2-3 จะสูงกว่า เนื่องจากมีปริมาณรถไฟฟ้าฯ ที่จะต้องผลิตมากกว่า แต่ถ้ากำหนดให้บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้ารายหนึ่งรายใดเป็นผู้ผลิตทั้งหมดค่า NPV ของแนวทางที่ 1 จะสูงกว่า ของแนวทางที่ 2-3 เนื่องจากว่าผลการศึกษาในแนวทางที่ 2-3 มีค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารที่เพิ่มเข้ามา นอกจากนี้ยังมีต้นทุนทางการเงินจากความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนอีกด้วย ซึ่งเหตุผลดังกล่าว ยังสามารถอธิบายถึงความแตกต่างของระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิตของแนวทางที่ 1 ที่สูงกว่าแนวทางที่ 2-3 อีกด้วย

นอกจากนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับแนวทางที่ 2-3 นี้ ยังไม่ได้พิจารณาถึงเงินลงทุนในส่วนของการซื้อเทคโนโลยีจากผู้ผลิต และเงินลงทุนในการพัฒนาบุคลากร เนื่องจากเงินลงทุนดังกล่าว ทำการประมาณได้ยาก อย่างไรก็ตาม เงินลงทุนดังกล่าวอาจมองได้ว่า เป็นการลงทุนในระยะยาวโดยรัฐบาล เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่อง การเพิ่มศักยภาพของบุคลากรให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดการพึ่งพิงการนำเข้ารถไฟฟ้าฯ สำเร็จรูปจากต่างประเทศ รวมถึงการสร้างโอกาส ในการส่งออกรถไฟฟ้าฯ ไปยังประเทศใกล้เคียงอีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.11 : ผลการศึกษาความอ่อนไหวด้านการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3 กรณีที่ 1

ประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแนวทางที่ 2-3 กรณีที่ 1 (ล้านบาท)

ยอดการผลิต (ต้นต่อปี)		40	80	80	80	80	80	70	70	70	60	60	50	40	40	40	40	40	40
มูลค่าการผลิตรวม (ล้านบาท)		3,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	5,250.00	5,250.00	5,250.00	4,500.00	4,500.00	3,750.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
- ต้นทุนการผลิต (ล้านบาท)		2,640.00	5,280.00	5,280.00	5,280.00	5,280.00	5,280.00	4,620.00	4,620.00	4,620.00	3,960.00	3,960.00	3,300.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
ต้นทุนค่าวัตถุดิบ		2,376.00	4,752.00	4,752.00	4,752.00	4,752.00	4,752.00	4,158.00	4,158.00	4,158.00	3,564.00	3,564.00	2,970.00	2,376.00	2,376.00	2,376.00	2,376.00	2,376.00	2,376.00
ต้นทุนค่าแรงงาน		264.00	528.00	528.00	528.00	528.00	528.00	462.00	462.00	462.00	396.00	396.00	330.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00
+ การประหยัดจากค่าแรงงาน		184.80	369.60	369.60	369.60	369.60	369.60	323.40	323.40	323.40	277.20	277.20	231.00	184.80	184.80	184.80	184.80	184.80	184.80
- ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		211.20	422.40	422.40	422.40	422.40	422.40	369.60	369.60	369.60	316.80	316.80	264.00	211.20	211.20	211.20	211.20	211.20	211.20
- ค่าเสื่อมราคา		27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
กำไรจากการดำเนินงาน (EBIT)		306.60	640.20	640.20	640.20	640.20	640.20	556.80	556.80	556.80	473.40	473.40	390.00	306.60	306.60	306.60	306.60	306.60	306.60
กำไรหลังหักภาษี (NOPAT)		214.62	448.14	448.14	448.14	448.14	448.14	389.76	389.76	389.76	331.38	331.38	273.00	214.62	214.62	214.62	214.62	214.62	214.62
+ ค่าเสื่อมราคา		27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน		**241.62**	**475.14**	**475.14**	**475.14**	**475.14**	**475.14**	**416.76**	**416.76**	**416.76**	**358.38**	**358.38**	**300.00**	**241.62**	**241.62**	**241.62**	**241.62**	**241.62**	**241.62**
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียน	1,320.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,310.00	2,310.00	2,310.00	1,980.00	1,980.00	1,650.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ	**1,320.00**	**1,320.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-330.00**	**0.00**	**0.00**	**-330.00**	**0.00**	**-330.00**	**-330.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1,320.00**
กระแสเงินสดสุทธิ																			
เงินลงทุน	-539.00																		
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน	0.00	241.62	475.14	475.14	475.14	475.14	475.14	416.76	416.76	416.76	358.38	358.38	300.00	241.62	241.62	241.62	241.62	241.62	241.62
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ	-1,320.00	-1,320.00	0.00	0.00	0.00	0.00	330.00	0.00	0.00	330.00	0.00	330.00	330.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,320.00
มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก																			64.00
กระแสเงินสดสุทธิ	-1,859.00	-1,078.38	475.14	475.14	475.14	475.14	805.14	416.76	416.76	746.76	358.38	688.38	630.00	241.62	241.62	241.62	241.62	241.62	1,625.62
กระแสเงินสดสะสมสุทธิ	-1,859.00	-2,937.38	-2,462.24	-1,987.10	-1,511.96	-1,036.82	-231.68	185.08	601.84	1,348.60	1,706.98	2,395.36	3,025.36	3,266.98	3,508.60	3,750.22	3,991.84	4,233.46	5,859.08

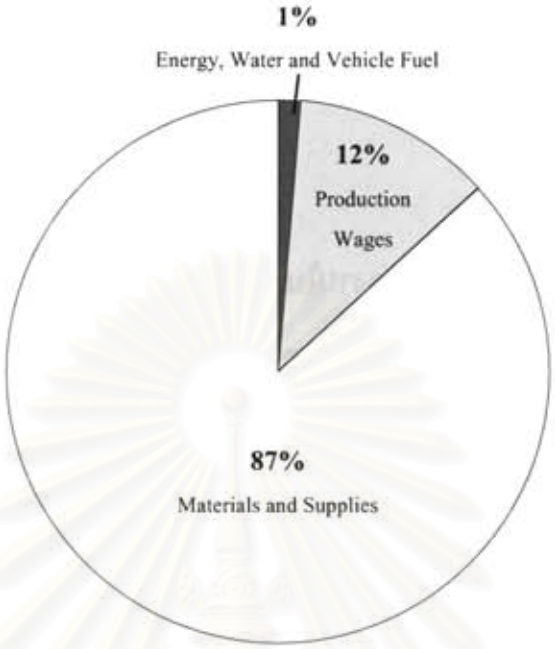
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	873.74
อัตราผลตอบแทน (IRR)	12.79%
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	6.56
ระยะเวลาคืนทุน แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา (ปี)	9.83
จุดคุ้มทุนการผลิต (คัน)	478.91
จุดคุ้มทุนการผลิต แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา (คัน)	678.43

ตารางที่ 8.12 : ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับแนวทางที่ 2-3 กรณีที่ 2

ประมาณการกระแสเงินสดของโครงการแนวทางที่ 2-4 กรณีที่ 2 (ล้านบาท)

ผลการผลิต (คันต่อปี)		30	70	70	70	70	70	70	40	40	40	30	30	30	30	30	30	30
มูลค่าการผลิตรวม (ล้านบาท)		2,250.00	5,250.00	5,250.00	5,250.00	5,250.00	5,250.00	5,250.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	2,250.00	2,250.00	2,250.00	2,250.00	2,250.00	2,250.00	2,250.00
- ต้นทุนการผลิต (ล้านบาท)		1,980.00	4,620.00	4,620.00	4,620.00	4,620.00	4,620.00	4,620.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	1,980.00	1,980.00	1,980.00	1,980.00	1,980.00	1,980.00	1,980.00
ต้นทุนค่าวัตถุดิบ		1,782.00	4,158.00	4,158.00	4,158.00	4,158.00	4,158.00	4,158.00	2,376.00	2,376.00	2,376.00	1,782.00	1,782.00	1,782.00	1,782.00	1,782.00	1,782.00	1,782.00
ต้นทุนค่าแรงงาน		198.00	462.00	462.00	462.00	462.00	462.00	462.00	264.00	264.00	264.00	198.00	198.00	198.00	198.00	198.00	198.00	198.00
+ การประหยัดจากค่าแรงงาน		138.60	323.40	323.40	323.40	323.40	323.40	323.40	184.80	184.80	184.80	138.60	138.60	138.60	138.60	138.60	138.60	138.60
- ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร		158.40	369.60	369.60	369.60	369.60	369.60	369.60	211.20	211.20	211.20	158.40	158.40	158.40	158.40	158.40	158.40	158.40
- ค่าเสื่อมราคา		27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
กำไรจากการดำเนินงาน (EBIT)		223.20	556.80	556.80	556.80	556.80	556.80	556.80	306.60	306.60	306.60	223.20	223.20	223.20	223.20	223.20	223.20	223.20
กำไรหลังหักภาษี (NOPAT)		156.24	389.76	389.76	389.76	389.76	389.76	389.76	214.62	214.62	214.62	156.24	156.24	156.24	156.24	156.24	156.24	156.24
+ ค่าเสื่อมราคา		27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน		**183.24**	**416.76**	**416.76**	**416.76**	**416.76**	**416.76**	**416.76**	**241.62**	**241.62**	**241.62**	**183.24**	**183.24**	**183.24**	**183.24**	**183.24**	**183.24**	**183.24**
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียน	990.00	2,310.00	2,310.00	2,310.00	2,310.00	2,310.00	2,310.00	1,320.00	1,320.00	1,320.00	990.00	990.00	990.00	990.00	990.00	990.00	990.00	
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ	**990.00**	**1,320.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**-990.00**	**0.00**	**0.00**	**-330.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**990.00**
กระแสเงินสดสุทธิ																		
เงินลงทุน	-539.00																	
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน	0.00	183.24	416.76	416.76	416.76	416.76	416.76	416.76	241.62	241.62	241.62	183.24	183.24	183.24	183.24	183.24	183.24	183.24
ความต้องการเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ	-990.00	-1,320.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	990.00	0.00	0.00	330.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	990.00
มูลค่าที่ดินและมูลค่าซาก																		71.00
กระแสเงินสดสุทธิ	-1,529.00	-1,136.76	416.76	416.76	416.76	416.76	416.76	1,406.76	241.62	241.62	571.62	183.24	183.24	183.24	183.24	183.24	183.24	1,244.24
กระแสเงินสดสะสมสุทธิ	-1,529.00	-2,665.76	-2,249.00	-1,832.24	-1,415.48	-998.72	-581.96	824.80	1,066.42	1,308.04	1,879.66	2,062.90	2,246.14	2,429.38	2,612.62	2,795.86	2,979.10	4,223.34

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	585.12
อัตราผลตอบแทน (IRR)	13.50%
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	1.85
ระยะเวลาคืนทุน แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา (ปี)	10.82
จุดคุ้มทุนการผลิต (คัน)	89.75
จุดคุ้มทุนการผลิต แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา (คัน)	579.48



รูปที่ 8.4: โครงสร้างต้นทุนการผลิตรถไฟของประเทศแคนาดา
แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติ ประเทศแคนาดา http://www.ic.gc.ca

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.13: อัตราค่าจ้างของพนักงานในอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า ระหว่างปี 2541-2550

Average Annual Salaries by type of employee: 1998-2007*

Railroad Rolling Stock Manufacturing [NAICS 3365]

Type of employee	Value ($)		Compound Annual Growth Rate (CAGR)	% Change 2006-2007
	1998	2007	1998-2007	
Production	42,936	46,251	0.70%	4.60%
Administrative	56,565	69,846	2.10%	-3.30%
All Employees	46,936	51,978	1.00%	1.60%

*Prior to 2004, data covers incorporated establishments with employees, primarily engaged in manufacturing and with sales of manufactured goods equal or greater than $30,000.

แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติ ประเทศแคนาดา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.14: ค่าตอบแทนแรงงานของประเทศไทยในปี 2545 จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม

รหัส	ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนสถานประกอบการณ์	จำนวนลูกจ้าง	รวม	ลูกจ้างในกรรมวิธีการผลิต					เงินที่สถานประกอบการจ่ายสมทบเข้ากองทุนเพื่อการประกันสังคม ฯลฯ
					รวม	ค่าจ้างเงินเดือน	ค่าล่วงเวลาในนิส ฯลฯ	สวัสดิการและผลประโยชน์ตอบแทน		
								ค่ารักษาพยาบาล	อื่นๆ	
31	การผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	1,092	78,972	9,636,134.50	7,067,813.80	4,932,144.20	1683971.70	25141.70	262889.00	163667.20
*3110	การผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า	1,092	78,972	9,636,134.50	7,067,813.80	4,932,144.20	1683971.70	25141.70	262889.00	163667.20
32	การผลิตอุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	670	275,253	39,715,507.20	32,492,880.80	20,213,418.90	6757699.70	296577.50	4578599.30	646585.40
*3210	การผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ	670	275,253	39,715,507.20	32,492,880.80	20,213,418.90	6757699.70	296577.50	4578599.30	646585.40
33	การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในทางการแพทย์ทางวัดความเที่ยงและอุปกรณ์ที่ใช้ในทางทัศนศาสตร์ นาฬิกา	340	33,934	4,192,368.20	3,744,698.1	2,266,260.90	1020675.00	10984.40	358678.70	88009.20
*3311	การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในทางการแพทย์และศัลยกรรมและเครื่องใช้ทางศัลยศาสตร์กระดูก	253	5,725	1,013,515.60	896,400.90	478,772.40	266226.10	1696.10	132900.10	16806.20
*3320	การผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในทางทัศนศาสตร์และเครื่องอุปกรณ์เกี่ยวกับการถ่ายภาพ	73	28,015	3,167,225.60	2,837,368.80	1,777,007.30	754448.80	9288.20	225728.80	70895.70
34	การผลิตยานยนต์รถพ่วงและรถกึ่งรถพ่วง	1,153	105,348	19,011,345.40	11,982,443.30	7,913,770.70	2604716.80	498710.60	685329.60	279915.60
*3410	การผลิตยานยนต์	970	101,761	18,651,361.3	11,685,107.70	7,691,697.50	2566147.80	497492.40	676599.00	253171.10
3420	การผลิตตัวถัง(coachwork)สำหรับยานยนต์รวมทั้งการผลิตรถพ่วงและรถกึ่งรถพ่วง	181	3,266	297,946.70	248,754.60	188,734.00	28821.40	1014.20	4122.70	26062.40
35	การผลิตเครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ	710	29,110	3,452,228.40	2,803,588.80	2,104,133.50	375668.40	51567.20	176340.70	95879.00

แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางที่ 8.15: ค่าตอบแทนแรงงานของประเทศไทยปี 2545 จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม

รหัส	ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนสถานประกอบการณ์	จำนวนลูกจ้าง	ลูกจ้างในกรรมวิธีการผลิต							
				รวม	รวม	ค่าจ้าง เงินเดือน	ค่าล่วงเวลา โบนัส ฯลฯ	สวัสดิการและผลประโยชน์ตอบแทน		เงินที่สถานประกอบการ จ่ายสมทบเข้ากองทุนเพื่อการประกันสังคม ฯลฯ
								ค่ารักษาพยาบาล	อื่นๆ	
*3511	การต่อเรือและการซ่อมเรือ	420	3,939	462,007.40	342,501.90	276,063.70	32571.50	16691.30	7113.10	10062.50
3520	การผลิตหัวรถจักรรถไฟและรถราง และรถที่เดินบนราง	1	4	D	D	D	-	-	-	D
3530	การผลิตอากาศยาน และอวกาศ	2	371	D	D	D	D	D	D	D
3591	การผลิตรถจักรยานยนต์	181	21,546	2,730,991.90	2,233,278.30	1,647,203.90	319418.70	29135.80	158514.40	79005.60
3592	การผลิตรถจักรยานและอะไหล่ และรถสำหรับคนพิการ	81	3,142	170,071.10	139,461.50	123,459.80	5335.70	1744.10	3485.80	5436.10
3599	การผลิตเครื่องอุปโภคการขนส่งอื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	15	71	3,469.30	3,198.30	3,113.00	3.00	-	-	82.30
36	การผลิตเฟอร์นิเจอร์ รวมทั้งการผลิตซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่น	22,038	274,044	20,344,224.40	15,941,148.20	13,067,274.10	2100940.80	48442.30	324925.00	399566.00
3610	การผลิตเฟอร์นิเจอร์	6,857	136,592	7,854,034.40	6,257,831.40	5,265,663.20	694351.00	21738.00	95192.90	180886.30
3691	การผลิตเครื่องเพชร พลอยและรูปพรรณ และของที่เกี่ยวข้องกัน	5,020	49,629	5,649,355.70	4,170,150.40	3,424,549.60	551596.60	13735.40	93808.00	86460.80
*3692	การผลิตเครื่องดนตรี	10,159	86,310	6,838,237.10	5,518,548.20	4,380,917.00	856131.70	12996.40	136112.90	132390.30
37	การบำผลิตภัณฑ์ เก่ามาผลิตเป็นวัตถุดิบใหม่	112	899	50,055.10	45,373.40	41,140.60	908.40	45.00	1681.30	1598.10
*3710	การบำแทนและของที่ใช้ไม่ได้จากโลหะมาผลิตเป็นวัตถุดิบใหม่	112	899	50,055.10	45,373.40	41,140.60	908.40	45.00	1681.30	1598.10

แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ

8.6 การวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ในส่วนนี้จะศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจ โดยอิงแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ตามผลการศึกษาทางด้านรัฐศาสตร์ และการเงินที่แบ่งแนวทางออกเป็น 4 แนวทาง โดยทำการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจแยกเป็น 4 ประเด็นหลัก คือ 1. การถ่ายทอดเทคโนโลยี 2. การลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศและประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง 3. การจ้างงาน และ 4. ศักยภาพในการผลิตเพื่อส่งออก โดยมีรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

8.6.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯแต่ละราย

เนื่องจากความไม่แน่นอนของจำนวนการผลิตรถไฟฟ้าฯ อันเกิดจากการเปิดประมูลรถไฟฟ้าฯ ในแต่ละสายแยกจากกัน ทำให้บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ไม่สามารถตัดสินในการลงทุนได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะได้รับในแต่ละด้านจึงค่อนข้างน้อย

- การถ่ายทอดเทคโนโลยี เนื่องจากการประกอบรถไฟฟ้าฯ ดำเนินการโดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ซึ่งชนะการประมูลในแต่ละสาย การถ่ายถอดเทคโนโลยีจะไม่มีความต่อเนื่อง และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจะเกิดอยู่ในวงจำกัดเท่านั้น

- การลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศและสร้างประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง จะขึ้นอยู่กับปัจจัย ที่เป็นตัวกำหนดสัดส่วนของการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ (Local Contents) อันได้แก่ ปริมาณความต้องการใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ศักยภาพของผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทย และความคุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งการที่ปริมาณการผลิตรถไฟฟ้าฯ ขึ้นอยู่กับการจำนวนสายที่ผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ชนะการประมูล ย่อมมีความยากลำบากในการผลักดัน เพื่อให้เกิดการใช้ชิ้นส่วนในประเทศ และลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศได้

- การจ้างงาน สำหรับการตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ จะมีความต้องการใช้พนักงาน ในส่วนการผลิตประมาณ 150 คน ซึ่งได้จากการคาดการณ์ เปรียบเทียบกับขนาดของโรงงานการประกอบรถไฟฟ้าฯ ของบริษัท OBB ประเทศออสเตรีย ซึ่งมีกำลังการผลิตใกล้เคียงกัน การจ้างงานในส่วนของภาคอุตสาหกรรมต่อเนื่องจะมีมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้

ชิ้นส่วนภายในประเทศ (Local Contents) ซึ่งถ้าหากรัฐบาลหรือผู้ที่เกี่ยวข้องมีการกำหนดสัดส่วนของปริมาณการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ (Local Contents) ที่สูงพอ ก็จะส่งผลต่อการจ้างงานที่เพิ่มมากขึ้น

- ศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออก เนื่องจากการตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ สำหรับแนวทางนี้ เป็นการผลิตเพื่อส่งมอบตามสัญญาการประมูลที่ผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ได้รับเท่านั้น จึงไม่ส่งผลในเรื่องของการส่งออก

8.6.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกัน (National Design)

เนื่องจากในแนวทางที่ 2-3 นี้ จำเป็นจะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯในต่างประเทศในการจัดตั้งโรงงานประกอบร่วมกัน ซึ่งอาจจะเป็นความร่วมมือระหว่างรัฐบาลเป็นผู้ริเริ่มโครงการ (แนวทาง 2) หรือ ระหว่างหน่วยงานของรัฐกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ เอกชนรายหนึ่งรายใด (แนวทาง 3) ซึ่งอาจมีการจัดทำรูปแบบของรถไฟฟ้าฯที่เป็นแบบมาตรฐานร่วมกัน (National Design) ซึ่งทั้ง 2 แนวทาง จะต้องได้รับความร่วมมือจากบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ซึ่งเป็นเจ้าของเทคโนโลยี ซึ่งความร่วมมือดังกล่าว น่าจะเกิดขึ้นได้ หากเป็นลักษณะของการผลิตเพื่อป้อนให้กับผู้ดำเนินงานรถไฟฟ้าฯ ทุกรายในประเทศ ทำให้มีปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ มีปริมาณที่สูงพอ และน่าจะส่งผลดีต่อระบบเศรษฐกิจในด้านต่าง ๆ มากกว่าแนวทางที่ 1

- การถ่ายทอดเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นลักษณะของความร่วมมือกัน และปริมาณการผลิตที่มากเพียงพอ รวมถึงศักยภาพของบุคลากรและผู้ผลิตในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องน่าจะสร้างความมั่นใจให้แก่บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าที่เข้ามาร่วมทุน และก่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้มากกว่าแนวทางที่ 1
- การลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศและประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางวิศวกรรมที่ได้ศึกษาเบื้องต้นถึงศักยภาพของผู้ผลิตในประเทศ พบ

ว่า จากข้อมูลชิ้นส่วนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ประมาณ 600 ชิ้น จากชิ้นส่วนรถไฟฟ้าทั้งสิ้นกว่า 3,000 ชิ้น ประมาณ 78% ของชิ้นส่วนจำนวน 600 ชิ้นนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถผลิตในประเทศไทย แต่เพื่อศึกษาถึงมูลค่าการลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ คณะผู้ศึกษา ได้ทำการพิจารณาในรูปแบบของ Scenario Analysis โดยสมมุติให้ชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ สามารถผลิตในประเทศไทยได้คิดเป็นมูลค่า 10%, 30%, 50%, และ 80% ของราคารถไฟฟ้าฯ ตามลำดับ จากปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ที่จะเกิดขึ้นในปี 2557-2572 จำนวน 1,062 คัน หรือคิดเป็นมูลค่า 79,650 ล้านบาท จะทำให้สามารถลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศได้ ดังนี้

ตารางที่ 8.16: มูลค่าการลดการนำเข้า

สัดส่วนการผลิตในประเทศ	มูลค่าการลดการนำเข้า (ล้านบาท)
10%	7,965
30%	23,895
50%	39,825
80%	63,720

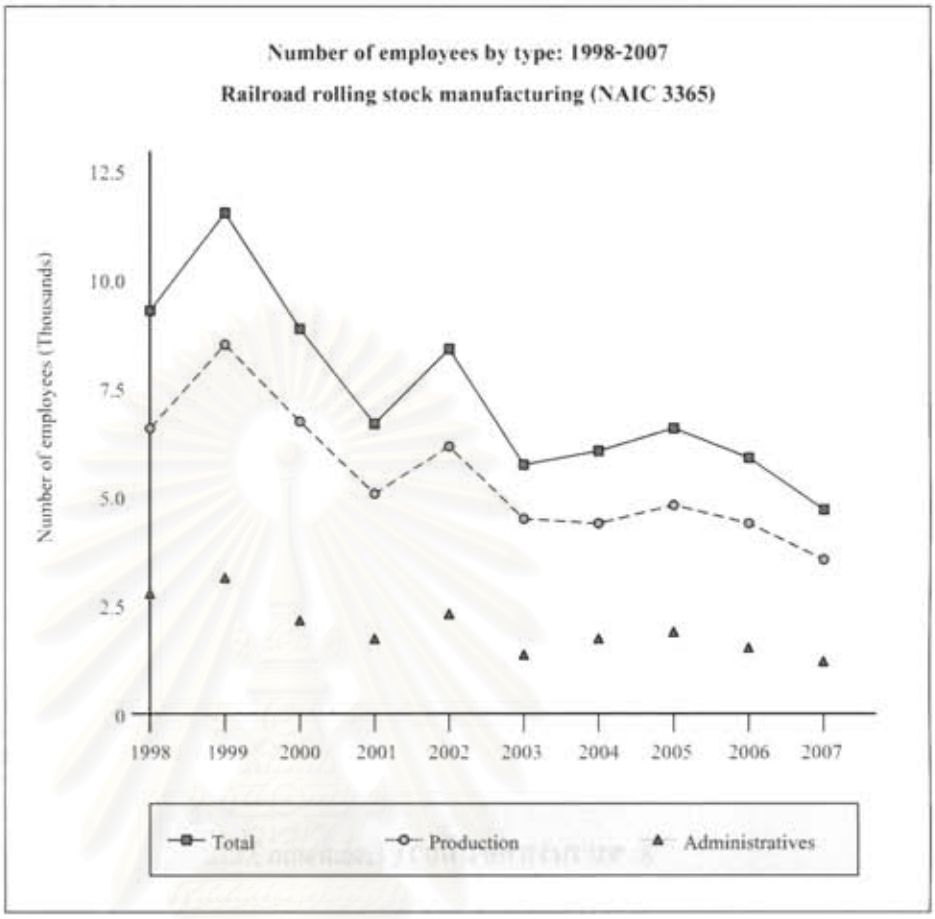
จากตารางข้างต้น หากชิ้นส่วนรถไฟฟ้าสามารถผลิตได้ในประเทศคิดเป็นมูลค่า 10%, 30%, 50%, และ 80% ของราคารถไฟฟ้า จะสามารถลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศได้ คิดเป็นมูลค่า 7,965, 23,895, 39,825, 63,720 ล้านบาทตามลำดับ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องเป็นอย่างมาก ซึ่งการประมาณการดังกล่าวนั้น ยังไม่รวมถึงความต้องการใช้ตู้รถไฟของการรถไฟแห่งประเทศไทยที่มีอยู่ 141 ขบวน หรือมากกว่า 1,000 คัน (1 ขบวนเท่ากับ 10-20 คัน) ซึ่งล้วนแล้วแต่มีสภาพการใช้งานมานานกว่า 20 ปีแล้ว และควรจะต้องมีการจัดหารถไฟใหม่มาทดแทน

- การจ้างงานสำหรับโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ จะมีความต้องการใช้พนักงานในส่วนการผลิตประมาณ 150 คน (เท่ากับแนวทางที่ 1) แต่จะต้องมีการจัดจ้างพนักงานสำหรับด้านบริหารและการขายอีกประมาณ 150 คน สำหรับการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรมต่อเนื่องจะมีการ

เพิ่มขึ้นมากกว่าแนวทางที่ 1 โดยเมื่อพิจารณาจากจำนวนพนักงานในอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟในประเทศแคนาดา ซึ่งเป็นหนึ่งในประเทศชั้นนำของอุตสาหกรรมนี้ ก็จะเห็นว่ามีการจ้างงานในระดับ 3,000-6,000 คน โดยแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 6,457 คน ในปี 1998 เป็น 3,441 คน ในปี 2007 อันเนื่องมาจากต้นทุนค่าแรงงานที่ค่อนข้างสูงและมีการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศอื่น ๆ ประเทศไทย ซึ่งมีแรงงานมีฝีมือ และต้นทุนค่าแรงงานค่อนข้างต่ำ น่าจะมีศักยภาพในการเป็นฐานการผลิตจากความร่วมมือดังกล่าว และเกิดการจ้างงานที่เพิ่มสูงขึ้น

- ศักยภาพในการผลิตเพื่อส่งออก เนื่องจากการจัดตั้งโรงงาน เป็นลักษณะของความร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าอยู่แล้ว จึงทำให้รถไฟฟ้าฯ ที่ผลิตขึ้นจากโรงงานดังกล่าวน่าจะเป็นที่ยอมรับและมีศักยภาพในการส่งออกไปยังแถบประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากลุ่มประเทศอาเซียนมีโครงการพัฒนาระบบรางให้เชื่อมต่อถึงกันในโครงการชื่อ Singapore-Kunming Rail Link (SKRL) ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการของ ASEAN-Mekong Basin Development Cooperation (AMBDC) และมีมูลค่าการลงทุนจำนวนมหาศาล (มากกว่า 15,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ) น่าจะเพิ่มโอกาสในการพัฒนาขยายการผลิต เพื่อส่งออกไปประเทศดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เนื่องจากประเทศจีนและประเทศเวียดนาม ก็มีการผลิตรถไฟและรถไฟฟ้าด้วยเช่นกัน ดังนั้น อาจจะต้องเผชิญการแข่งขันกับประเทศดังกล่าวด้วย ซึ่งจะต้องทำการศึกษาเพื่อกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.5: อัตราการจ้างงานในการผลิตรถไฟของประเทศแคนาดา
แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติ ประเทศแคนาดา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.17: จำนวนขบวนรถไฟที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

ประเภทขบวนรถไฟ		จำนวนขบวน
รถโดยสาร	1. ขบวนรถด่วนพิเศษ (Special Express)	11
	2. ขบวนรถด่วน (Express)	9
	3. ขบวนรถเร็ว (Rapid)	18
	4. ขบวนรถธรรมดา (Ordinary)	28
	5. ขบวนรถชานเมือง (Bangkok Commuter)	5
	6. ขบวนรถท้องถิ่น (Rural Commuter)	24
	7. ขบวนรถรวม (Mixed.)	8
	8. ขบวนรถท่องเที่ยว (Excursion)	3
รถสินค้า	1.ขบวนรถสินค้าปูนซีเมนต์	9
	2. ขบวนรถสินค้าผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป	10
	3. ขบวนรถสินค้าน้ำมันดิบ	4
	4. รถขบวนรถสินค้าแก๊ส แอลพีจี	2
	5. ขบวนรถสินค้าทั่วไป	10
	รวมทั้งสิ้น	141

แหล่งที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.18: การจ้างงานแบ่งตามประเภทงาน ปี 1998-2007

Employment by Type of employee: 1998-2007*

Railroad Rolling Stock Manufacturing [NAICS 3365]

Type of employee	Number of employees		Percentage of total 2007	Compound Annual Growth Rate (CAGR)	Percentage of Change 2006-2007
	1998	2007		1998-2007	
Production	6,457	3,441	75.70%	-6.10%	-20.40%
Administrative	2,682	1,103	24.30%	-8.50%	-22.70%
All Employees	9,139	4,544	100.00%	-6.70%	-21.00%

*Prior to 2004, data covers incorporated establishments with employees, primarily engaged in manufacturing and with sales of manufactured goods equal or greater than $30,000.

แหล่งที่มา : สำนักงานสถิติ ประเทศแคนาดา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.19: ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรางในประเทศแถบอาเซียน

Proposed SKRL Route Alternatives				
Study Route	Cost (US$)	Length(km)	Missing Links	Countries Involved
1	1.8	5,382	431	Cambodia, Lao PDR, Viet Nam
2	6	4,559	1,127	Myanmar, Thailand, China
3	1.1	4,259	531	Lao PDR, China
4	5.7	4,164	1,300	Lao PDR, China
5	1.1	4,481	616	Lao PDR, Viet Nam, Thailand
6	1.1	4,225	589	Lao PDR, Viet Nam, Thailand

แหล่งที่มา : Association of Southeast Asian Nation's Fact Sheet

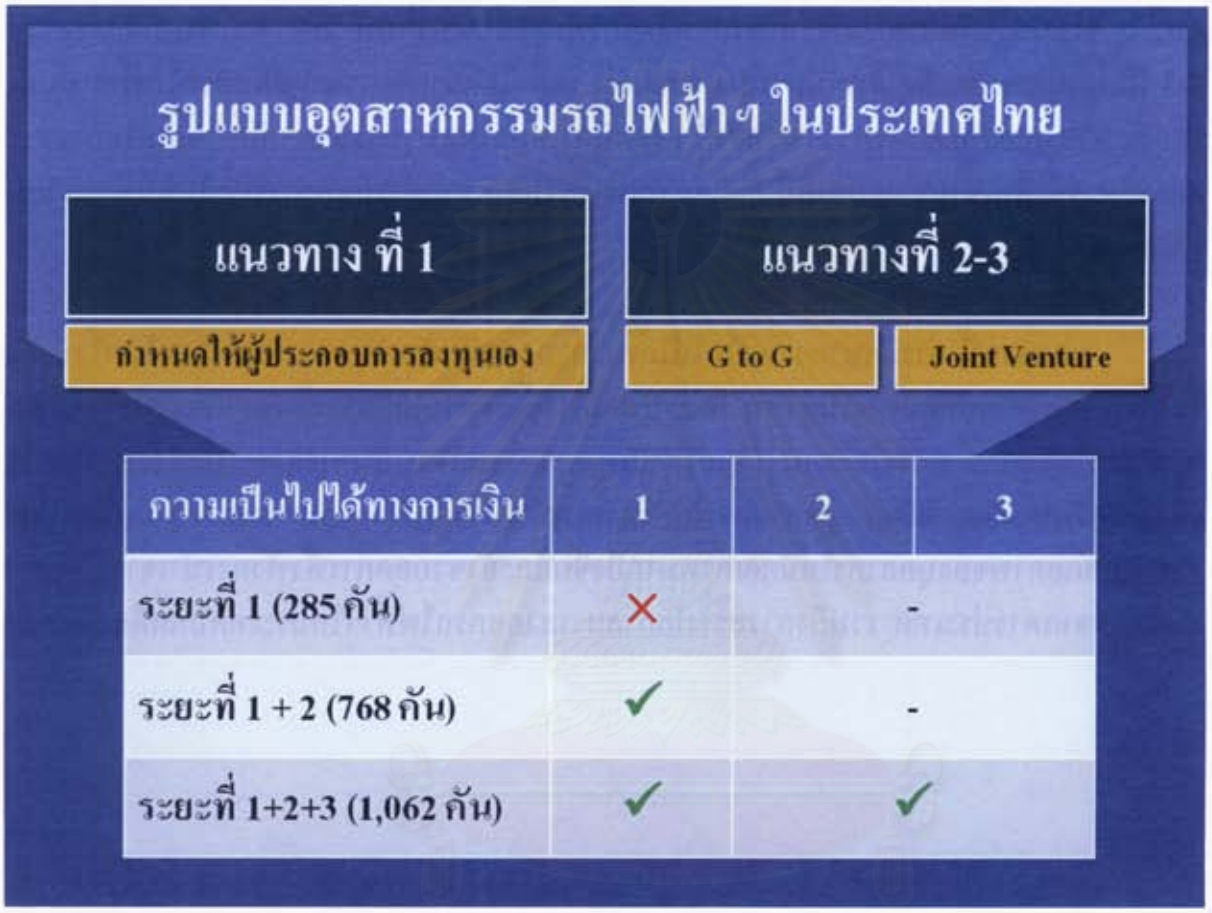
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.6.3 สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงินและผลกระทบทางเศรษฐกิจ

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจะเห็นว่าแนวทางที่ 1 ซึ่งเป็นลักษณะการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าแต่ละรายจะให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนต่อเมื่อมี ปริมาณการผลิตไม่ต่ำกว่า 50% สำหรับปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ทั้งหมดในระยะที่ 1 และ 2 รวมกัน หรือจะต้องมีจำนวนการผลิตรถไฟฟ้าฯขั้นต่ำเท่ากับ 269 คัน ขณะที่แนวทางที่ 2-3 ก็ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนเช่นกัน โดยเมื่อดูจากจำนวนการผลิตรถไฟฟ้าฯ ขั้นต่ำเท่ากับ 570-680 คัน ซึ่งสูงกว่าแนวทางที่ 1 โดยมีสาเหตุจากแนวทางที่ 2-3 มีค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารที่เพิ่มเข้ามา นอกจากนี้ ยังมีต้นทุนทางการเงิน จากความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนเพิ่มขึ้นด้วย

นอกจากนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับแนวทางที่ 2-3 ในครั้งนี้ ยังไม่ได้พิจารณาครอบคลุมถึงเงินลงทุน ในส่วนของการซื้อเทคโนโลยีจากผู้ผลิต และเงินลงทุนเพื่อการพัฒนาบุคลากร อย่างไรก็ตาม เงินลงทุนดังกล่าวอาจมองว่าเป็นการลงทุนในระยะยาวโดยรัฐเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องการเพิ่มศักยภาพของบุคลากรให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นและยังช่วยลดการพึ่งพิงการนำเข้ารถไฟฟ้าฯสำเร็จรูปจากต่างประเทศ รวมถึงการสร้างโอกาสการส่งออกรถไฟฟ้าฯไปประเทศใกล้เคียงอีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

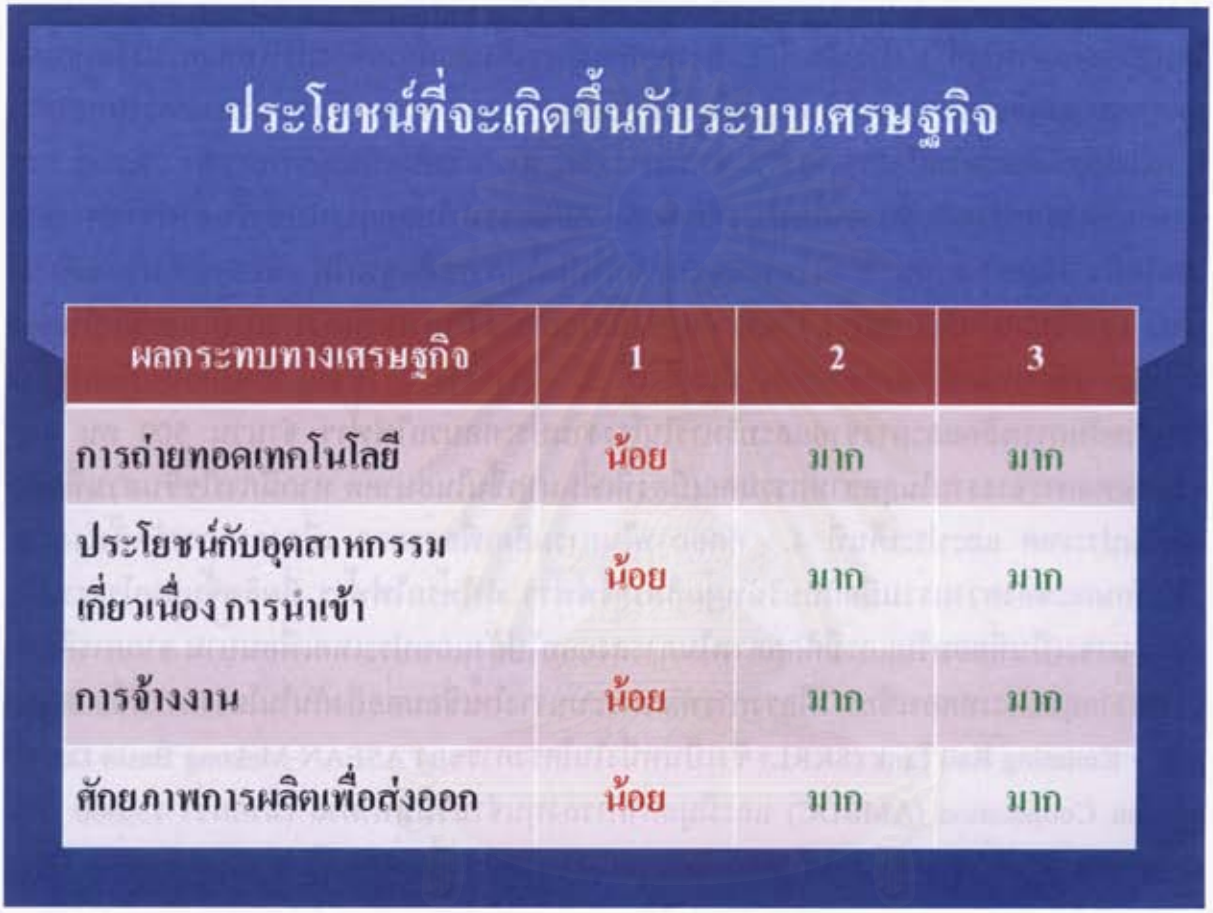


รูปที่ 8.6: สรุปการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการศึกษาทางด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจจะเห็นว่า แนวทางที่ 2-4 จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจมากกว่าแนวทางที่ 1 โดยเมื่อทำการศึกษาถึงประโยชน์ที่จะได้รับใน 4 ประเด็นสำคัญพบว่า ประเด็นที่ 1. การถ่ายทอดเทคโนโลยี เนื่องจากเป็นลักษณะของความร่วมมือกันระหว่างผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ กับบริษัทหรือหน่วยงานของรัฐ ในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้น โดยมีปริมาณการผลิตที่แน่นอนและมากเพียงพอ น่าจะก่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้มากกว่าแนวทางที่ 1 ประเด็นที่ 2. การลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศและประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่อง จากการวิเคราะห์โดยใช้ Scenario Analysis จะเห็นว่า ปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปี 2557-2572 จำนวน 1,062 คัน หรือคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 79,500 บาท ซึ่งหากสัดส่วนการผลิตชิ้นส่วนในประเทศเท่ากับ 50% จะทำให้ลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศได้ถึง 39,750 ล้านบาท ยังไม่รวมความเป็นไปได้ในการผลิตตู้รถไฟ เพื่อทดแทนของเดิมจำนวน 141 ขบวน หรือมากกว่า 1,400 คัน ซึ่งมีอายุการใช้งานมานานกว่า 20 ปี และจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาของใหม่มาทดแทน ประเด็นที่ 3. การจ้างงาน ในขั้นแรกจะก่อให้เกิดการจ้างงานสำหรับการผลิตและการขายและบริหารในโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ จำนวน 500 คน และจะมีผลต่อการจ้างงานในอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต หากมีการใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตภายในประเทศ และประเด็นที่ 4. ศักยภาพในการผลิตเพื่อส่งออก เนื่องจากการจัดตั้งโรงงานเป็นลักษณะของความร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ทำให้รถไฟฟ้าฯ ที่ผลิตขึ้นจากโรงงานดังกล่าว น่าจะเป็นที่ยอมรับและมีศักยภาพในการส่งออกไปยังแถบประเทศเพื่อนบ้าน จากการศึกษาจะพบว่ากลุ่มประเทศอาเซียน มีโครงการพัฒนาระบบรางให้เชื่อมต่อถึงกันในโครงการที่ชื่อ Singapore - Kunming Rail Link (SKRL) ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการของ ASEAN-Mekong Basin Development Cooperation (AMBDC) และมีมูลค่าการลงทุนจำนวนมหาศาล (มากกว่า 15,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ) น่าจะเพิ่มโอกาสในการพัฒนาขยายการผลิตเพื่อส่งออกไปประเทศดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ประเทศจีนและประเทศเวียดนามก็มีการผลิตรถไฟฟ้าฯและรถไฟด้วยเช่นกัน ดังนั้นอาจจะต้องเผชิญการแข่งขันกับประเทศดังกล่าวด้วย ซึ่งจะต้องทำการศึกษา เพื่อกำหนดแนวทางการวางกลยุทธ์ทางการตลาดต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.7: ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

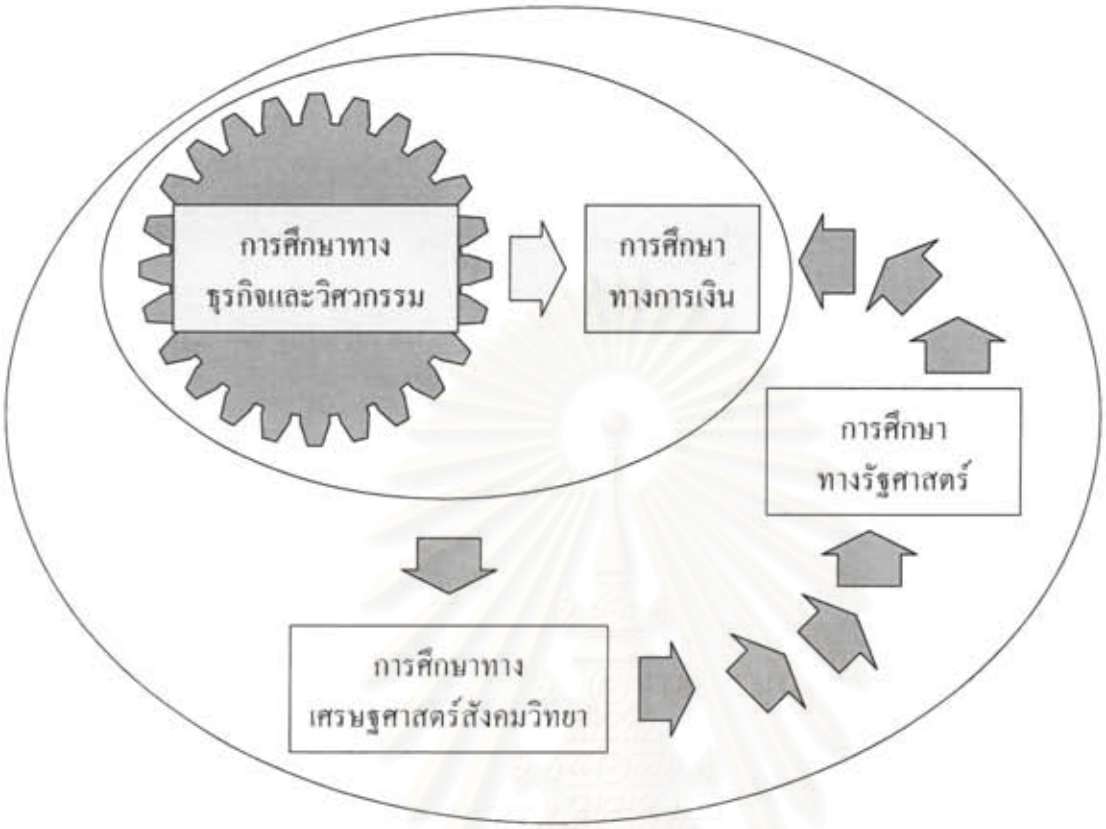
บทที่ 9

สรุปผลการศึกษา

9.1 บทนำ

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (สศอ., OIE) ได้ว่าจ้าง สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นที่ปรึกษาในโครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้า ขนส่งมวลชน และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย (ระยะที่ 1) มีระยะเวลาในการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 150 วัน เซ็นสัญญาและเริ่มต้นการศึกษาในวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ.2552 โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา 4 ข้อ คือ

1. เพื่อให้ทราบ สถานภาพของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ของโลกในปัจจุบัน และแนวโน้มของตลาดในอนาคต
2. เพื่อให้ทราบ แผนการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าฯ รถไฟฟ้าชานเมือง และแผนพัฒนา การขนส่งระบบรางทั้งหมดของประเทศ และความร่วมมือกับประเทศอื่น
3. เพื่อให้ทราบ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจในด้านต่าง ๆ จากการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ
4. ให้ทราบ ความเป็นไปได้ ในการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ และรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย



รูปที่ 9.1: ตัวแบบการศึกษา

ซึ่งคณะผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วพบว่า วัตถุประสงค์ข้อ 1. และ 2. ซึ่งทาง สศอ. กำหนดไว้เป็นงานการทบทวนเอกสาร และแผนงาน ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับประกอบการพัฒนาตัวแบบการศึกษาเพื่อตอบโจทย์ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 3. และ 4. ใน 3 ประเด็น กล่าวคือ

- ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจจากการมีอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ
- ความเป็นไปได้ในการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศ
- รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

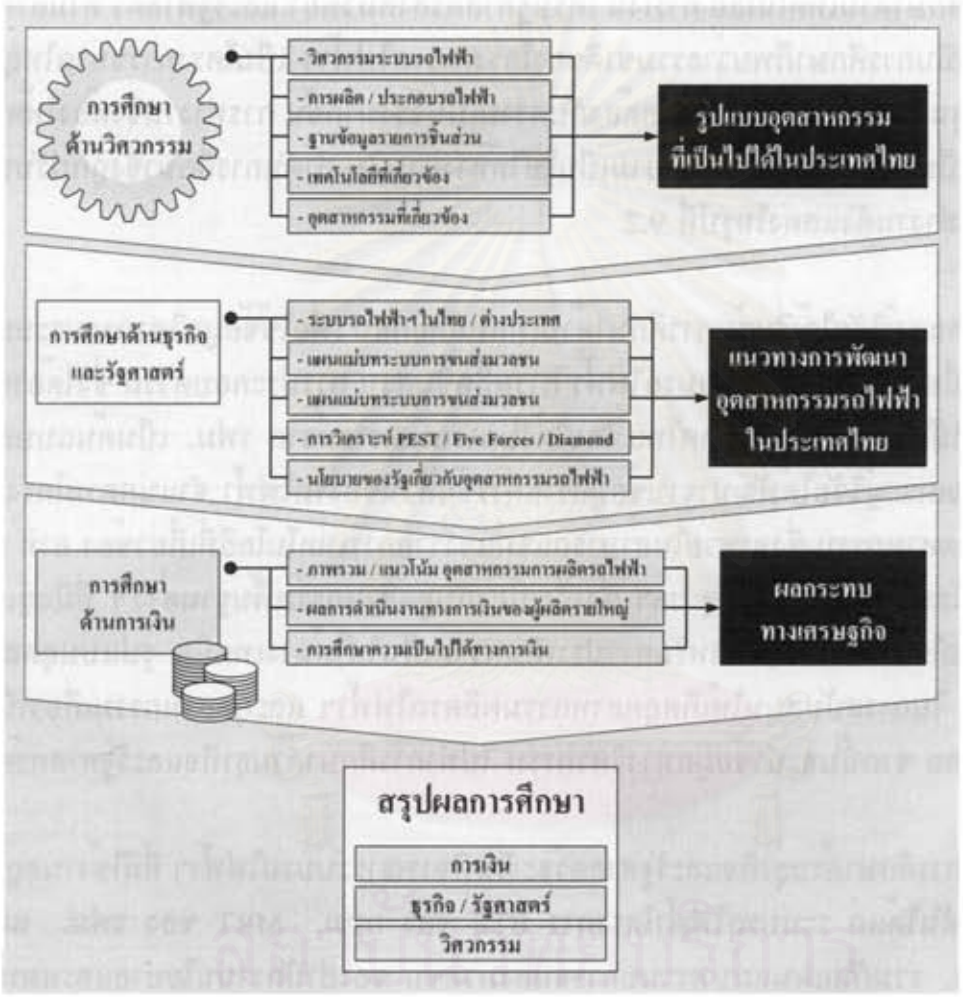
เพื่อหาคำตอบในประเด็นดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้นำเสนอตัวแบบการศึกษา (study model) ขึ้นบนพื้นฐานการศึกษา 4 ด้าน คือ ด้านรัฐศาสตร์ (politics) ด้านเศรษฐศาสตร์ (economics) ด้านสังคม (social) และด้านเทคโนโลยี (technology) เรียกว่าการศึกษา "PEST" แสดงในรูปที่ 9.1

ในช่วงแรก คณะผู้วิจัยได้กำหนดลำดับการศึกษาเรียงตามลำดับความต่อเนื่องของข้อมูล กล่าวคือ ศึกษาด้านเทคโนโลยี การเงิน เศรษฐศาสตร์สังคมวิทยา และรัฐศาสตร์ ตามลำดับ ต่อเมื่อได้เริ่มดำเนินการศึกษาก็พบว่าธรรมชาติของโครงการรถไฟฟ้าฯ เป็นโครงการขนาดใหญ่ ที่ภาครัฐเป็นผู้ลงทุน เพื่อให้การศึกษาสอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น การทำงานจึงต้องให้ความสำคัญกับความเป็นได้ทางรัฐศาตร์ก่อนความเป็นไปได้ทางการเงิน ลำดับการศึกษาจึงถูกปรับปรุง และมีลำดับการทำงานดังแสดงในรูปที่ 9.2

คณะผู้วิจัยได้เริ่มต้นการศึกษาด้านเทคโนโลยีก่อน เพื่อใช้ข้อมูลวิศวกรรมระบบรถไฟฟ้าฯ อันเกี่ยวเนื่องกับโครงสร้างระบบรถไฟฟ้า การผลิตชิ้นส่วน การประกอบตัวรถ ซึ่งได้อาศัยตัวแบบรถไฟฟ้าที่มีใช้งานอยู่ในประเทศไทย โดยได้รับการอนุเคราะห์จาก รฟม. เป็นต้นแบบสำหรับการศึกษา โดยคณะผู้วิจัยได้พัฒนาฐานข้อมูลรายการชิ้นส่วนของรถไฟฟ้า จำแนกตามโครงสร้าง และประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยให้สามารถแจกแจงรายการเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง อาทิ เทคโนโลยีการเชื่อมโลหะ เทคโนโลยีวัสดุ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวโยงกับอุตสาหกรรมพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่แล้วในไทย ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค รูปแบบอุตสาหกรรมที่เหมาะสม ในการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมผลิตรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องภายในประเทศไทย จากนั้นจะนำข้อมูลทางวิศวกรรม ไปทำการศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์ต่อไป

การศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์จะเริ่มพิจารณาระบบรถไฟฟ้าฯ ที่มีใช้งานอยู่แล้วภายในประเทศ อันได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าโครงการ BTS ของ กทม. MRT ของ รฟม. และ SARL ของ รฟท. ร่วมกับแผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่ง (สนข.) เพื่อประมาณการความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ โดยคำนวณเป็นจำนวนตู้รถไฟที่ต้องการตามระยะทางที่ต้องการ ภายในกรอบระยะเวลาการก่อสร้างที่กำหนดไว้ในแผนฯ ของ สนข. ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประกอบการศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบธุรกิจ การวิเคราะห์แรงผลักดัน 5 ด้าน (Five Forces Analysis) และการวิเคราะห์ตัวแบบไดมอนด์ (Diamond Model) ภายใต้แนว

นโยบายการสนับสนุนของภาครัฐ ผลการวิเคราะห์ด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์ จะทำให้สามารถนำเสนอแนวทางสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในประเทศไทย และนำแนวทางดังกล่าวไปผ่านกระบวนการวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย จุดอ่อน จุดแข็ง ของแต่ละทางเลือก และนำเสนอการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจต่อไป



รูปที่ 9.2: สรุปผลการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.2 การศึกษาด้านวิศวกรรม

9.2.1 ผลการศึกษา

คณะผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการศึกษา โดยเข้าสำรวจและแลกเปลี่ยนแนวความคิดกับผู้ให้บริการแต่ละราย อาทิ BMCL, BTS, Siemens, Bombadier ตลอดจนคณะทำงานติดตั้งระบบรถไฟฟ้าฯ ของ รฟท. พบว่า

โดยเบื้องต้น ระบบขนส่งทางราง (rail transit system) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบขนส่งทางรางแบบเบา (Light Rail Transit System, LRT) และระบบขนส่งทางรางแบบหนัก (Heavy Rail Transit System, HRT) ทั้งสองระบบมีโครงสร้างทั่วไปไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะแตกต่างกันในรายละเอียดและลักษณะเฉพาะบางอย่าง เช่น ความเร็วสูงสุดที่สามารถวิ่งได้ ระบบรับ-จ่ายกระแสไฟฟ้า แคร่หรือโบกี้ (bogie) ที่ต้องออกแบบให้เหมาะกับขนาดรางและความเร็วของรถ ลักษณะการออกแบบ และจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องโดยสาร และระบบอาณัติสัญญาณ (signaling) เป็นต้น

องค์ประกอบของรถไฟฟ้าฯ ประกอบด้วย 16 ส่วนหลัก คือ 1) โครงสร้างหลัก (main frame) 2) ตู้โดยสาร (car body) 3) ส่วนตกแต่งภายใน (car interior) 4) อุปกรณ์ตกแต่งภายนอกรถ (car exterior) 5) ห้องควบคุมรถ (operator's cab) 6) โบกี้(bogie) 7) ระบบห้ามล้อหรือเบรก (braking system) 8) ระบบขับเคลื่อน (traction system) 9) coupler 10) Door system 11) Lighting 12) Air condition system 13) ระบบผลิตและจ่ายลม (pneumatic system or air supply system) 14) ระบบไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟฟ้า (Electrification and Power Supply System) 15) ระบบสื่อสารและเฝ้าระวัง (Communication and Monitoring System) 16) ระบบควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Train Control and Signaling System) ซึ่งมีชิ้นส่วนรวมกว่า 3,000 ชิ้น แต่ด้วยการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ข้อมูลตัวแบบรถไฟฟ้า MRT จาก รฟม. เป็นรายการชิ้นส่วนจำนวน 633 รายการ เมื่อนำมาคัดกรองก็พบว่ามีข้อมูลบางรายการซ้ำซ้อน ทำให้คงเหลือชิ้นส่วนที่จะทำการประเมินความสามารถในการผลิตในประเทศได้ 564 รายการ จากข้อมูลทั้งหมด คณะผู้วิจัยจึงทำการประเมินความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ที่สามารถผลิตได้โดยผู้ประกอบ

การไทยในเบื้องต้น ซึ่งการประเมินความสามารถนี้มีข้อสังเกตว่าการผลิตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่กำหนดขึ้นก่อนการผลิตจริง เมื่อพิจารณาแล้วสามารถสรุปจำนวนชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตได้และ ไม่สามารถผลิตได้ ดังนี้ มีแนวโน้มผลิตได้จำนวน 443 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 78.55% และมีแนวโน้มว่าไม่สามารถผลิตได้จำนวน 121 รายการ คิดเป็นจำนวนประมาณ 21.45%

ในจำนวนรายการชิ้นส่วนเหล่านี้ สามารถจะจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตรถไฟฟ้าฯ โดยอ้างอิงจากการจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมของสภาอุตสาหกรรม ได้ทั้งหมด 13 กลุ่ม อาทิ กลุ่มอุตสาหกรรมแก้วและกระจก กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหการ เป็นต้น โดยการที่สามารถจำแนกกลุ่มอุตสาหกรรมในลักษณะนี้ได้ จะเอื้อให้คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการสัมนากลุ่มเป้าหมาย (focus group) ได้โดยง่าย ซึ่งจะมีผลให้การศึกษาศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยในรายละเอียดสามารถดำเนินการได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

9.2.2 แนวทางที่เป็นไปได้ทางวิศวกรรม

แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย บนพื้นฐานกระบวนการทางวิศวกรรมนั้น มีความเป็นไปได้ 3 ลักษณะ คือ

1. **ทางเลือกแบบ S/B/A** คือ กำหนดให้มีการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร(structure) โบกี้ (bogie) และการประกอบตัวถังรถ (assembly)
2. **ทางเลือกแบบ S/A** คือ กำหนดให้มีการผลิตโครงสร้างตู้โดยสาร(structure)และการประกอบตัวถังรถ (assembly)
3. **ทางเลือกแบบ A** คือ กำหนดให้มีแต่การประกอบตัวถังรถ (assembly)

แต่ละแบบมีข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด และความเป็นไปได้ที่แตกต่างกัน ใน 3 แบบนี้ ทางเลือกแบบ A คือ กำหนดให้มีแต่เพียงการประกอบตัวถังรถ โดยนำเข้าชิ้นส่วนหลักที่จำเป็นจากต่างประเทศ และกำหนดให้มีการผลิตชิ้นส่วนบางส่วนในประเทศไทย เป็นแบบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด เนื่องจากน่าจะมีปัญหาทางวิศวกรรมต่ำที่สุด และใช้เวลาในการเตรียมการต่ำที่สุด แต่ก็อาจทำให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศน้อยที่สุดด้วยเช่นกัน

รูปที่ 9.3: แนวทางการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

9.2.3 กรอบระยะเวลาการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ

จากการศึกษา คณะผู้วิจัยได้เสนอแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยตามกรอบระยะเวลาซึ่งแบ่งออกเป็นเฟส (phase) ต่าง ๆ จำนวน 6 เฟส ดังนี้

1. **เฟสที่ 1 เริ่มสร้างอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯขึ้นในประเทศ (A)**
   โดยเริ่มก่อตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนที่สามารถจัดหาในประเทศได้เลย ในช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 1-2 ปี

2. **เฟสที่ 2 พัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯในประเทศ**
ในส่วนนี้ จะต้องเสริมสร้างความสามารถให้กับผู้ประกอบการในประเทศ ให้สามารถผลิตชิ้นส่วนของรถไฟฟ้าฯ ได้มากขึ้น โดยเน้นไปที่ ส่วนตกแต่งภายในและภายนอก เพราะสามารถนำมาประกอบเข้ากับ โครงสร้างตู้โดยสารที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ หลังจากนั้นจึงพัฒนาให้ผู้ประกอบการในประเทศ สามารถผลิตชิ้นส่วนของโครงสร้างของตู้โดยสารได้มากขึ้นเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับ เฟสที่3 ในส่วนนี้จะใช้เวลาประมาณ 2-3ปี โดยสามารถเริ่มต้นในช่วงต้นของเฟสที่1 ได้เลย

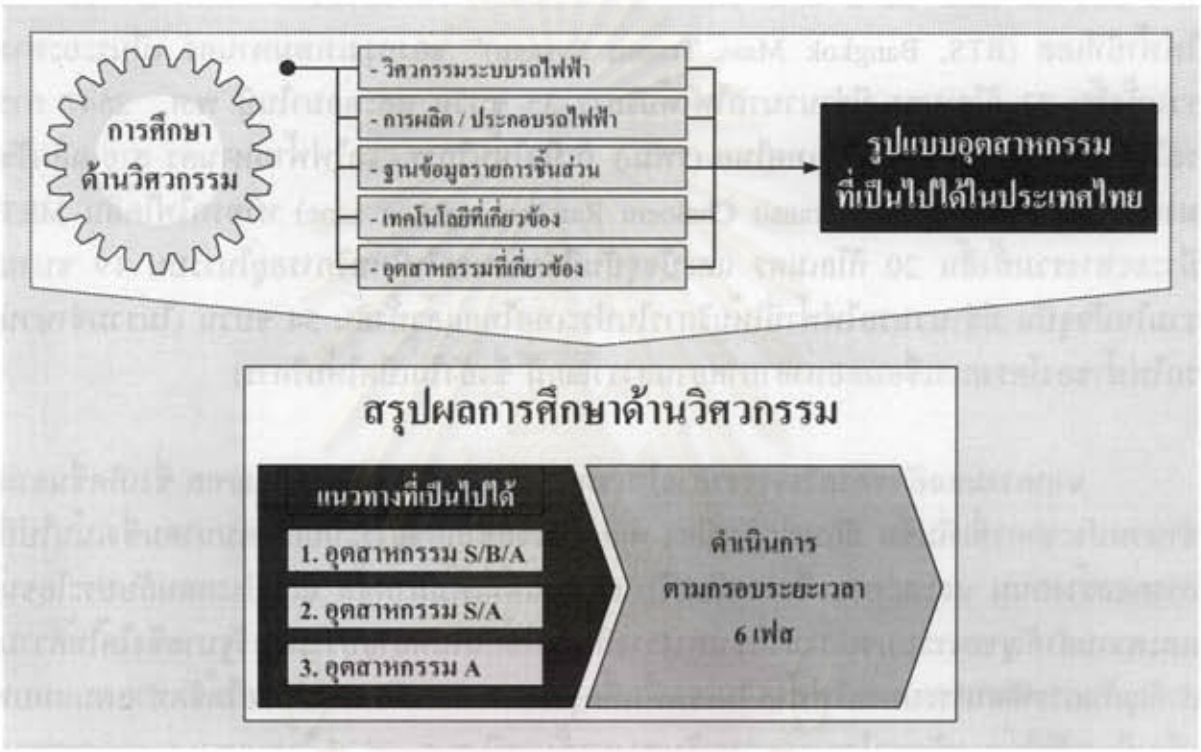
3. **เฟสที่ 3 เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างตู้โดยสารในประเทศ (S/A)**
ในเฟสนี้จะเริ่มผลิตโครงสร้างตู้โดยสารในประเทศ ในช่วงแรกหากผู้ประกอบการในประเทศยังไม่พร้อมในการผลิตชิ้นส่วน อาจใช้การนำเข้าชิ้นส่วนโครงสร้างมาประกอบในประเทศไปก่อน แล้วจึงค่อย ๆเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนในประเทศขึ้น ในส่วนนี้ใช้เวลาประมาณ 2ปี

4. **เฟสที่ 4 เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตแคร่ในประเทศ (B/S/A)**
ในเฟสนี้เป็นเพียงทางเลือก (Option) เท่านั้นขึ้นอยู่กับสถานการของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯในประเทศว่า อำนวยให้เริ่มอุตสาหกรรมการผลิตแคร่ (Bogie) ในประเทศหรือไม่ หากจะเริ่มอุตสาหกรรมนี้จะต้องถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมาจากบริษัทผู้ผลิตแคร่ อาจใช้เวลากว่า 3-5 ปี แล้วแต่สถานการณ์

5. **เฟสที่ 5 พัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าในประเทศไปสู่ ความสามารถในระดับรวบรวม และออกแบบระบบ (System integrator)**
หลังจากที่อุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศ ได้พัฒนามาระยะหนึ่ง ประมาณ 5 ปี จะทำให้ผู้ประกอบการและบุคลากรในประเทศมีประสบการณ์และความรู้ทางด้านเทคนิคมากขึ้น จนสามารถพัฒนาอุตสาหกรรมมาสู่ขั้นที่ผู้ประกอบการในประเทศ ไม่ได้เพียงผลิตชิ้นส่วนตามคำสั่งหรือประกอบรถไฟฟ้าฯตามแบบเท่านั้น แต่สามารถออกแบบระบบและจัดการรวบรวมหรือ ออกสเปคชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรถไฟฟ้าฯได้เอง โดยต้องพึ่งพาการออกแบบจากบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯรายใหญ่จากต่างประเทศอยู่บ้าง ช่วงนี้ต้องใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี

6. **เฟสที่ 6 พัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่การออกแบบและผลิต ครบวงจร (Design and manufacture — Own brand)**

ในเฟสนี้ หลังจากที่ผู้ประกอบการในประเทศสามารถออกแบบระบบและจัดการการรวบรวมและออกสเปคชิ้นส่วนต่าง ๆได้แล้วก็จะสามารถพัฒนาองค์ความรู้จนสามารถออกแบบรถไฟฟ้าฯและผลิตส่วนประกอบหลัก ๆได้เอง ช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี



รูปที่ 9.4: สรุปผลการศึกษาด้านวิศวกรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.3 การศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์

9.3.1 แผนแม่บทระบบการขนส่งมวลชน พ.ศ.2557-2572

ประเทศไทยได้มีพัฒนาการของระบบการขนส่งทางราง (rail transit system) นับตั้งแต่การใช้ม้าลากจูง มาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 และมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา จวบจนกระทั่งเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ได้มีการเปิดให้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายแรกภายใต้ชื่อ "รถไฟฟ้าบีทีเอส (BTS, Bangkok Mass Transit System)" ของกรุงเทพมหานคร เป็นระยะทางรวมทั้งสิ้น 23 กิโลเมตร มีจำนวนรถไฟให้บริการ 35 ขบวน และต่อมาในปี พ.ศ. 2547 การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ก็เปิดให้บริการ "รถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล" (The Mass Rapid Transit Chaloem Ratchamongkhon Line) หรือรถไฟใต้ดิน MRT มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร และปัจจุบันมีจำนวนรถไฟให้บริการอยู่ในระบบ 19 ขบวน รวมในปัจจุบัน มีจำนวนรถไฟฟ้าที่ให้บริการในประเทศไทยแล้วทั้งสิ้น 54 ขบวน (ไม่รวมจำนวนรถไฟฟ้าของโครงการเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งยังไม่เปิดให้บริการ)

จากความแออัดของการจราจรภายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเกิดขึ้นจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ลักษณะผังเมือง ตลอดจนข้อจำกัดของระบบการคมนาคมซึ่งเน้นไปที่การก่อสร้างถนน และสะพานเพื่อรองรับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น และประกอบกับประโยชน์และความสำคัญของระบบขนส่งมวลชนทางรางที่นิยมใช้กันในหลายประเทศ รัฐบาลจึงได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าฯ ในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยได้จัดทำแผนแม่บทเพื่อเป็นหลักในการพัฒนาโครงข่ายการเดินทางมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 โดยเฉพาะล่าสุดกระทรวงคมนาคม โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้จัดทำโครงการศึกษาปรับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีแผนการลงทุนก่อสร้างระบบรถไฟฟ้าฯ ในระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2553 - 2572 ซึ่งเผยแพร่ออกมาในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ทั้งสิ้น 12 สาย

เมื่อได้พิจารณาแผนแม่บทฯ ของ สนข. และประมาณการปริมาณความต้องการใช้ขบวนรถไฟเบื้องต้น คณะผู้วิจัยพบว่า หากแผนแม่บทฯ ดังกล่าวถูกดำเนินการได้จริง ตามกรอบระยะ

เวลาที่ได้กำหนดไว้ และประกอบกับนโยบายของภาครัฐที่ต้องการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการประกอบ และผลิตชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศไทย ให้ทันการให้บริการตามแผนดำเนินการระยะแรกในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีความต้องการใช้จำนวนขบวนรถไฟฟ้าฯ ไม่ต่ำกว่า 95 ขบวน ประเทศไทยจะต้องเริ่มทำการผลิตตัวรถไฟฟ้าฯ อย่างช้าในปี พ.ศ. 2554 (ประมาณการว่าควรเริ่มดำเนินการก่อสร้างโรงงาน และทดลองผลิตล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 3 ปี) ดังนั้นในแง่ของการดำเนินการจัดตั้งโรงประกอบรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย จึงไม่น่าจะเสร็จสิ้นทัน เพื่อรองรับการให้บริการที่จะเกิดขึ้นตามแผนแม่บทฯ ในระยะแรก (พ.ศ. 2557)

9.3.2 การศึกษาด้านธุรกิจ

1. สภาพแวดล้อมภายนอกส่งผลในทิศทางที่ดีกับอุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยนโยบายทางภาพรัฐ จากการประมาณการความต้องการการใช้รถไฟฟ้าตามแผนงานที่ทางสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) พบว่า ในระยะเวลา 20 ปีประเทศไทยมีความต้องการการใช้รถไฟฟ้าจำนวนมาก (342 ขบวน) ดังนั้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการซื้อขบวนรถไฟฟ้าจากต่างประเทศ ประเทศไทยควรมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เอง ในด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า ประเทศไทย และกรุงเทพมหานคร มีการเจริญเติบโตประมาณ 8 % และ 4.7 % และอัตราการแลกเปลี่ยนเงินสกุลต่างประเทศเมื่อเทียบกับสกุลเงินบาทพบว่า มีความผันผวนอยู่ตลอดเวลาทำให้การสั่งซื้อสินค้าต่าง ๆ จากต่างประเทศอาจจะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่แน่นอนตามอัตราแลกเปลี่ยน

ดังนั้น ในแง่เศรษฐศาสตร์ จะส่งผลให้ประเทศไทยควรมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ในด้านสังคม ปัจจุบันประชาชนที่อาศัยในกรุงเทพมหานครเองก็มีความต้องการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าฯ มากขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบายในการเดินทาง นอกจากนี้การเดินทางโดยรถไฟฟ้าฯ มีการใช้พลังงานในการดำเนินงานน้อยกว่าการขนส่งมวลชนประเภทอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ใช้ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้การใช้พลังงานยังส่งผลต่อมลพิษที่จะมีต่อสภาพแวดล้อม และการดำรงชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครอีกด้วย อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศยังจะส่งผลต่อการจ้างงานภายในประเทศอีกด้วย ดังนั้น อุตสาหกรรมการประกอบรถไฟฟ้าฯ จึงจำเป็นในประ

เทศไทย สุดท้ายในด้านเทคโนโลยี จากการวิเคราะห์ด้านเทคนิคพบว่าอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากนัก ดังนั้น ความต้องการด้านแรงงานอาจจะเป็นความต้องการแรงงานพื้นฐานซึ่งประเทศไทยมีจำนวนแรงงานที่จบการศึกษาด้านช่างอยู่มากเพียงพอ ที่จะสนับสนุนงานในโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ

2. การวิเคราะห์ศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ พบว่าประเทศไทยมียุทธศาสตร์ในการขยายเส้นทางสำหรับรถไฟฟ้าฯตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ในส่วนของอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง และอุตสาหกรรมสนับสนุน ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่อเนื่อง ที่จะต้องเป็นผู้จัดส่งสินค้าให้กับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ เป็นอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีจุดเด่นอยู่แล้ว เช่น อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ นอกจากนี้ อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ยังสามารถเพิ่มศักยภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯอีกด้วย ในด้านความต้องการของตลาดตามแผนของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร บริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จะมีความต้องการรถไฟฟ้ารวม 200 ขบวนในระยะเวลาอีก 20 ปีข้างหน้า ดังนั้นประเทศไทยจึงมีศักยภาพในการแข่งขันที่จะมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ

3. ในการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้ Five Force Model พบว่า มีบริษัทผู้ผลิตและประกอบรถไฟฟ้ารายใหญ่ของโลกเพียงไม่กี่ราย และล้วนเป็นบริษัทขนาดใหญ่ มีเงินลงทุนมาก นอกจากนี้ บริษัทเหล่านี้ ยังมีพัฒนาการด้านเทคโนโลยีเป็นเวลานานแล้ว อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ คงจะไม่สามารถแข่งขันกับบริษัทรถไฟฟ้าเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบัน ในประเทศเพื่อนบ้านบางประเทศ ก็มีศักยภาพในอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฯ เช่น ประเทศเวียดนาม มีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟใช้ภายในประเทศเป็นระยะเวลาหลายปีแล้ว หรือในประเทศจีน ซึ่งมีการร่วมลงทุนกับบริษัทรถไฟฟ้าแห่งหนึ่ง เพื่อผลิตรถไฟฟ้าฯ ใช้ในประเทศ ซึ่งประเทศไทยควรที่จะริเริ่มให้มีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศก่อนที่ประเทศอื่นในภูมิภาคจะสร้างอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้นและเติบโตเป็นศูนย์กลางการประกอบรถไฟฟ้าในภูมิภาคต่อไป เพราะถ้าประเทศใดประเทศหนึ่งภายในภูมิภาคเดียวกันเป็นศูนย์กลางการประกอบรถไฟฟ้าแล้ว คงจะค่อนข้างยากที่ประเทศไทยที่จะมีอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ของตนเอง

4. การวิเคราะห์ตลาดของอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ ภายในประเทศ โดยใช้การวิเคราะห์ STP พบว่า อุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ จะมุ่งเน้นตลาดหลักที่รถไฟฟ้าฯ เป็นหลัก โดยอาจจะเพิ่มกลุ่มลูกค้าหลักไปยังรถไฟธรรมดา ซึ่งประเทศมีแผนในการพัฒนาการขนส่งและการโดยสารโดยใช้รถไฟมากขึ้น และโครงสร้างพื้นฐานที่จะใช้ในการผลิตรถไฟฟ้าและรถไฟไม่แตกต่างกันมากนัก ต่อมาอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ อาจจะขยายต่อไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งจะเป็นตลาดที่เกิดขึ้นในอนาคต โดยการกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์นั้น ราคาของรถไฟฟ้าฯที่ประกอบภายในประเทศจะมีราคาที่ถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ เพราะมีการใช้แรงงานประกอบภายในประเทศ และต้นทุนชิ้นส่วนบางอย่างก็อาจกำหนดให้ใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศได้ ดังนั้นอุตสาหกรรมประกอบรถไฟฟ้าฯ จึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเหมาะสมที่จะต้องมีการลงทุนและภาครัฐความที่จะให้การสนับสนุน

9.3.3 ข้อเสนอรูปแบบอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย

จากการพิจารณาทางเลือกทางวิศวกรรม ประกอบกับการศึกษาแนวนโยบายของรัฐ คณะผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยไว้ 3 แนวทาง และ 1 เงื่อนไขพิเศษ (option) คือ

1. solution 1 : การกำหนดให้บริษัทผู้ได้รับคัดเลือกต้องจัดตั้งโรงประกอบในประเทศไทย
2. solution 2 : การร่วมมือกับต่างชาติในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ (G to G)
3. solution 3 : การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ในลักษณะของบริษัทร่วมทุน
4. option : การส่งเสริมให้เกิดแบบแห่งชาติ (national design)

9.3.4 แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมตามกรอบความคิดเชิงรัฐศาสตร์

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ควรมีการดำเนินการโดยกำหนดแผนการดำเนินการในระยะยาว โดยกำหนดทิศทาง การดำเนินการให้สอดคล้อง ต่อเนื่อง และเป็นไปในทางเดียวกัน ไม่เกิดการตัดสินใจในลักษณะของโครงการใครโครงการมัน หรือการดำเนินการแบบแยกส่วน การกำหนดแนวทางในการพัฒนา จึงควรเป็นการมองภาพรวมของระบบรถไฟฟ้าฯ

รวมถึงระบบราง เพื่อให้เกิดเอกภาพของนโยบาย และการพัฒนาที่มีทิศทางที่ชัดเจน แนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง จะแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การดำเนินการในระยะสั้นและการสร้างรากฐานของการพัฒนา

ในระยะที่ 1 นี้ การดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง จะดำเนินการต่อเนื่อง จากแนวทางที่รัฐดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และเป็นการกำหนดทิศทาง และวางรากฐานสำหรับ การพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในระยะยาว ในขั้นนี้รัฐควรมีนโยบายในการดำเนินการด้านรถไฟฟ้าฯ โดยให้มีการอนุญาตให้มีการเดินรถไฟฟ้าฯตามแผนแม่บทที่วางไว้ และกำหนดเงื่อนไขให้หน่วยงานที่ได้รับอนุญาต ตั้งโรงงานสำหรับการประกอบรถไฟฟ้าฯ และกำหนดเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกหน่วยงานที่จะได้รับอนุญาต ให้ดำเนินการเดินรถไฟฟ้าฯสายต่าง ๆ โดยยึดหลักประโยชน์ของรัฐ และประสิทธิภาพเป็นหลัก (เกณฑ์ที่สำคัญในการพิจารณาอาจได้แก่ การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในไทย การใช้ชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์ที่ทำในประเทศในสัดส่วนที่สูง การถ่ายทอดทางเทคโนโลยี และเทคนิคให้กับกิจการของไทย และมีส่วนในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น) ลักษณะดังกล่าวนี้ จะทำให้การดำเนินการของรัฐที่มีอยู่ มีความต่อเนื่อง ไม่สะดุด ขณะเดียวกันก็เริ่มวางรากฐานในอนาคต ของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง โดยการดำเนินการให้มีการจัดตั้งหน่วยงานร่วมทุนในการประกอบรถไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นหน่วยงานหลักที่ประกอบรถไฟฟ้าที่จะใช้ในประเทศในอนาคต ซึ่งระยะนี้จะเป็นการเจรจากับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ เช่น กระทรวงคมนาคม กระทรวงการคลัง การรถไฟแห่งประเทศไทย การรถไฟฟ้ามหานคร และ รฟม. กรุงเทพมหานคร BTS และหน่วยงานเอกชนที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับรถไฟฟ้าฯ เพื่อหาแนวทางในการร่วมทุนเพื่อตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าขึ้นในประเทศ

ระยะที่2 การจัดตั้งบริษัทหรือองค์การร่วมทุนในการประกอบรถไฟฟ้า

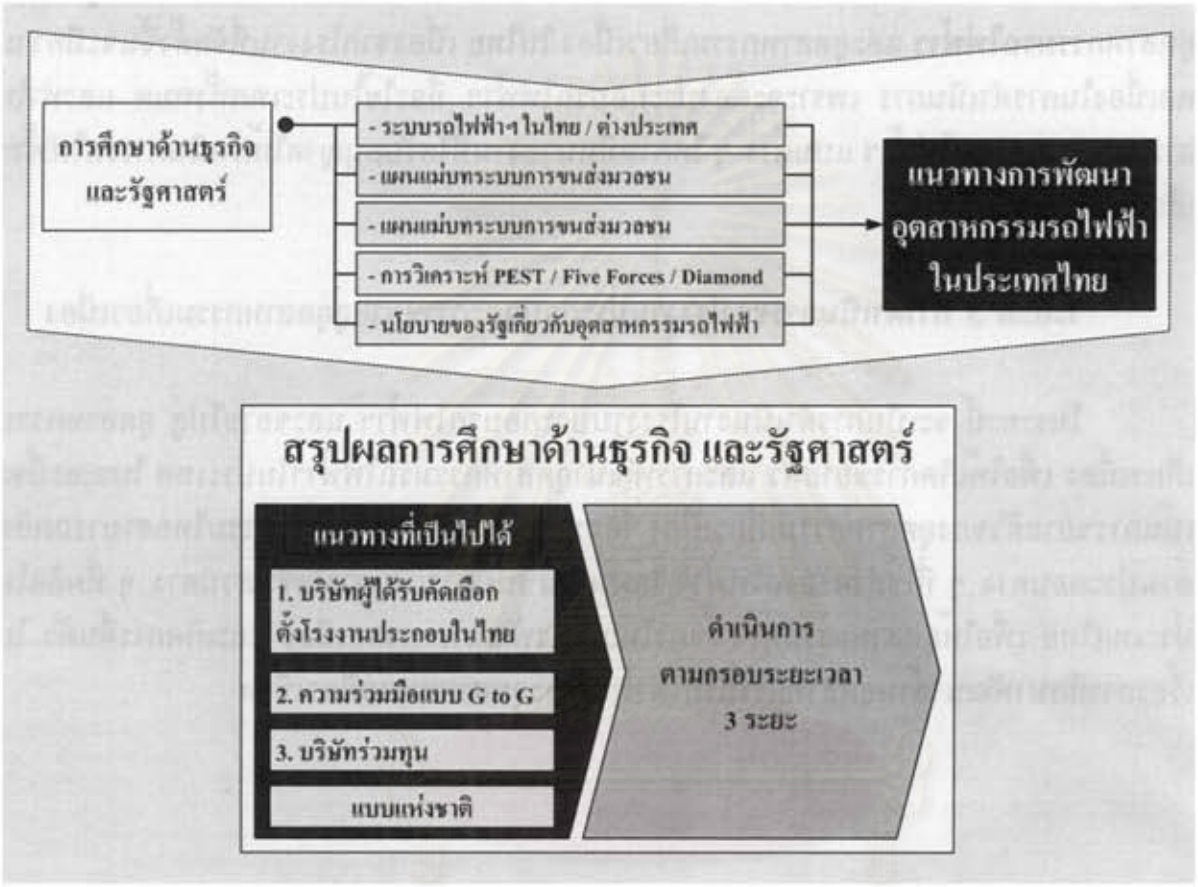
ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการดำเนินการหลังจากได้แนวทางในการร่วมทุนจากระยะที่ 1 แล้ว จากนั้นจะเป็นการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าในลักษณะขององค์การร่วมทุน (Joint venture) ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งโรงงานดังกล่าวจะทำหน้าที่ เป็นโรงงานกลางสำหรับการ

ประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ในการดำเนินการทุกสาย ทั้งนี้ไม่ขึ้นกับว่าหน่วยงานใดจะได้รับอนุญาตให้ดำเนินกิจการรถไฟฟ้าฯ โดยการตั้งโรงงานจะเป็นในลักษณะของการร่วมทุน ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบ และการผูกขาดโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งเป็นการเฉพาะ อีกทั้งยังมีส่วนในการถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยีในด้านการประกอบและการดำเนินการเกี่ยวกับรถไฟฟ้าฯ ซึ่งการดำเนินการในระยะนี้ จะเป็นการเริ่มวางรากฐานของอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง ในไทย เนื่องจากโรงงานที่จัดตั้งขึ้นจะมีความต่อเนื่องในการดำเนินการ เพราะจะต้องประกอบรถไฟฟ้าฯ ที่จะใช้ในประเทศทั้งหมด และทำให้สามารถประกอบรถไฟฟ้าฯ แบบต่าง ๆ ได้ตามที่หน่วยงานที่ได้รับอนุญาตให้ดำเนินการรถไฟฟ้าฯ เลือกจะใช้ในการเดินรถ

ระยะที่ 3 การดำเนินการของโรงงานประกอบและการขยายสู่อุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

ในระยะนี้ จะเป็นการดำเนินงานโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ และขยายไปสู่ อุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง เพื่อให้เกิดการขยายตัว และการพัฒนาอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯในประเทศ ในระยะนี้จะเน้นการขยายตัวของอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง โดยมุ่งส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมไทยสามารถผลิตส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับรถไฟฟ้าฯ ได้มากขึ้น เน้นการเพิ่มการใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ผลิตในประเทศไทย เพื่อให้อุตสาหกรรมด้านนี้ของไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเกิดการตื่นตัว ในเรื่องการศึกษาพัฒนาด้านอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.5: สรุปผลการศึกษาด้านธุรกิจและรัฐศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.4 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

การศึกษาในส่วนนี้ จะอ้างอิงจากผลการศึกษาด้านวิศวกรรมและนโยบายทางด้านรัฐศาสตร์ ซึ่งพบว่าความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมในการผลิตรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยนั้น ในระยะแรก จะเป็นลักษณะการประกอบโดยนำเข้าชิ้นส่วนทั้งหมดจากต่างประเทศก่อน (Final Assembly) ซึ่งก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตในกรณีนี้ลดลงจากต้นทุนค่าแรงงานเป็นหลัก ดังนั้นในการศึกษาด้านการเงินนี้จะศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยสมมุติให้นำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ ในส่วนของการประมาณการความต้องการรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทยจะอ้างอิงจากตัวเลขที่ได้ประมาณการไว้บทก่อนหน้านี้ โดยความต้องการรถไฟฟ้าฯ จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1. ในปี 2557 จำนวน 95 ขบวน หรือ 285 คัน ช่วงที่ 2 .ในปี 2562 จำนวน 161 ขบวน หรือ 483 คัน และช่วงที่ 3 .ในปี 2572 จำนวน 98 ขบวน หรือ 294 คัน รวมความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ทั้งสิ้นเท่ากับ 1,062 คัน

จากการศึกษาทางด้านรัฐศาสตร์ ซึ่งได้เสนอแนวทาง ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯไว้ 3 แนวทางนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินนี้ ศึกษาโดยอ้างอิงแนวทางดังกล่าว อย่างไรก็ตาม สำหรับแนวทางที่ 2-3 นั้น จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของนโยบายทางด้านรัฐศาสตร์ที่ว่า รัฐบาลจะเข้าไปมีส่วนมากน้อยเพียงใด กับการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ หรือจะจัดตั้งหน่วยงานใดขึ้นมารับผิดชอบโดยตรง แต่จะไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณการผลิต และต้นทุนการผลิตต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจะพิจารณารวมกันเป็นกรณีเดียว

9.4.1 แนวทางที่ 1 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยผู้ได้รับสัมปทานแต่ละราย

โดยสรุปสำหรับแนวทางที่ 1 นี้ มีความเสี่ยงในเรื่องของความไม่แน่นอนของปริมาณการผลิต ทำให้การพิจารณาความคุ้มค่าการลงทุนทำได้ยาก ดังนั้นหากรัฐบาลต้องการให้บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯมาตั้งโรงงานประกอบในประเทศ จำเป็นจะต้องมีการรวมสัญญาการประมูล ให้มีจำนวนรถไฟฟ้าฯมากเพียงพอ ซึ่งจากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในกรณีที่ 2-3 จะเห็นว่าจุดคุ้มทุนการผลิต

แบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลาจะอยู่ที่ประมาณ 260 คัน

9.4.2 แนวทางที่ 2-3 การจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยการสร้างความร่วมมือกับต่างชาติในลักษณะรัฐต่อรัฐ (G2G) หรือในลักษณะของบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) โดยอาจผนวกเงื่อนไขพิเศษ จัดให้มีรูปแบบของรถไฟฟ้าฯ ที่เป็นมาตรฐานร่วมกัน (National Design)

ตามแผนการก่อสร้างรถไฟฟ้าฯ ของ สนข. มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงที่การตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯอาจจะไม่ทันต่อความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯในช่วงที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินนี้ในแนวทางที่ 2-3 นี้ จะประมาณการจากความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 คือ ความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ครอบคลุมทั้ง 3 ช่วงเวลา (ตั้งแต่ปี 2557-2572) รวม 1,062 คัน และกรณีที่ 2 คือ ความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ครอบคลุม 2 ช่วงเวลา (ตั้งแต่ปี 2562-2572) รวม 777 คัน ซึ่งในการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในแนวทางที่ 2-3 นี้ จะพิจารณาจาก 2 กรณีดังกล่าว

ผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของทั้ง 2 กรณี พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยพิจารณาได้จากตัววัดผลตอบแทนการลงทุน ให้ผลที่สอดคล้องกัน โดย ค่า NPV ของโครงการเท่ากับ 873.74 (กรณีที่ 1) หรือ 585.12 (กรณีที่ 2) ล้านบาท ซึ่งหมายถึงว่ามีกระแสเงินสดรับสูงกว่ากระแสเงินที่จ่ายหรือลงทุนไป นอกจากนี้ ค่า IRR ก็มีค่าสูงกว่าต้นทุนเงินทุนที่ 10% ต่อปีด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 12.79% (กรณีที่ 1) หรือ 13.50% (กรณีที่ 2) เมื่อพิจารณาระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิตแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา ก็จะให้ผลสอดคล้องกัน คือระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9.83 ปี (กรณีที่ 1) หรือ 10.02 ปี (กรณีที่ 2) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระยะเวลาโครงการ และจุดคุ้มทุนการผลิตแบบคิดลดมูลค่าเงินตามเวลา เท่ากับ 678.43 คัน (กรณีที่ 1) หรือ 570.48 คัน (กรณีที่ 2) ซึ่งต่ำกว่าจำนวนรถไฟฟ้าฯ ที่ต้องผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

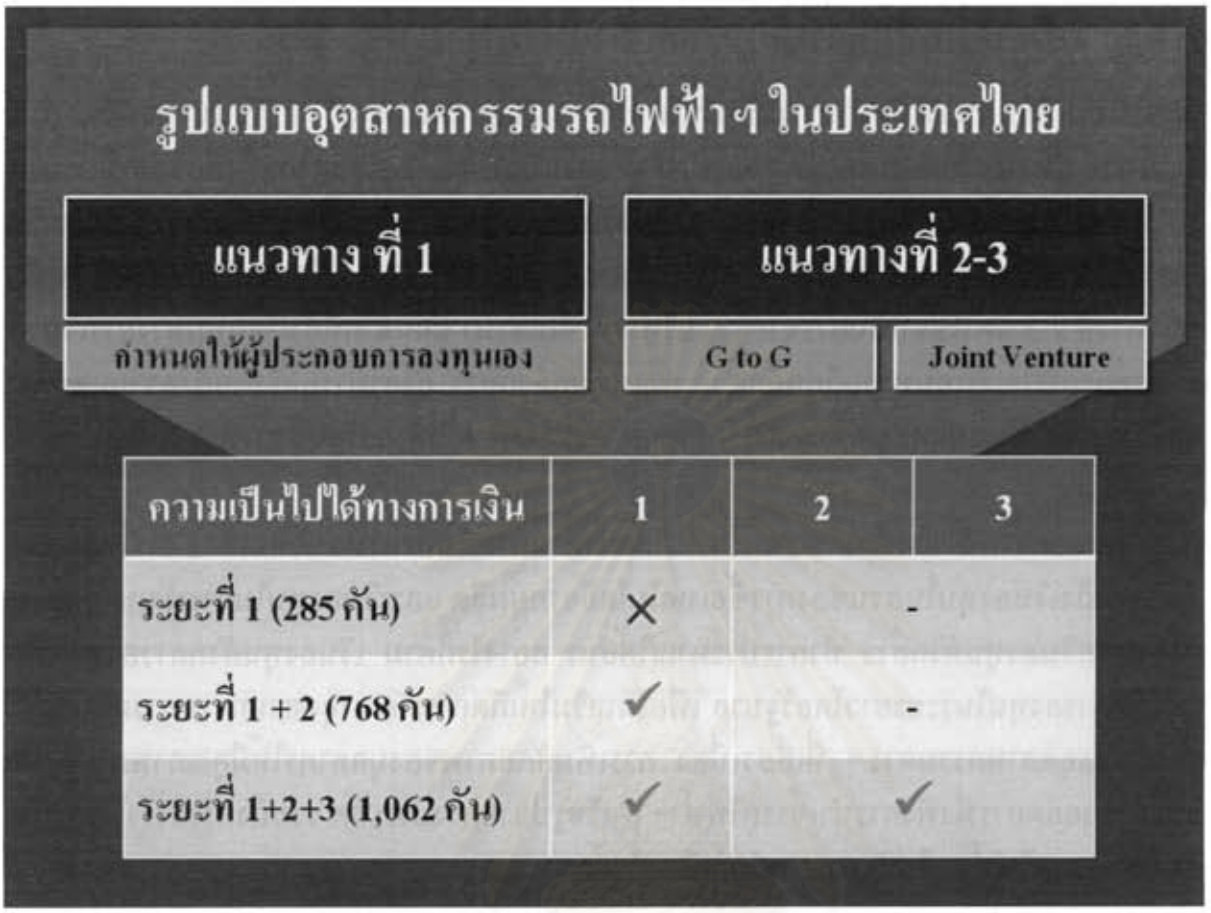
9.4.3 เปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างแนวทาง 1 และ 2-3

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของแนวทางที่ 1 กับแนวทางที่ 2-3 นี้ จะเห็นว่า การผลตอบแทนโดยวัดจากค่า NPV ของแนวทางที่ 2-3 จะสูงกว่า เนื่องจากมีปริมาณรถไฟฟ้าฯ ที่จะต้องผลิตมากกว่า แต่ถ้ากำหนดให้บริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้ารายหนึ่งรายใดเป็นผู้ผลิตทั้งหมดค่า NPV ของแนวทางที่ 1 จะสูงกว่า ของแนวทางที่ 2-3 เนื่องจากว่าผลการศึกษาในแนวทางที่ 2-3 มีค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารที่เพิ่มเข้ามา นอกจากนี้ยังมีต้นทุนทางการเงินจากความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนอีกด้วย ซึ่งเหตุผลดังกล่าว ยังสามารถอธิบายถึงความแตกต่างของระยะเวลาคืนทุนและจุดคุ้มทุนการผลิตของแนวทางที่ 1 ที่ต่ำกว่าแนวทางที่ 2-3 อีกด้วย

นอกจากนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับแนวทางที่ 2-3 นี้ ยังไม่ได้พิจารณาถึงเงินลงทุนในส่วนของการซื้อเทคโนโลยีจากผู้ผลิต และเงินลงทุนในการพัฒนาบุคลากร เนื่องจากเงินลงทุนดังกล่าว ทำการประมาณได้ยาก อย่างไรก็ตาม เงินลงทุนดังกล่าวอาจมองได้ว่า เป็นการลงทุนในระยะยาวโดยรัฐบาล เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯ และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่อง การเพิ่มศักยภาพของบุคลากรให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดการพึ่งพิงการนำเข้ารถไฟฟ้าฯ สำเร็จรูปจากต่างประเทศ รวมถึงการสร้างโอกาส ในการส่งออกรถไฟฟ้าฯ ไปยังประเทศใกล้เคียงอีกด้วย

9.4.4 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจะเห็นว่าแนวทางที่ 1 ซึ่งเป็นลักษณะการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ โดยบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าแต่ละรายจะให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนต่อเมื่อมี ปริมาณการผลิตไม่ต่ำกว่า 50% สำหรับปริมาณความต้องการใช้รถไฟฟ้าฯ ทั้งหมดใน ระยะที่ 1 และ 2 รวมกัน หรือจะต้องมีจำนวนการผลิตรถไฟฟ้าฯขั้นต่ำเท่ากับ 262 คัน ขณะที่แนวทางที่ 2-3 ก็ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนเช่นกัน โดยเมื่อดูจากจำนวนการผลิตรถไฟฟ้าฯ ขั้นต่ำเท่ากับ 570-680 คัน ซึ่งสูงกว่าแนวทางที่ 1 โดยมีสาเหตุจากแนวทางที่ 2-3 มีค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารที่เพิ่มเข้ามา นอกจากนี้ ยังมีต้นทุนทางการเงิน จากความต้องการใช้เงินทุนหมุนเวียนเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 9.6: สรุปการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน

นอกจากนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับแนวทางที่ 2-3 ในครั้งนี้ ยังไม่ได้พิจารณาครอบคลุมถึงเงินลงทุน ในส่วนของการซื้อเทคโนโลยีจากผู้ผลิต และเงินลงทุนเพื่อการพัฒนาบุคลากร อย่างไรก็ตาม เงินลงทุนดังกล่าวอาจมองว่าเป็นการลงทุนในระยะยาวโดยรัฐเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตรถไฟฟ้าฯและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่อง การเพิ่มศักยภาพของบุคลากรให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นและยังช่วยลดการพึ่งพิงการนำเข้ารถไฟฟ้าฯ สำเร็จรูปจากต่างประเทศ รวมถึงการสร้างโอกาสการส่งออกรถไฟฟ้าฯไปประเทศใกล้เคียงอีกด้วย

จากผลการศึกษาทางด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจจะเห็นว่า แนวทางที่ 2-3 จะก่อให้เกิด

ประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจมากกว่าแนวทางที่ 1 โดยเมื่อทำการศึกษาถึงประโยชน์ที่จะได้รับใน 4 ประเด็นสำคัญ พบว่า

1. **ประเด็นการถ่ายทอดเทคโนโลยี** : เนื่องจากเป็นลักษณะของความร่วมมือกันระหว่างผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ กับบริษัทหรือหน่วยงานของรัฐ ในการจัดตั้งโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ ขึ้น โดยมีปริมาณการผลิตที่แน่นอน และมากเพียงพอ น่าจะทำให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (technology transfer) จากต่างประเทศ ได้มากกว่าแนวทางที่ 1

2. **ประเด็นการลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ และประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง** : จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม ที่ได้ศึกษาเบื้องต้นถึงศักยภาพของผู้ผลิตในประเทศพบว่า จากข้อมูลชิ้นส่วนที่มีอยู่ในปัจจุบันประมาณ 600 รายการ จากชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ ทั้งหมดกว่า 3,000 รายการ ประมาณ 78% ของชิ้นส่วนจำนวน 600 รายการนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถผลิตได้ในประเทศไทย เพื่อศึกษามูลค่าของการลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศ คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ (Scenario Analysis) โดยพบว่า หากชิ้นส่วนรถไฟฟ้าฯ สามารถผลิตได้ในประเทศไทย คิดเป็นมูลค่า 10% 30% 50% และ 80% ของราคารถไฟฟ้าฯ ตามลำดับ จะทำให้สามารถลดการนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศได้ถึง 7,965-63,720 ล้านบาท ในระหว่างปี พ.ศ.2557-2572 ซึ่งการประมาณการดังกล่าว ยังไม่รวมถึงความต้องการตู้รถไฟแบบธรรมดาของ รฟท. เพื่อทดแทนของรถไฟที่ใช้อยู่เดิม จำนวน 141 ขบวน หรือมากกว่า 1,400 คัน ซึ่งมีอายุการใช้งานมานานกว่า 20 ปี และจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาของใหม่มาทดแทน

3. **ประเด็นการจ้างงาน** : คณะผู้วิจัยคาดว่าผลจากการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมรถไฟฟ้าฯ ในประเทศไทย จะก่อให้เกิดการจ้างงานสำหรับงานด้านการผลิต ด้านการขาย ตลอดจนด้านการบริหารจัดการโรงงานประกอบรถไฟฟ้าฯ จำนวนรวมไม่ต่ำกว่า 500 คน และจะมีผลต่อการจ้างงานในอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

4. **ประเด็นศักยภาพในการผลิตเพื่อส่งออก** : การพัฒนาอุตสาหกรรมในลักษณะของความร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตรถไฟฟ้าฯ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ จะทำให้รถไฟฟ้าฯ ที่ผลิตขึ้นจากอุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นที่ยอมรับ และมีศักยภาพในการส่งออกไปยังแถบประเทศเพื่อนบ้าน จากการศึกษาพบว่า ปัจจุบันกลุ่มประเทศอาเซียน มีโครงการพัฒนาระบบรางให้

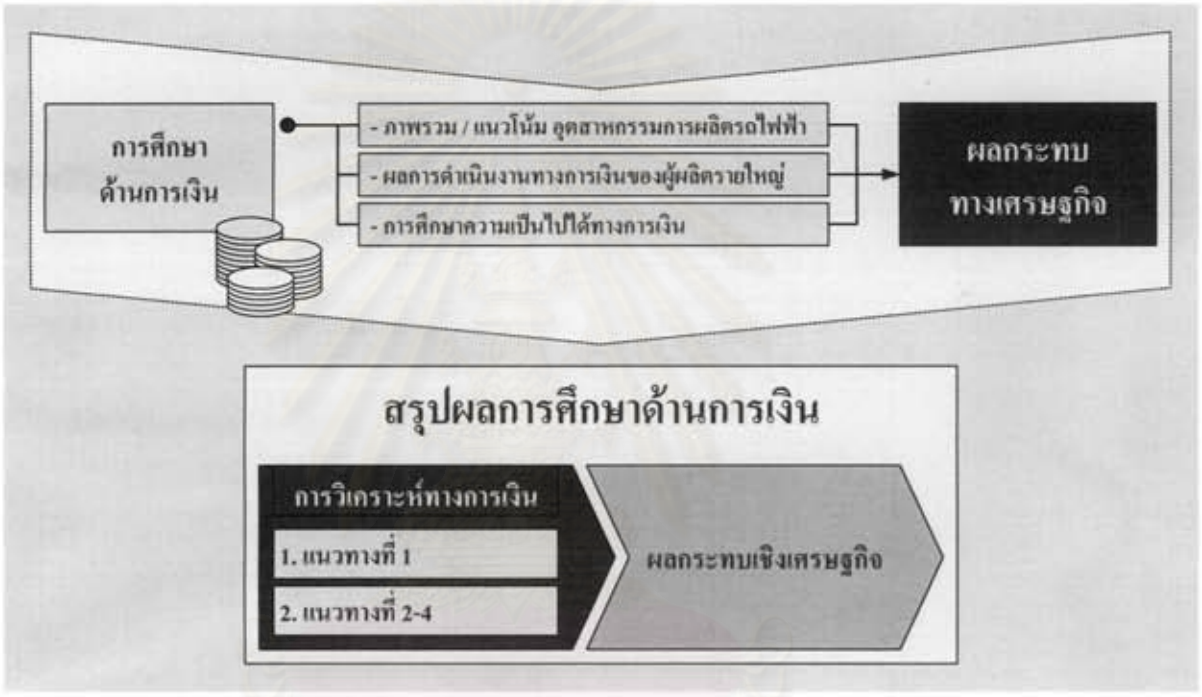
เชื่อมต่อถึงกันในโครงการ SKRL (Singapore-Kunming Rail Link) ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการของ AMBDC (ASEAN-Mekong Basin Development Cooperation) มีมูลค่าการลงทุนมากกว่า 15,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ น่าจะเป็นการเพิ่มโอกาส ในการพัฒนาขยายการผลิตเพื่อส่งออกไปยังกลุ่มประเทศดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ประเทศจีน และประเทศเวียดนามต่างก็มีการผลิตรถไฟฟ้าฯ และรถไฟชนิดธรรมดาด้วยเช่นกัน ประเทศไทยจึงอาจจะต้องเผชิญกับการแข่งขันที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตกับประเทศที่กล่าวถึงด้วย

ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจ

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ	1	2	3
การถ่ายทอดเทคโนโลยี	น้อย	มาก	มาก
ประโยชน์กับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง การนำเข้า	น้อย	มาก	มาก
การจ้างงาน	น้อย	มาก	มาก
ศักยภาพการผลิตเพื่อส่งออก	น้อย	มาก	มาก

รูปที่ 9.7: ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9.8: สรุปผลการศึกษาด้านการเงิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย