รหัสโครงการ SUT 7-704-50-12-83

# รายงานการวิจัย

# การประเมินเบื้องต้นในการใช้ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา สำหรับเมืองนครราชสีมา

# (Preliminary Evaluation of Using Light Rail Transit for the City of Nakhon Ratchasima)


**คณะผู้วิจัย**

**หัวหน้าโครงการ**

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศาสน์ สุขประเสริฐ**

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ผู้ร่วมวิจัย**

นางสาวรุ่งอรุณ บุญถ่าน

นางกาญจน์กรอง สุอังคะ



**ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550**

**ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว**

พฤษภาคม 2551

# กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อย่างมากในการทำงานวิจัย และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2550

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลประชาชนในจังหวัดนครราชสีมาทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการให้ข้อมูล ตอบคำถาม และนักวิจัยรุ่นใหม่ นางสาวรุ่งอรุณ บุญถ่าน นางกาญจน์กรอง สุอังคะ ที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยเป็นผู้ร่วมงานที่ได้ให้การช่วยเหลือและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำวิจัยช่วยค้นคว้าข้อมูลวิจัย พร้อมทั้งช่วยจัดพิมพ์รายงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ ข้อดีของหนังสือเล่มนี้ขออุทิศให้คณาจารย์ทุกท่าน ที่จะลืมไม่ได้คือครอบครัวที่อบอุ่น ที่มีส่วนร่วมในการเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัย ณ ที่นี้ด้วย และหากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมประการใด สามารถแจ้งได้ที่ E-mail : sart@sut.ac.th

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2551

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทคัดย่อภาษาไทย

โครงการประเมินเบื้องต้นในการใช้ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบาสำหรับเมืองนครราชสีมามีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนแบบรางเบา (Light Rail Transit) สำหรับเมืองนครราชสีมา ให้เป็นแนวทางของระบบขนส่งแบบยั่งยืน (Sustainable Transportation System) อันจะก่อให้เกิดผลต่อสังคม คือ เป็นการพัฒนาการรูปแบบการให้บริการขนส่งมวลชน(Mass Transport) ที่มีความเสมอภาคของบุคคลในทุกระดับ มีเขตทางเฉพาะสามารถจัดการได้ง่าย และมีการพัฒนาระบบการเชื่อมต่อรูปแบบการเดินทางขนส่งสาธารณะ (Intermedel Linkage) เพื่อให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นการลดการใช้พลังงาน ลดปัญหามลภาวะอากาศเป็นพิษและเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนที่ดีขึ้น

การวางแผนการวิจัย กำหนดระยะเวลาดำเนินงาน 1 ปี โดยในขั้นแรกเป็นศึกษาเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail Transit) รวมทั้งระบบอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการเช่น ระบบการขายตั๋วอัตโนมัติ ระบบควบคุมความเร็วและระบบห้ามล้อระบบขับเคลื่อนเพื่อเป็นการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ ขั้นที่สองเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการขนส่งสาธารณะในจังหวัดนครราชสีมา โดยจัดทำแบบสำรวจและสอบถามข้อมูลการเดินทางของบุคคลถึงการเดินทางกี่รูปแบบกี่เที่ยวต่อวัน มีการวางแผนการเดินทางหรือไม่อย่างไร ใช้บริการขนส่งสาธารณะมากน้อยแค่ไหนเป็นต้นและสุดท้ายจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำโครงการเบื้องต้น โดยการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าจะทำโครงการในรูปแบบใดถึงจะเหมาะสมกับการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมา โดยพัฒนาเป็นทางเลือกสอดคล้องกับเทคโนโลยีของระบบราง รวมทั้งออกแบบเส้นทางของการขนส่งระบบรางเบื้องต้น

ในการออกแบบโครงข่ายหรือกำหนดเส้นทางของระบบ LRT นั้น จุดเริ่มต้นของการพิจารณากำหนดเส้นทาง คือ การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้โดยสาร ปริมาณผู้โดยสารที่คาดว่าจะเข้ามาใช้บริการของระบบ แหล่งกิจกรรมการเดินทาง ลักษณะการประโยชน์ใช้ที่ดิน ทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการเดินทางของประชากร ซึ่งก่อให้เกิดทั้งการเกิดการเดินทาง (Trip production) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip attraction) ลักษณะการใช้งานและโครงข่ายถนน (Road network function) การเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ (Connection with other transport model) ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะหรือการเดินทางอื่น

# Abstract

This "Preliminary Evaluation of Using of Light Rails Transit for the City of Nakhon Ratchasima" aims to present the light rail transit (LRT) system as the provinces' chosen alternative as the sustainable transportation system. Not only is this system beneficial in the technical sense for the transport system, it also offers other social benefits through improvising the mass transport system so that everyone has equal access to quality transport. The LRT system is also easy to manage and can be linked with many other forms of transportation. This is called the intermedel linkage. The ease will also promote the use of mass transport thereby decreasing the energy and pollution problem which will in turn lower health problems and increase the quality of life of the people.

The study is designed under a 1-year time frame with the first part of it focusing on the review and study of existing technology for light rail transit and customer service schemes such as automatic ticket vending machines. The different control systems of the LRT such as the breaks, velocity control systems, mobility systems, etc are also studied to find out the advantage and disadvantages of each system. The second stage is to collect data on the existing transport systems in Nakhon Ratchasima. This is done using self-conducted surveys and interview surveys. The surveys are focused on information such as the frequency of travels, the modes of travel, whether or not the travels are planned and if so on what basis and how frequently mass transport is used, etc. These data will be used as the background for analysis and in preparation of the project. It will contribute to making the decision on the framework of the project to choose the best alternative that best benefits the people of Nakhon Ratchasima. The chosen alternative will be done in accordance to the available LRT technology, routing and space.

The design of the LRT route will begin with using the analyzed data from the survey on the passenger behavior, targeted customers and prime locations found along the route. Land utility will also be taken into account for and will fall under the required destination along with the other criteria. Passenger required destination will be the framework of the trip production because it will be more attractive for the people to opt for this alternative. This will be planned in accordance to the road network function. Connectivity with other modes of transportation is also a main concern under this study to make travelling most convenient for passengers.

# สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
สารบัญ.....ง
**บทที่ 1 บทนำ.....1**
1.1 ความเป็นมา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....4
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6
**บทที่ 2 ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา.....7**
2.1 LRT คืออะไร.....7
2.2 การจำแนกคุณลักษณะของ LRT.....7
2.2.1 คุณลักษณะการใช้เขตทาง.....8
2.2.2 คุณลักษณะทางด้านเทคนิค.....10
2.2.3 คุณลักษณะการใช้งาน.....17
2.3 ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาในยุโรป.....20
**บทที่ 3 การคมนาคมในจังหวัดนครราชสีมา.....23**
3.1 ระบบโครงข่ายถนนในเขตพื้นที่ศึกษา.....23
3.2 ระบบขนส่งสาธารณะในเขตพื้นที่ศึกษา.....27
3.2.1 รถโดยสารประจำทาง.....27
3.2.2 รถไฟ.....36
3.2.3 รถรับจ้างสาธารณะทั่วไป.....38
3.2.4 เครื่องบินโดยสาร.....38
3.3 ลักษณะการให้บริการรถโดยสารประจำทาง.....40
3.3.1 ความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในแต่ละสาย.....40
3.3.2 ปริมาณผู้โดยสารในแต่ละสาย.....42
3.3.3 ความหนาแน่นบนรถโดยสารแต่ละสาย.....44
3.3.4 ระยะห่างในการปล่อยรถสายรถโดยสารประจำทาง.....45

สถาบันเทคโนโลยีสุรนารี

หน้า

3.3.5 ความสม่ำเสมอในการปล่อยรถสายรถโดยสารประจำทาง....46
3.4 ทัศนคติของประชาชนต่อการให้บริการรถโดยสารประจำทาง....47
3.4.1 กลุ่มผู้เดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทางเป็นประจำ....48
3.4.2 กลุ่มผู้เดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ....50
**บทที่ 4 การออกแบบระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา....54**
4.1 แนวคิดการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของ LRT....54
4.1.1 โครงข่ายเส้นทาง....57
4.1.2 ขบวนรถ LRT....58
4.1.3 ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า....59
4.1.4 สถานีรับส่งผู้โดยสาร....62
4.1.5 ช่องทางเดินรถ....64
4.1.6 ศูนย์ควบคุมกลางและศูนย์ซ่อมบำรุง....64
4.2 แนวคิดการออกแบบระบบควบคุมและการจัดการเดินรถ LRT....65
4.2.1 ระบบขนส่งอัจฉริยะ....66
4.2.2 ระบบติดตามตำแหน่งรถ....66
4.2.3 ป้ายหยุดรถโดยสารอัจฉริยะและระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสาร....67
4.2.4 ระบบการสื่อสารทางเสียงและข้อมูลระหว่างรถกับศูนย์ควบคุมกลาง....68
4.2.5 ระบบรักษาความปลอดภัยที่สถานี ( Station Monitoring )....69
4.2.6 ระบบสื่อสารกลาง....69
4.2.7 ศูนย์ควบคุมกลาง....71
4.3 แนวคิดออกแบบระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ....72
4.3.1 ลักษณะการจัดเก็บค่าโดยสาร....72
4.3.2 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบ....73
4.3.3 บุคลากรสำหรับระบบจัดเก็บค่าโดยสาร....73
4.3.4 โครงสร้างราคาค่าโดยสาร....74
4.3.5 การใช้ตั๋วโดยสาร....74
4.3.6 มาตรการระวังและป้องกัน....75
4.3.7 อุปกรณ์ย่อย....75
4.3.8 ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ( Central Computer System-CC )....77
4.4 ระบบความปลอดภัย....78

หน้า

**บทที่ 5 ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบาสำหรับนครราชสีมา.....79**

5.1 โครงข่ายและเส้นทางของระบบ.....79

5.2 การเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ.....83

5.2.1 การออกแบบโครงข่ายรถโดยสารประจำทาง.....84

5.2.2 การเชื่อมต่อกับสถานีขนส่ง.....84

5.2.3 การเชื่อมต่อกับระบบรถไฟ.....85

5.3 รูปแบบของระบบ LRT และสถานีตลอดแนวเส้นทาง.....86

5.3.1 รูปแบบของยานพาหนะ ( Light rail vehicle : LRV ).....86

5.3.2 รูปแบบของสถานี LRT.....87

5.4 ทางเลือกในการบริหารจัดการระบบรถไฟฟ้าขนาดเบานครราชสีมา.....90

5.4.1 ทางเลือกที่ 1 บริหารจัดการโดยหน่วยงานส่วนกลาง.....90

5.4.2 ทางเลือกที่ 2 บริหารจัดการโดยองค์กรส่วนท้องถิ่น.....90

5.4.3 ทางเลือกที่ 3 บริหารจัดการโดยการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน.....92

บรรณานุกรม.....99

ประวัตินักวิจัย.....94

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาแยกตามกลุ่มประเทศยุโรป.....21
ตารางที่ 3-1 รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด.....31
ตารางที่ 3-2 ความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของรถโดยสารประจำทาง.....42
ตารางที่ 3-3 การจัดลำดับปัจจัยการให้บริการที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยการจัดลำดับ...49
คะแนนของกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ
ตารางที่ 3-4 การจัดลำดับปัจจัยการให้บริการที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยการจัดลำดับ...51
คะแนนของกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ
ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบการใช้งานสายเคเบิลชนิดต่างๆ.....71
ตารางที่ 5-1 คุณลักษณะของ Light rail vehicle.....86

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1-1 สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2538 และ พ.ศ. 2546 ..... 2
รูปที่ 1-2 ผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา ..... 5
รูปที่ 2-1 ลักษณะการใช้เขตทางประเภท A ของ LRT เมืองกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย ..... 9
รูปที่ 2-2 ลักษณะการใช้เขตทางประเภท B ของ LRT เมือง Houston, Texas, USA ..... 9
รูปที่ 2-3 ลักษณะการใช้เขตทางประเภท C ของ LRT ..... 10
รูปที่ 2-4 การเดินรถแบบชิดขอบถนน (Curbside) ..... 11
รูปที่ 2-5 การเดินรถแบบชิดเกาะกลาง (Median side) ..... 12
รูปที่ 2-6 การจัดช่องเดินรถแบบสวนทาง (Contra floe) ..... 12
รูปที่ 2-7 ขบวนรถ LRT แบบ Low Floor และรายละเอียดทางด้านเทคนิค ..... 14
รูปที่ 2-8 ลักษณะของ High Floor-Light Rail Vehicle ..... 15
รูปที่ 2-9 สภาพภายในของ LRT ..... 16
รูปที่ 2-10 เส้นทางเดินรถไฟฟ้าของกรุงเทพมหานครทั้ง 3 สาย ..... 19
รูปที่ 3-1 โครงข่ายถนนในเขตเทศบาลนครราชสีมา ..... 23
รูปที่ 3-2 ถนนในพื้นที่ศึกษา ..... 25
รูปที่ 3-3 โครงข่ายเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 1 นครราชสีมา ..... 27
รูปที่ 3-4 ลักษณะตัวอย่างของรถโดยสารประจำทาง หมวดที่ 1 ..... 28
รูปที่ 3-5 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมาแห่งที่ 1 ..... 29
รูปที่ 3-6 สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมาแห่งที่ 2 ..... 30
รูปที่ 3-7 สถานีนครราชสีมาและสถานีชุมทางถนนจิระ ..... 37
รูปที่ 3-8 ท่าอากาศยานนครราชสีมา ..... 39
รูปที่ 3-9 ความเร็วเฉลี่ยที่รถวิ่งของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา ..... 41
รูปที่ 3-10 ปริมาณผู้โดยสารของรถโดยสารประจำทางแต่ละสาย ..... 43
รูปที่ 3-11 ปริมาณผู้โดยสารขึ้นลงตลอดสายของรถโดยสารประจำทางแต่ละสาย ในแต่ละช่วงเวลา ..... 44
รูปที่ 3-12 ความหนาแน่นของรถโดยสารแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา ..... 45
รูปที่ 3-13 ระยะห่างในการปล่อยรถของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา ..... 46
รูปที่ 3-14 ความสม่ำเสมอในการปล่อยรถของรถโดยสารประจำทางแต่ละสาย ในแต่ละช่วงเวลา ..... 47

หน้า

รูปที่ 4-1 ลักษณะของเส้นทางเดินรถโดยสารสาธารณะ....55
รูปที่ 4-2 แสดงหน้าตัดของรางที่ใช้ในการส่งกระแสไฟฟ้า....60
รูปที่ 4-3 ลักษณะของการก่อสร้างระบบการจ่ายไฟฟ้าด้วยรางที่ 3....61
รูปที่ 4-4 การจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวรถ LRT ด้วยรางที่สาม....61
รูปที่ 4-5 ลักษณะของสถานีรับส่งผู้โดยสารระบบเปิด....62
รูปที่ 4-6 การออกแบบสถานีรับส่งผู้โดยสารรถไฟฟ้า LRT....63
รูปที่ 4-7 สภาพภายในของศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า....65
รูปที่ 4-8 สถานีรับส่งผู้โดยสารและป้ายแนะนำข้อมูลการเดินรถ....67
รูปที่ 5-1 โครงข่ายเส้นทางเดินรถ LRT สำหรับเมืองนครราชสีมา....80
รูปที่ 5-2 แบบจำลองโครงสร้างทางวิ่งยกระดับของ LRT นครราชสีมา....82
รูปที่ 5-3 การวางแนวเส้นทาง LRT บริเวณกึ่งกลางถนน....83
รูปที่ 5-4 การจ่ายไฟด้วยรางที่ 3 ให้กับ High floor-LRV....87
รูปที่ 5-5 สถานียกระดับแบบ Center Platform....88
รูปที่ 5-6 แบบจำลองของสถานีรับส่งผู้โดยสาร LRT....89

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

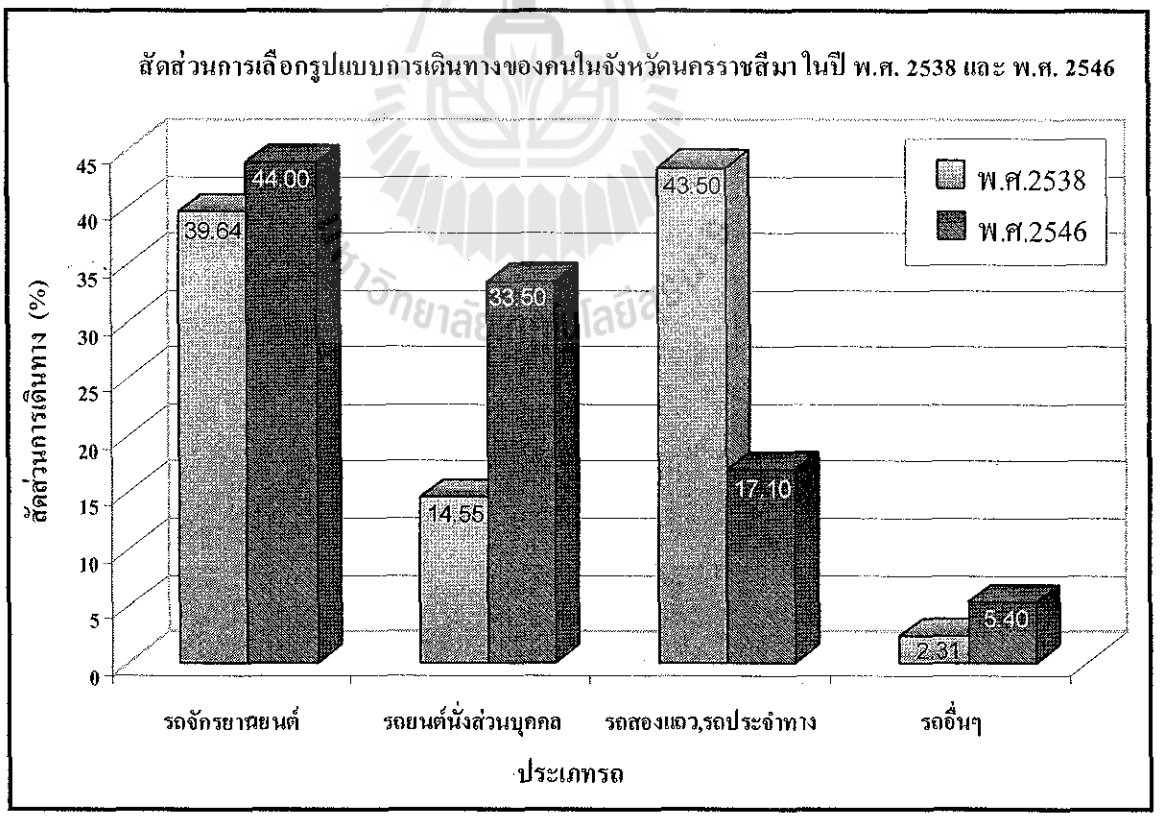
## 1.1 ความเป็นมา

ระบบขนส่งสาธารณะเป็นระบบที่มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับการขนส่งในเมืองขนาดใหญ่ ในการที่จะรองรับความต้องการในการเดินทางที่มาก ที่มักเกิดกับเมืองที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งหากมีการปล่อยให้การเดินทางของคนส่วนใหญ่ เดินทางด้วยรถส่วนตัวมากจะทำให้เกิดปัญหาที่หลากหลายตามมา เช่น ปัญหาสภาพการจราจรที่แออัดในเขตเมือง ปัญหาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่สิ้นเปลือง ปัญหาทางด้านมลพิษทั้งทางเสียงและทางอากาศ ซึ่งแต่ละปัญหาล้วนแต่เป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยาก และยังส่งผลต่อสภาพการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของเมืองโดยตรง ปัจจุบันเมืองใหญ่ในเขตภูมิภาคของประเทศไทยเริ่มมีความเจริญเติบโตมากขึ้น อันมีสาเหตุมาจากสภาพเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เกิดความต้องการในการเดินทางมากขึ้น ปัญหาการจราจรติดขัดในเมืองใหญ่จึงเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับการเดินทางของเมืองขนาดใหญ่ จากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนด้านการจราจรและขนส่งให้มีความเหมาะสม เพื่อเป็นมาตรการและแนวทางในการปฏิบัติให้สามารถป้องกันและแก้ไขสภาพการเดินทางในปัจจุบันและอนาคต

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก เนื่องจากเป็นจังหวัดเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีเส้นทางการคมนาคมต่างๆ มากมาย ทั้งทางบก และทางอากาศ ความเจริญด้านการคมนาคมขนส่งเหล่านี้ ทำให้เกิดการพัฒนาเมืองมากขึ้น และยังก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะปัญหาการจราจรติดขัดในชั่วโมงเร่งด่วนบริเวณเขตเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ และอาจจะมีปัญหาการจราจรติดขัดคล้ายกับกรุงเทพมหานครในอนาคตอันใกล้ หากไม่ได้รับการแก้ไขหรือวางแผนการเดินทางให้ดีขึ้น การเดินทางด้วยรถสาธารณะจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการเดินทางที่เป็นการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืนสามารถรองรับปริมาณการเดินทางที่มีจำนวนมากและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังป้องกันปัญหาการจราจรติดขัด ช่วยในการประหยัดพลังงาน และยังช่วยลดมลภาวะทางอากาศและเสียงได้

ระบบรถโดยสารประจำทางของจังหวัดนครราชสีมาเป็นอีกบริการหนึ่งของระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการอยู่ในจังหวัด ถึงแม้ว่าการให้บริการรถโดยสารประจำทางจะเป็นการให้บริการหลักของ

ระบบขนส่งสาธารณะในจังหวัดนครราชสีมาก็ตาม แต่การเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมามีแนวโน้มการเดินทางด้วยระบบรถโดยสารประจำทางที่ลดลง โดยจากผลการศึกษาของโครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งในจังหวัดนครราชสีมา ในปีพ.ศ. 2538 [1] และ พ.ศ. 2546 [2] ดังรูปที่ 1-1 พบว่าการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมามีแนวโน้มในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางลดลงถึง 26.4 % ในช่วงระยะเวลา 8 ปี ซึ่งส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มการเดินทางด้วยรถส่วนตัวเพิ่มมากขึ้น โดยมีการเดินทางด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมากขึ้น 18.95 % และมีการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์มากขึ้น 4.36 % จากลักษณะการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมาที่มีแนวโน้มการเดินทางด้วยระบบรถโดยสารประจำทางที่ลดลงนั้น อาจมีสาเหตุมาจากการให้บริการรถโดยสารประจำทางที่แย่ลง โดยจากการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าการให้บริการรถโดยสารประจำทางในเมืองขนาดใหญ่ส่วนมากมีปัญหาทางด้านประสิทธิภาพที่ต่ำ อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น รถโดยสารแน่นเกินไป เวลาที่ใช้ในการรอรถนานเกินไป การให้บริการที่ไม่น่าเชื่อถือ การมาของรถไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับการจำกัดโครงสร้างของราคาค่าโดยสารและการควบคุมเส้นทางการเดินรถประจำทาง ดังนั้นทำให้การดำเนินการขาดประสิทธิภาพ ไม่สามารถบริการได้ตามจำนวนที่คาดไว้ และไม่เป็นที่นิยมของประชาชนทั่วไป




**รูปที่ 1-1** สัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2538 และ พ.ศ. 2546

การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการของระบบขนส่งมวลชนจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขสภาพปัญหาจราจร และส่งเสริมให้มีการใช้ระบบขนส่งมวลชนเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบขนส่งมวลชนรางเบา (LRT: Light Rail Transit) เป็นระบบที่มีเทคนิคพิเศษที่ให้ความสะดวกสบายรวดเร็วกว่าระบบรถโดยสารประจำทางอยู่มาก สามารถขนถ่ายผู้โดยสารได้ทีละเป็นจำนวนมาก สามารถวิ่งได้ด้วยความเร็วสูง หากมีการกำหนดจุดรับส่งผู้โดยสารที่ดีจะยิ่งส่งผลดีขึ้นทั้งในด้านความรวดเร็วความสะดวกสบาย นอกจากนี้ระบบขนส่งมวลชนรางเบายังสามารถป้องกันปัญหาปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตเมืองได้ ที่พักอาศัยในเมืองจะมีสภาพแวดล้อมที่ดี ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น สามารถเดินทางได้สะดวกรวดเร็ว และประหยัดค่าโดยสารในการเดินทาง ดังนั้น การศึกษา การกำหนดแนวทางในการพัฒนาการให้บริการระบบขนส่งแบบรางเบาสำหรับเมืองนครราชสีมา ให้สามารถเชื่อมโยงระบบโครงข่ายเส้นทางรถไฟและระบบถนนเดิมได้ จึงมีความสำคัญควบคู่กับการขยายตัวของเมืองและเศรษฐกิจ โดยสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าของที่ดินและทรัพย์สินในพื้นที่ใกล้เคียงกับเส้นทาง LRT

การผสมผสานแผนการใช้ที่ดินในเมืองกับการพัฒนาระบบการจราจรและการขนส่งสาธารณะ โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดความสมดุลระหว่างแหล่งงานและที่อยู่อาศัยเพื่อลดความต้องการการเดินทางที่ไม่จำเป็น เป็นระบบที่สามารถกำหนดการพัฒนาที่ดิน โครงร่างของแผนการใช้ที่ดินและแผนการพัฒนาการขนส่งสาธารณะแบบผสมผสานซึ่งเน้นการขนส่งมวลชนรถรางไฟฟ้าขนาดเบานั้น ต้องให้แน่ใจว่าสามารถควบคุมการขยายตัวของเมืองได้ และต้องจัดให้มีโครงข่ายที่เหมาะสม และทันเวลาแก่ความต้องการในอนาคต ทั้งนี้ ต้องจัดให้มีองค์กรทางธุรกิจที่เป็นเอกภาพมารับผิดชอบและดำเนินการวางแผนการลงทุนและการเงินล่วงหน้า เพื่อให้นโยบายและแผนกลยุทธ์ประสบผลสำเร็จได้ในที่สุด โดยอาจมีการระดมทุนและความเชี่ยวชาญจากภาคเอกชน เพื่อการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนแบบรางเบา (Light Rail Transit: LRT) สำหรับเมืองนครราชสีมา เพื่อเป็นแนวทางของระบบขนส่งแบบยั่งยืน (Sustainable Transportation System) อันจะก่อให้เกิดผลต่อสังคม คือ

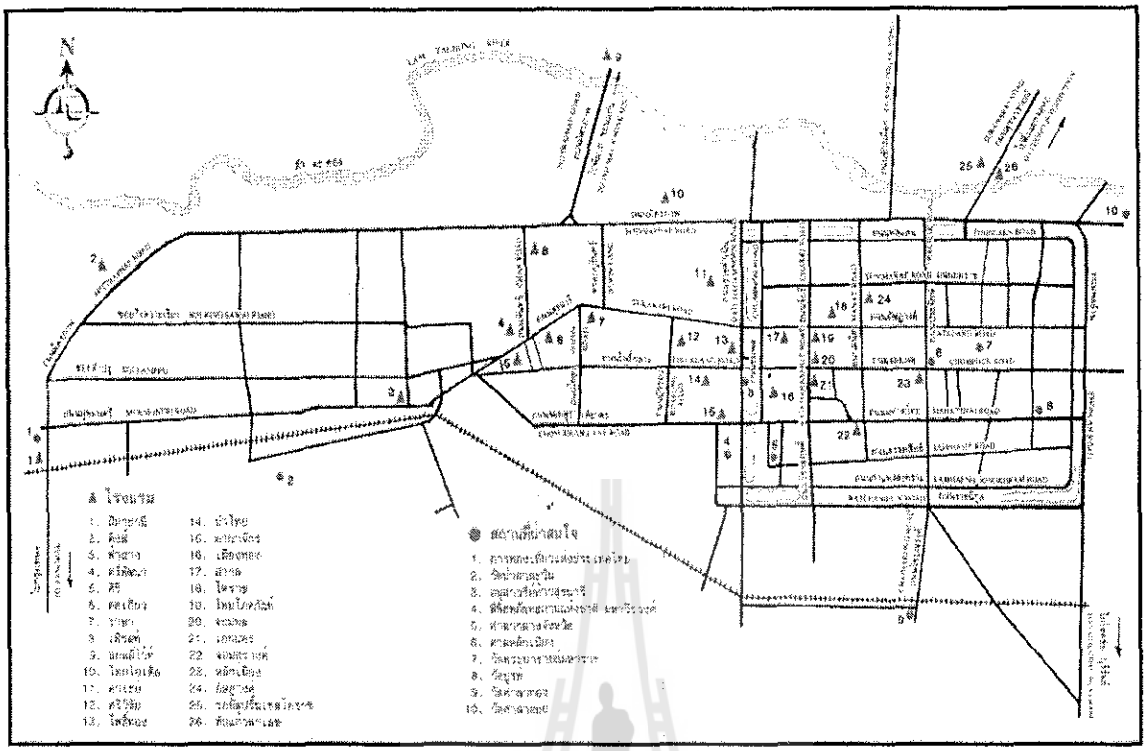
- เพื่อเป็นการให้บริการขนส่งมวลชน(Mass Transport) ที่มีความเสมอภาคของบุคคลในทุกระดับ
- เพื่อพัฒนาระบบการเชื่อมต่อรูปแบบการเดินทางขนส่งสาธารณะ (Intermodal Linkage)

- เพื่อสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงาน
- เพื่อให้ระบบการขนส่งมวลชนมีเขตทางเฉพาะ สามารถจัดการได้ง่าย
- เพื่อลดปัญหามลภาวะอากาศเป็นพิษและเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนที่ดีขึ้น
- เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการจราจรและการขนส่งแบบยั่งยืนโดยพัฒนาระบบการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การจัดทำโครงการวิจัยระบบขนส่งมวลชนด้วยรถรางไฟฟ้าขนาดเบาในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีขอบเขตการศึกษาครอบคลุม 5 ประเด็นหลัก คือ

- พื้นที่การศึกษาจะต้องครอบคลุมพื้นที่ผังเมืองรวมของเมืองนครราชสีมา (รูปที่ 1-2) และโครงข่ายของการเชื่อมต่อระบบการขนส่งสาธารณะ (Intermodal linkage) อันก่อให้เกิดปัญหาการจราจรจะต้องพิจารณาผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่เป็นบทบาทของเมือง
- การศึกษารายละเอียดเบื้องต้นของแผนการจัดการระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา(Light Rail Transit) ระยะสั้น เพื่อวิเคราะห์ ปรับปรุงระบบการเดินทางด้วยรถรางไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail Transit) ในแผนระยะยาวต่อไป โดยศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นถึงเทคโนโลยีทุกรูปแบบที่เกี่ยวข้อง
- จัดทำแผนงานด้านการเชื่อมต่อระหว่างรูปแบบการเดินทาง (Intermodal Linkage) จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์และหลักยุทธศาสตร์ในการปรับปรุงเสริมสร้างการให้บริการ เพื่อพัฒนาระบบขนส่งมวลชน (Mass Transport) ให้ยั่งยืน เช่น การเชื่อมต่อระบบการเดินทางรถรางไฟฟ้ากับระบบขนส่งสาธารณะต่าง ๆ
- เสนอยุทธศาสตร์หรือแนวทางในการนำแผนงานหรือโครงการจากผลการศึกษาเพื่อให้แผนงานหรือโครงการดังกล่าว สามารถนำไปสู่การปฏิบัติ และจะต้องพิจารณาศักยภาพทางด้านสังคม องค์กรด้านการเมือง และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการจราจรและขนส่ง หรือความสอดคล้องกับแบบหลักการขนส่งของชาติ เป็นต้น



**รูปที่ 1-2** ผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail Transit) รวมทั้งระบบอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ เช่น ระบบการจำหน่ายตั๋วโดยสารอัตโนมัติ ระบบควบคุมความเร็ว ระบบการห้ามล้อ และระบบขับเคลื่อน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละระบบ

1.4.2 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการขนส่งสาธารณะในจังหวัดนครราชสีมา โดยจัดทำแบบสำรวจและสอบถามข้อมูลการเดินทางของบุคคลถึงรูปแบบในการเดินทาง จำนวนเที่ยวในการเดินทางต่อวัน การวางแผนการเดินทาง จำนวนครั้งในการใช้บริการขนส่งสาธารณะ เป็นต้น

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำโครงการเบื้องต้น โดยการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าจะทำโครงการในรูปแบบใดจึงจะมีความเหมาะสมกับการเดินทางของคนในจังหวัดนครราชสีมา โดยพัฒนาเป็นทางเลือกที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีของระบบราง รวมทั้งออกแบบทางเลือกสำหรับเส้นทางของการขนส่งระบบรางเบื้องต้น

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- รัฐสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการจราจรและขนส่ง ในรูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะ โดยเน้นการส่งเสริมการใช้ระบบรางให้มากขึ้น ลดความสูญเปล่าทางเศรษฐกิจจากปัญหาการจราจรติดขัด ลดมลภาวะที่คุกคามคุณภาพชีวิตของผู้ใช้รถใช้ถนน
- เป็นแนวทางให้รัฐเพิ่มการลงทุนระบบโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะการวางแผนดำเนินโครงการ การสร้างสถานีระบบขนส่งสาธารณะให้มีความเชื่อมต่อกันอย่างเหมาะสม
- เป็นการสนับสนุนภาคเอกชนในการเพิ่มบทบาทการพัฒนาด้านการจราจรและการขนส่งให้มากขึ้น และเป็นผู้มีส่วนสำคัญ ทั้งด้านการลงทุน การบริหารงาน
- เป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดให้มีแผนแม่บทพัฒนาระบบการจราจรและการขนส่งระดับจังหวัด ให้สอดคล้องกับการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า โดยสอดคล้องกับแผนการพัฒนาเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 2
# ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา

## 2.1 LRT คืออะไร

ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail Transit: LRT) ชื่อนี้ถูกกำหนดขึ้นโดย U.S. Urban Mass Transit Association (UMTA) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 เพื่อใช้เรียกยานพาหนะประเภทใหม่ที่ให้บริการในเขตเมืองในยุโรปและอเมริกา โดยคำว่า Light Rail นั้นใช้แทนการบรรทุกขนาดเบา ซึ่งหมายถึงจำนวนผู้โดยสารที่น้อยต่อเที่ยว และความเร็วในการให้บริการสูงกว่าระบบ Heavy Rail หรือระบบรถไฟในอดีต รวมทั้งการก่อสร้างก็ใช้งบประมาณในการลงทุนที่ถูกกว่าระบบรถไฟขนาดหนัก โดยการพัฒนาระบบ LRT จะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าและวิ่งบนรางเหล็ก มีตั้งแต่รางบนท้องถนน (Streetcar) ซึ่งวิ่งตามรางบนถนนร่วมกับรถยนต์ และรถประจำทาง หรือบางครั้งอาจจัดให้วิ่งบนเขตทางของตนเองโดยเฉพาะ ผู้โดยสารสามารถขึ้นใช้ได้ทั้งจากริมฝั่งถนนหรือจากชานชาลา (Low-level platform) ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารต่อเที่ยวของระบบ LRT นั้นจะน้อยกว่าระบบรถไฟขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ ตัวขบวนรถ LRT จะมีความคล้ายคลึงกับระบบรถรางในปัจจุบันแต่ตัวขบวนรถจะมีความสวยงามในการดึงดูดใจผู้ใช้มากกว่า

ในอดีต Transport Research Board ได้ให้ความหมายของ LRT ไว้ในปี ค.ศ.1976 ว่าคือ รูปแบบการขนส่งสาธารณะในเมืองซึ่งมีประสิทธิภาพสูง มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยอำนวยความสะดวกให้กับผู้โดยสาร ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า ไม่มีเขตทางแยกอิสระออกเป็นของตัวเองโดยจะวิ่งไปกับการจราจรบนท้องถนน แต่จะมีบางส่วนที่แยกออกจากการจราจรบนถนน มีความสามารถในการรองรับผู้โดยสารได้จำนวนมาก และมีราคาค่าบริการที่สูงกว่าระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบอื่น

## 2.2 การจำแนกคุณลักษณะของ LRT

ในปัจจุบันรูปแบบทั่วไปของระบบ LRT จะเป็นระบบที่ใช้รถไฟฟ้าที่มีการบูรณาการใช้พื้นที่ถนนที่มีอยู่ โดยจะทำการแยกช่องทางเดินรถ LRT เพื่อความคล่องตัวให้กับรถ LRT มีสถานีรถ LRT เฉพาะสำหรับให้ผู้โดยสารที่ใช้ขึ้น-ลงรถ มีการตรวจและควบคุมการเดินรถจากส่วนกลาง เพื่อรักษามาตรฐานและความตรงเวลาของรถในการเข้าถึงสถานี จะสังเกตว่าความแตกต่างของเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการขนส่งนั้นสามารถแบ่งแยกย่อยออกไปอีกได้มาก

การศึกษานี้จะแบ่งคุณลักษณะของระบบ LRT ได้ออกเป็น 3 ลักษณะคือ (1) คุณลักษณะการใช้เขตทาง (2) คุณลักษณะทางเทคโนโลยี (3) คุณลักษณะทางด้านการบริการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

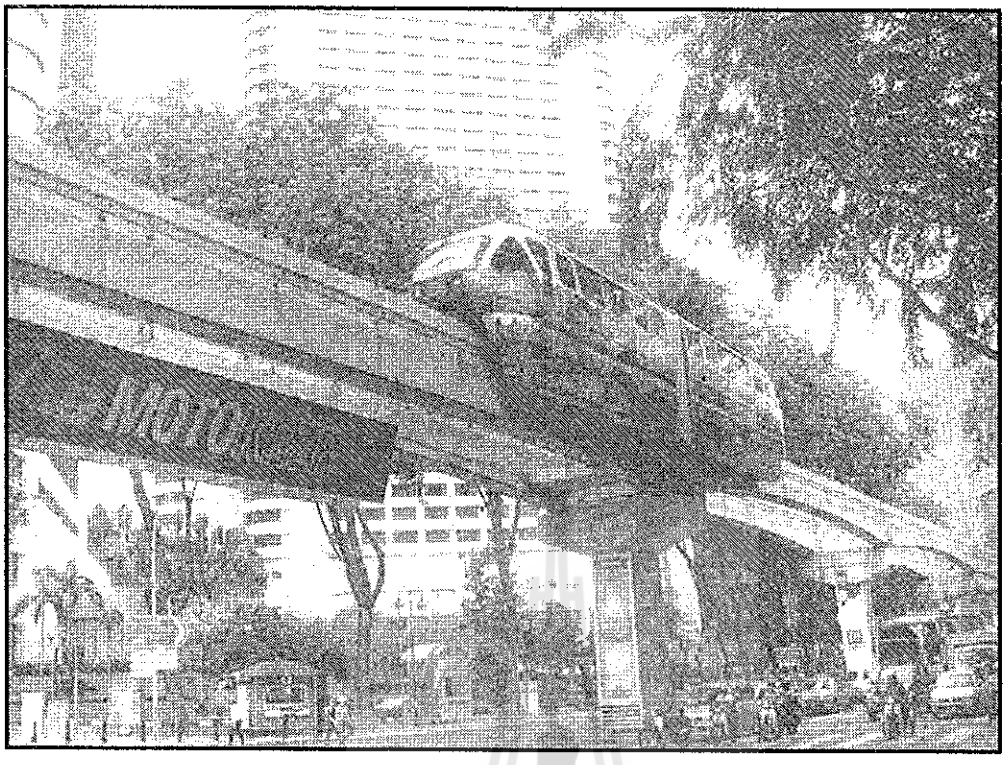
**2.2.1 คุณลักษณะการใช้เขตทาง**

เขตทาง (Right of Way: ROW) สำหรับระบบ LRT ในที่นี้หมายถึง พื้นที่ ที่เตรียมไว้สำหรับการให้บริการของ LRT โดยทั่วไปแล้วจะมีความกว้างพอเพียงสำหรับก่อสร้างราง และพื้นที่ซึ่งเผื่อไว้ในการที่จะทำการขยายรางในอนาคต มีระบบป้องกันอุบัติเหตุ สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้โดยสาร สถานีหยุดรับส่ง อุปกรณ์สัญญาณไฟในการควบคุมการจราจรให้ LRT สามารถเคลื่อนตัวไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เราสามารถแบ่งลักษณะการใช้เขตทางของ LRT ตามเกณฑ์การแบ่งประเภทของการขนส่งสาธารณะของ Vuchic [3] ดังนี้

- ประเภท A คือ การที่ระบบ LRT มีเขตทางแยกออกจากการจราจรอื่น ๆ อย่างเด็ดขาด จะมีการสร้างทางต่างระดับ หรือแยกเขตทางเพื่อทำให้ไม่มีการตัดกันของการจราจร ซึ่งใช้คำว่า Grade-Separated หรือ Exclusive

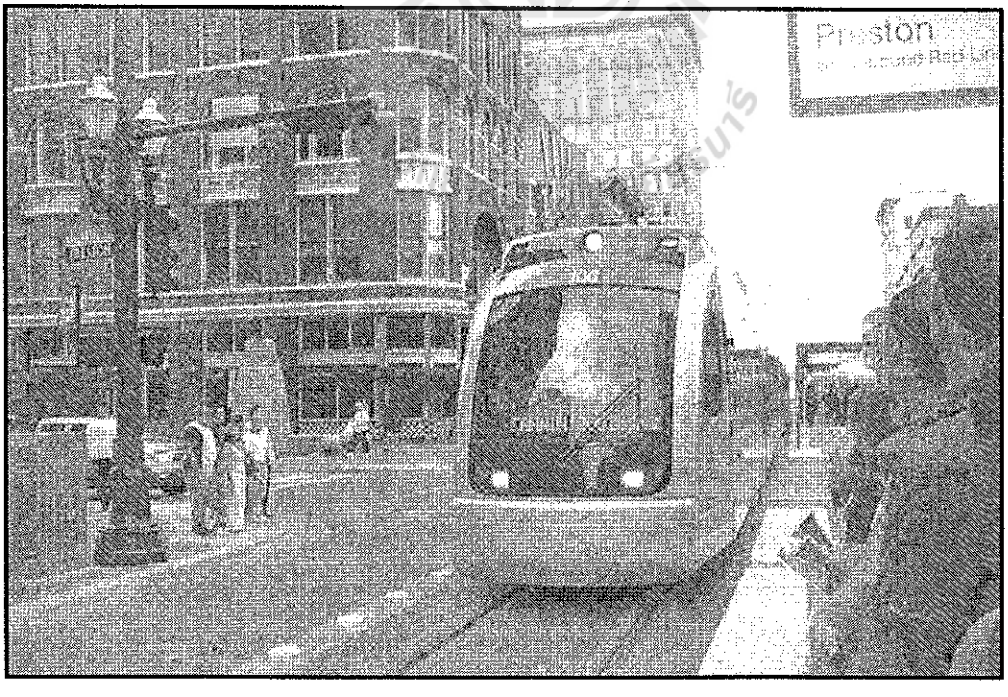
- ประเภท B คือ การที่ระบบ LRT มีเขตทางแยกออกจากการจราจรอื่น ๆ ตามแนวเส้นทางโดยใช้วิธีการแบ่งทางกายภาพ เช่น การทำขอบทาง ซึ่งบางช่วงอาจมีการตัดกันของกระแสจราจร ที่ทางแยกหรือโดยคนเดินเท้า

- ประเภท C คือ การที่ระบบ LRT ไม่มีเขตทางเฉพาะของตน โดย LRT จะเคลื่อนตัวปะปนไปกับกระแสจราจรอื่น ๆ หรือใช้พื้นที่ถนนร่วมกับยานพาหนะอื่นๆ บางครั้งอาจมีข้อยกเว้นที่มีการกำหนดช่องทางสำหรับ LRT โดยเฉพาะหรือการจัดสัญญาณไฟให้เฉพาะ



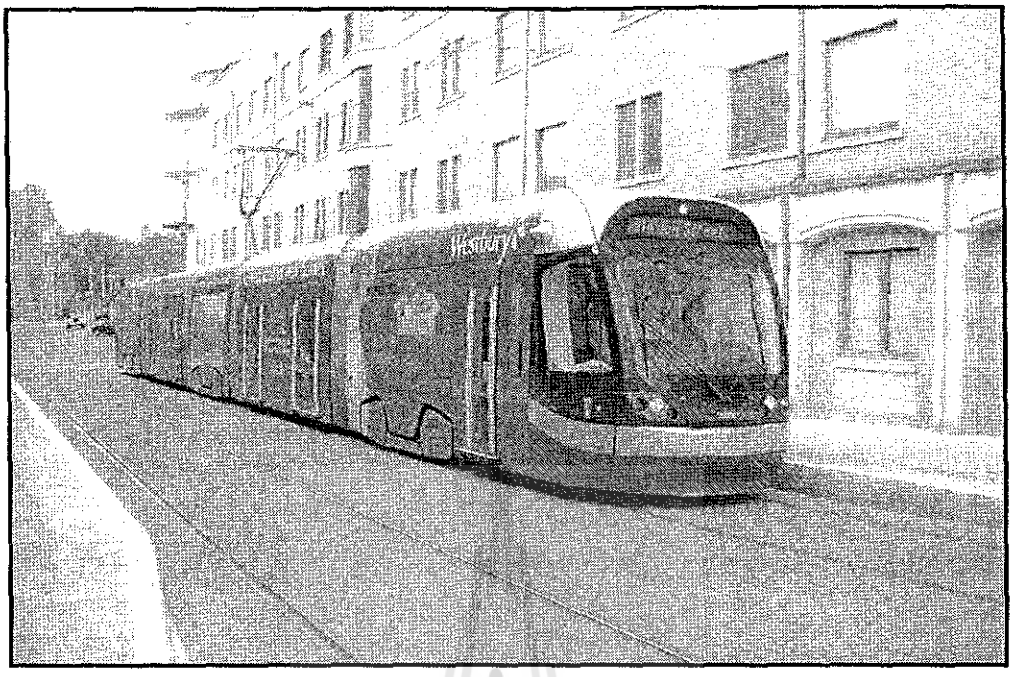
**รูปที่ 2-1** ลักษณะการใช้เขตทางประเภท A ของ LRT เมืองกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย

ที่มา: http://www.twip.org/diaporama-th-8919-1-light-rail-transit.html




**รูปที่ 2-2** ลักษณะการใช้เขตทางประเภท B ของ LRT เมือง Houston, Texas, USA

ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:MetroRail.jpg



**รูปที่ 2-3** ลักษณะการใช้เขตทางประเภท C ของ LRT

ที่มา: http://stephenrees.files.wordpress.com/2006/09/net_209_at_trent_university_14ap04.jpg

### 2.2.2 คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

ระบบ LRT เป็นการขนส่งระบบราง มีลักษณะเทคนิคที่เป็นลักษณะพิเศษ 3 ประการ คือ

**1) ช่องทางเดินรถ (LRT lane or LRT way)**

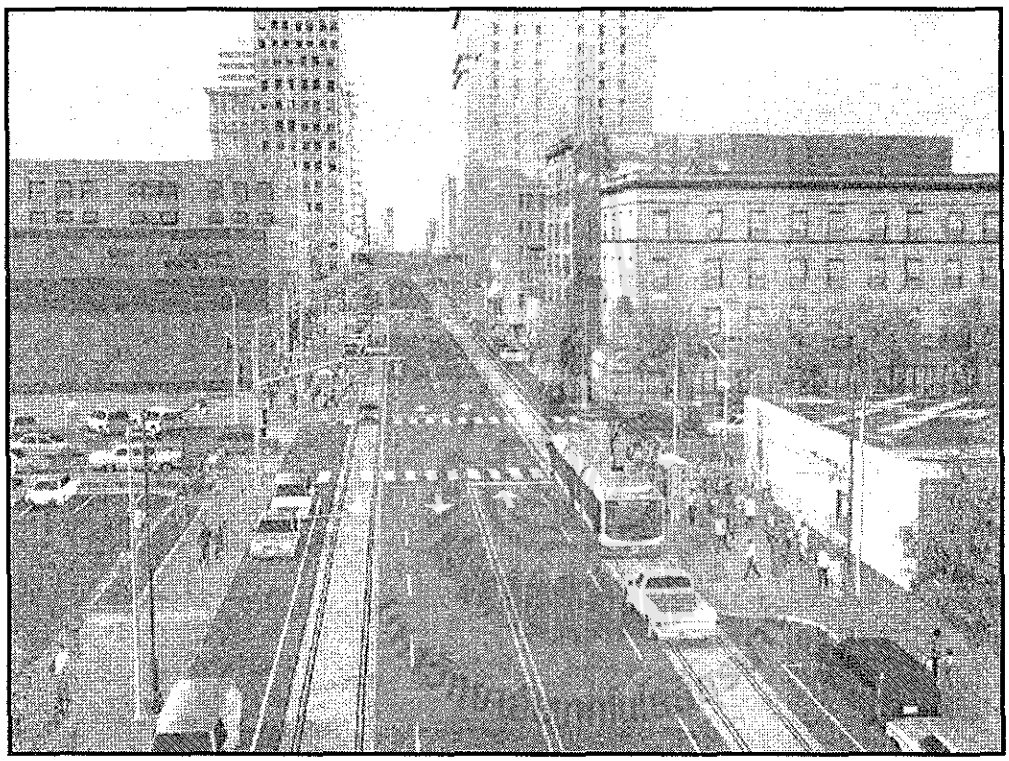
ช่องทางเดินรถ LRT เป็นช่องทางที่รถชนิดอื่นไม่สามารถใช้ช่องทางนี้ได้ ส่งผลให้รถ LRT สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วเนื่องจากไม่ถูกรบกวนจากการจราจรประเภทอื่น ซึ่งการจัดช่องทางเดินรถมี 3 แบบ คือ

- ช่องทางเดินรถแบบชิดขอบถนน (Curbside) ข้อดี คือ มีความสะดวกเพราะความสามารถหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารในช่องจราจรนั้น แต่จะมีผลกระทบต่อการเข้า-ออกของประชาชนรอบเส้นทางเดินรถ

- ช่องทางเดินรถแบบชิดเกาะกลาง (Median side) เป็นช่องทางวิ่งที่ชิดเกาะกลางถนน มีจุดเด่น คือ สามารถเดินรถได้โดยไม่รบกวนจากการจัดให้มีทางเข้า-ออกของการจราจรข้างทาง แต่ต้องจัดทางเดิน เกาะกลาง สะพานลอยและชานชาลาให้มี

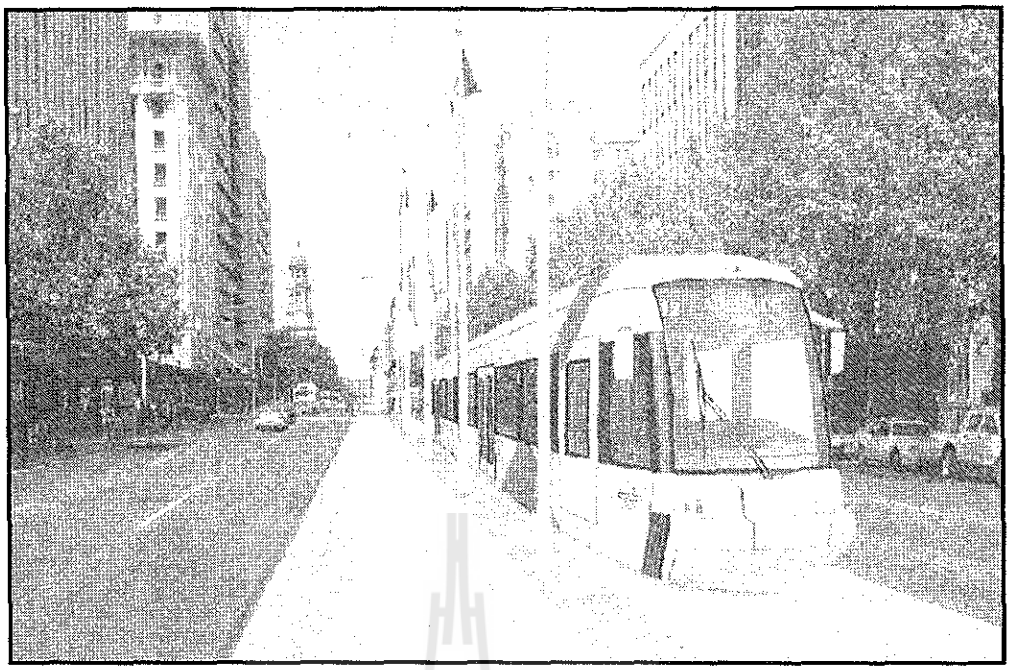
ความปลอดภัยเพียงพอและต้องมีระบบความปลอดภัยสำหรับผู้โดยสารในการข้ามถนนเข้า-ออกสถานี

- การจัดช่องเดินรถแบบสวนทาง (Contra flow) ส่วนใหญ่เป็นการจัดการเดินรถบนถนนที่มีการจราจรปกติคับคั่งและมีลักษณะทางกายภาพของถนนที่ดับแคบ มีพื้นที่จำกัด การจัดช่องทางแบบนี้ต้องจัดให้มีจุดสับทางของรถ LRT และมีระบบคอยสับทางให้รถวิ่งสวนกัน



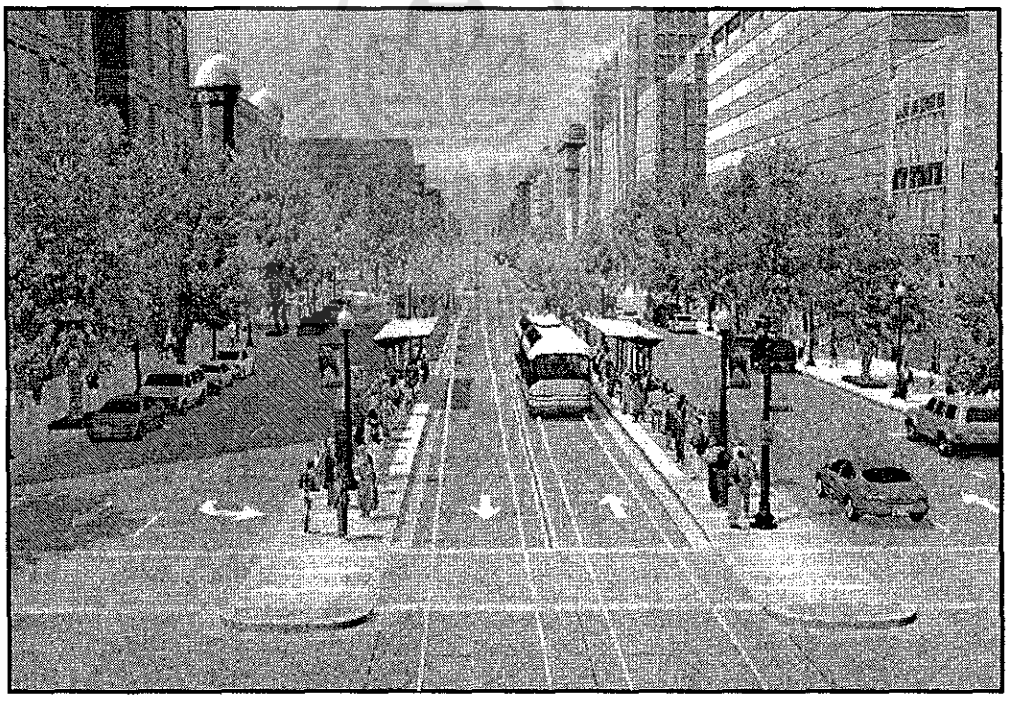
**รูปที่ 2- 4** การเดินรถแบบชิดขอบถนน (Curbside)

ที่มา: http://www.nc3d.com/gallery/spokane/164_Riverside



**รูปที่ 2- 5** การเดินรถแบบชิดเกาะกลาง (Median side)

ที่มา: http://www.lightrailnow.org/news/n_ade_2005-01.htm



**รูปที่ 2-6** การจัดช่องเดินรถแบบสวนทาง (Contra floe)

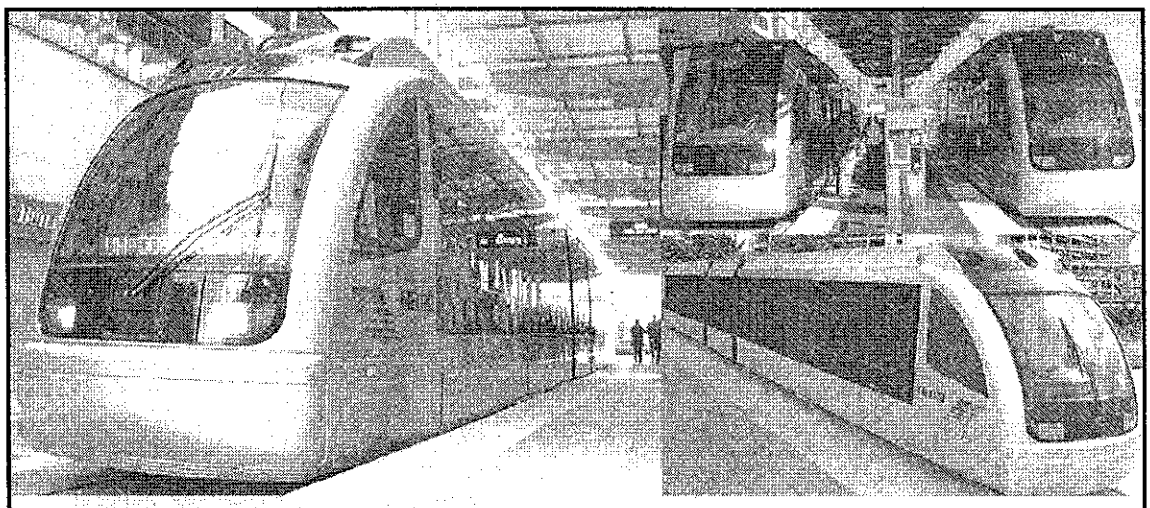
ที่มา: http://www.nc3d.com/gallery/KStreet/nc3d_Kst_1

**2) ลักษณะยานพาหนะ (Vehicle Characteristic)**

ในปัจจุบันขนาดและน้ำหนักของตัวยานพาหนะนั้นมีมาก ขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละเมือง ซึ่งแตกต่างกันทั้งระบบการจ่ายพลังงานโดยจะแบ่งออกเป็นการจ่ายพลังงานด้วยรางที่สามภาคพื้นดิน หรือจะจ่ายโดยสายเคเบิ้ลด้านบน (Overhang) ตัวยานพาหนะเป็นแบบพื้นต่ำ (Low floor LRT) ดังรูปที่ 2-7 หรือ แบบยกพื้นสูง (High floor) ดังรูปที่ 2-8 หรือแม้กระทั่งการออกแบบทางเรขาคณิตของระบบ LRT รัศมีวงเลี้ยวของเส้นทาง LRT จะเป็นตัวกำหนดความกว้างและความยาวของยานพาหนะ LRT ซึ่งปัจจุบันยานพาหนะ Low floor-LRT ที่ได้รับการออกแบบให้มีรัศมีวงเลี้ยวน้อยที่สุดคือ 14.5 เมตร ซึ่งเป็นของ Brussels Bombardier Flexity [4] และในอนาคตสหรัฐอเมริกาจะพัฒนาเพื่อให้ยานพาหนะ LRT นั้นมีวงเลี้ยวที่น้อยที่สุดเพียง 10.8 เมตร หรือ 35.4 ฟุต

โดยมาก LRT มักมีขนาดของยานพาหนะเล็กกว่ายานพาหนะของ HRT ตัวอย่าง ขนาดยานพาหนะของ LRT ที่ใช้กันอยู่ในบอสตัน และซานฟานซิสโกมีความสูง 10 ฟุต และเพิ่มอีก 1-2 ฟุต สำหรับประเภทที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าจากสายเคเบิลทางด้านบน มีความยาว 72 ฟุต ความกว้าง 8.5 ฟุต โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ผู้โดยสารสามารถยืนหรือเดินอยู่ตรงรอยต่อได้อย่างปลอดภัย ตู้โดยสารจัดระบบการนั่งหรือยืนตามระยะทางการเดินทาง โดยตู้แบบมีที่สำหรับยืนมากจัดไว้สำหรับการเดินทางในระยะสั้น และอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วน ตู้ที่มีพื้นที่สำหรับนั่งมาก จัดไว้สำหรับการเดินทางที่มีระยะไกล ภายในติดระบบปรับอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศใช้ระบบพลังงานแยกออกจากระบบขับเคลื่อน จึงไม่เป็นปัญหากระทบต่อระบบการขับเคลื่อน ในอนาคตยานยานพาหนะของ LRT จะถูกพัฒนาให้มีลักษณะ Low floor เพื่อให้สะดวกต่อการใช้บริการของผู้โดยสาร ซึ่ง Transport Research Board [3] ได้ทำการศึกษาถึงมาตรฐานในการออกแบบ และได้รวบรวมบริษัทผู้พัฒนาและออกแบบยานพาหนะประเภท Low Floor Light Rail Vehicle (LFLRV) มีรายชื่อดังนี้

- ALSTOM
- KINKI SHARYO
- ANSALDOBREDA
- BOMBARDIER
- SIEMENS



**Performance and Capacity**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Maximum operational speed (up to): | 66 | mph | 106 | km/h |
| Maximum safe speed (up to): | 71.5 | mph | 115 | km/h |
| Initial service acceleration: | 3.0 | mphps | 1.34 | $m/s^2$ |
| Initial service deceleration: | 3.0 | mphps | 1.34 | $m/s^2$ |
| Emergency braking rate: | 4.9 | mphps | 2.2 | $m/s^2$ |
| Passenger capacity: | 72 | seated or | | |
| | 64 | seated with 4 wheelchair spaces | | |
| | 148 | standing (AW3) | | |
| Maximum operational gradient: | 7% | | | |
| Motor power rating: | 130 | kW | 174 | hp |
| Catenary supply voltage: | 750 | Vdc | | |

**Vehicle Dimensions and Weight**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Length over coupler: | 96.36 | ft | 29.37 | m |
| Width: | 8.7 | ft | 2650 | mm |
| Height without pantograph: | 12.07 | ft | 3680 | mm |
| Vehicle empty weight: | 98,500 | lbs. (AWO) | 44 | t |
| High floor section above TOR: (with 1 step plus slight ramp) | 26.3 | in | 669 | mm |
| Low floor section above TOR: | 14 | in | 356 | mm |
| Minimum turning radius: | 82 | ft horizontal curve | 25 | m |
| | 820 | ft vertical curve, crest | 250 | m |
| | 1150 | ft vertical curve, sag | 350 | m |
| Track gauge: | 4.71 | ft | 1435 | mm |
| Wheel base: | 6.23 | ft | 1900 | mm |

**รูปที่ 2-7** ขบวนรถ LRT แบบ Low Floor และรายละเอียดทางด้านเทคนิค

รูปที่ 2-7 เป็นขบวนรถ LRT ของเมือง Houston, Texas สหรัฐอเมริกา ซึ่งได้รับการออกแบบโดย Siemens Transportation Systems Inc. ขบวนรถถูกออกแบบให้เป็น Low Floor –Articulated Light Rail ตู้โดยสารสามารถรองรับผู้โดยสารได้ 72 คน (นั่ง) ถึง 148 คน (ยืน)ต่อตู้ ใช้พลังงานในการ

ขับเคลื่อน 750 Volt-DC มีความกว้างของตู้ 2,650 มิลลิเมตร ความยาวตลอดขบวน 29.37 เมตร รัศมีวงเลี้ยวน้อยสุดในแนวราบ 25 เมตร และวิ่งบนโค้งแนวดิ่งที่มีค่าความชันสูงสุด 7% ใช้รางขนาดกว้าง 1,435 มิลลิเมตร

**รูปที่ 2-8** ลักษณะของ High Floor- Light Rail Vehicle
ที่มา: http://www.dart.org

ส่วนรูปที่ 2-8 เป็นตัวอย่างของลักษณะขบวนรถ LRT แบบ High Floor ซึ่งมีข้อแตกต่างทางกายภาพในส่วนของความสูงของพื้นรถกับพื้นชานชาลา ในการใช้บริการผู้โดยสารจำเป็นจะต้องก้าวเท้ายกสูงขึ้น ขณะจะเข้าสู่ขบวนรถ และจะมีความลำบากเป็นอย่างยิ่งกรณีที่ผู้โดยสารสูงอายุ หรือผู้พิการที่ต้องใช้รถเข็น ซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหยุดรับส่งผู้โดยสาร ณ สถานี

การออกแบบภายในของยานพาหนะ LRT จะเน้นเพื่อยกระดับคุณภาพการให้บริการ ความสะดวกสบายที่ผู้โดยสารจะได้รับ ภายในติดตั้งระบบปรับอากาศ ที่นั่ง ความโปร่ง รวมทั้งการเปิดปิดประตูรถ การเข้าออกของผู้โดยสาร รูปที่ 2-9 เป็นลักษณะภายในของตัวรถ LRT ที่ได้รับการออกแบบให้มีความทันสมัย ความแตกต่างระหว่าง LRT และระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ ที่เห็นได้ชัด

คือ ความโอ่โถงภายในตัวยานพาหนะ และมุมมองภายนอกที่ผู้โดยสารสามารถมองผ่านกระจกขนาดใหญ่ของตัวรถ

**รูปที่ 2-9** สภาพภายในของ LRT

ที่มา: http://www.forum.skyscraperpage.com

**3) ระบบควบคุมการดำเนินการ (Operation Control)**

ระบบที่ใช้ในการควบคุมการเดินรถของระบบ LRT จัดเป็นระบบควบคุมที่ทันสมัยที่เรียกว่าระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System, ITS) ซึ่งสามารถควบคุมเวลาการเดินรถ ตำแหน่งรถและทราบถึงเวลามาถึงสถานีของรถได้โดยมีศูนย์ควบคุมกลางเป็นหน่วยควบคุมระบบต่างๆ อันประกอบด้วย

- ระบบติดตามตำแหน่งตัวรถ
- ระบบการให้สิทธิ์พิเศษสัญญาณไฟ LRT (LRT Signal Priority)
- ระบบป้ายหยุดรถโดยสารอัจฉริยะและระบบข้อมูลสำหรับโดยสาร
- ระบบการสื่อสารทางเสียงและข้อมูลระหว่างรถกับศูนย์ควบคุมกลาง
- ระบบรักษาความปลอดภัยที่สถานี
- ระบบสื่อสารกลาง

**2.2.2 คุณลักษณะการใช้งาน**

ระบบ LRT เป็นระบบขนส่งมวลชนที่มีความยืดหยุ่นสูงต่อการปรับเปลี่ยนความจุของผู้โดยสาร ให้สามารถรองรับความต้องการเดินทางได้ง่าย ซึ่งเป็นคุณลักษณะเด่นของระบบ อีกทั้งยังสามารถทราบเวลาเข้าออกสถานีที่แน่นอน โดยสามารถแบ่งคุณลักษณะด้านการใช้งานเป็น 4 ส่วน ได้แก่

**1) การบริการ**

การให้บริการของระบบ LRT จะเน้นไปทางการให้บริการในเขตชุมชนเมืองเป็นส่วนใหญ่ ระยะห่างระหว่างสถานีจะสั้น แต่สำหรับในบางพื้นที่ การเข้าถึงอาจจะไม่เพียงพอต้องพึ่งระบบขนส่งมวลชนอื่น ๆ เช่น รถโดยสารประจำทางเป็นตัวป้อนผู้โดยสารเข้าสู่ระบบ หากระบบ LRT มีลักษณะการใช้เขตทางประเภท B จะมีความเร็วในการให้บริการที่ต่ำกว่าเขตทางประเภท A

ความเร็วสูงสุดของ LRT อยู่ช่วง 60-90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่ความเร็วเฉลี่ยนั้นจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของสถานีและประเภทของเขตทางด้วย ซึ่งส่วนมากความเร็วเฉลี่ยในการให้บริการในเขตเมืองจะอยู่ที่ 15 – 22.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในด้านของอัตราเร่งของ LRT นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 3.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมงต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าของอัตราเร่งที่ทำให้ผู้โดยสารที่ยืนไม่รู้สึกเหนื่อยต่อการฝืนมากเกินไป

**2) ความจุในการขนส่ง**

ระบบ LRT สามารถขนส่งผู้โดยสารได้ในระดับ 5,000 ถึง 10,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง และหากวิ่งบนทางยกระดับหรือใช้ระบบ 2 ช่องทางวิ่ง สามารถเพิ่มความจุได้จนถึง 20,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง หาก LRT ที่มีความยาวตู้ 72 ฟุต สามารถรองรับผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนได้ถึง 180 คน ข้อดีของระบบ LRT คือสามารถลดจำนวนหรือเพิ่มจำนวนตู้โดยสารได้ หรือใช้การปรับ Headway ระหว่างรถแต่ละขบวน รวมทั้งการวิ่งบนรางของ LRT ทำให้การควบคุมทำได้ง่ายจึงมีความเชื่อมั่นได้มากกว่าในด้านตารางเวลาการเข้าและออกจากสถานี ความล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างที่สถานีและป้ายหยุด ความล่าช้าที่เกิดขึ้นเฉลี่ยต่อผู้โดยสารของ LRT จะมีน้อยกว่าระบบรถโดยสารประจำทาง ทั้งนี้เนื่องจากความกว้างและจำนวนประตูทางขึ้นลงของ LRT ที่มีขนาดกว้าง และมากกว่ารถโดยสารประจำทาง

**3) ด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย**

เนื่องจากการระบบ LRT ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน ทำให้ลดปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมไปได้มาก มลพิษทางเสียงที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างจะน้อย ซึ่งในระยะห่าง

จากแนวเส้นทางของ LRT ที่ให้บริการด้วยความเร็วประมาณ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะ 5 เมตร สามารถวัดระดับความเข้มเสียงได้ 75 dB(A) ส่วนผลกระทบด้านทัศนียภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบการจ่ายไฟฟ้าแบบผ่านทางสายเคเบิลด้านบนอาจเกิดขึ้นในบริเวณเมืองหรือพื้นที่ที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ สำหรับเรื่องความปลอดภัยระบบ LRT ต้องการพื้นที่กว้างอย่างน้อย 2.5 เมตร สำหรับตัวขบวนรถที่มีความกว้าง 2.2 เมตร หรืออย่างน้อย 6.5 เมตรสำหรับรถที่มีความกว้าง 2.65 เมตร วิ่งสวนกัน ซึ่งจะกินพื้นที่ผิวการจราจรบนถนนไป 2 ช่องจราจร

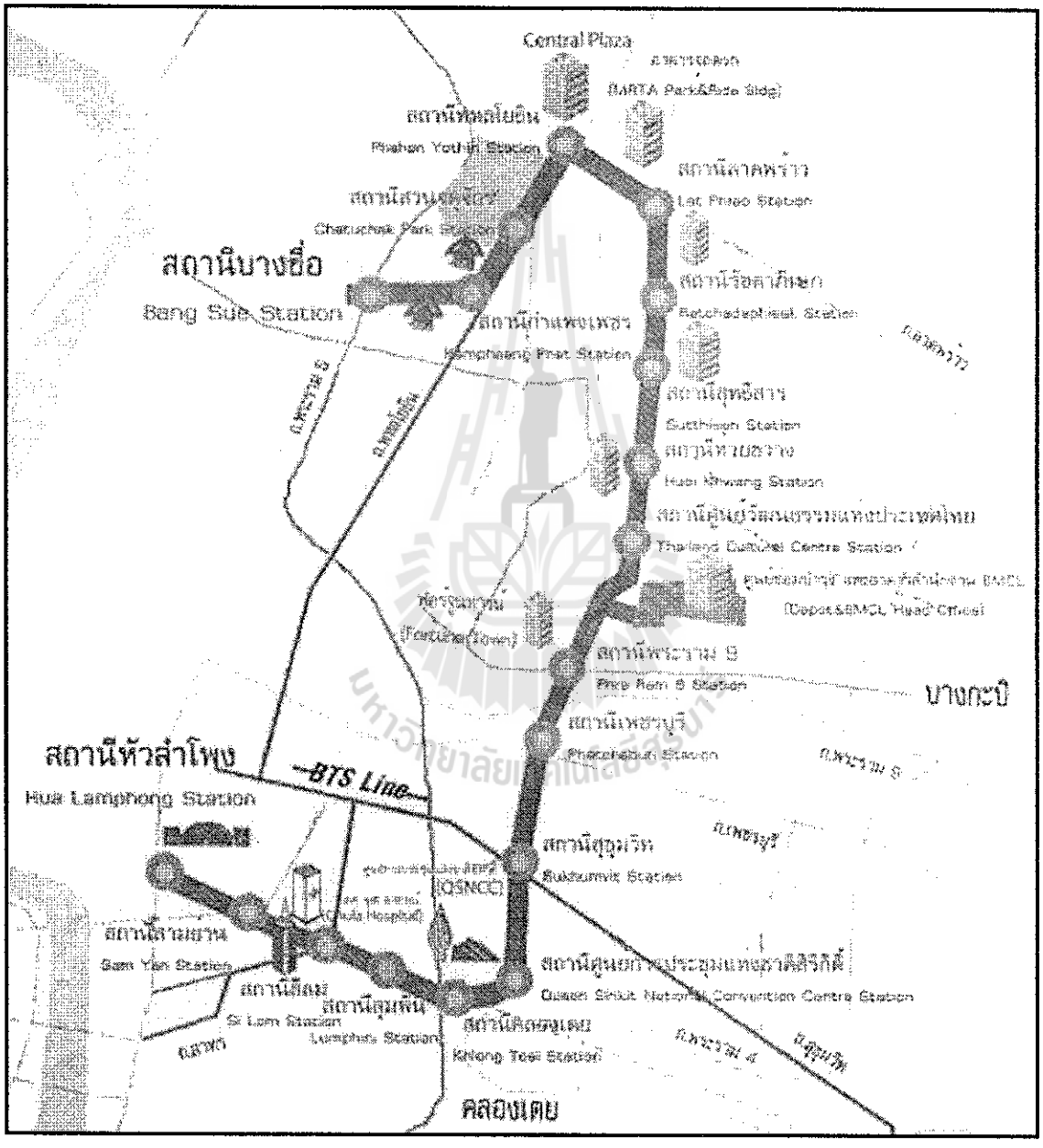
ระบบควบคุมสำหรับ LRT นั้นส่วนใหญ่จะใช้คนในการควบคุม เพื่อความปลอดภัยเมื่อมีสิ่งกีดขวางอย่างกะทันหัน อย่างเช่นอยู่ในช่วงวิ่งรวมกับรถยนต์บนท้องถนน แต่จะมีสัญญาณไฟช่วยในการควบคุม โดยสัญญาณไฟจะมีประโยชน์เพื่อการควบคุม เพื่อความปลอดภัย และเพื่อกำหนดความสำคัญในระบบการจราจร สัญญาณไฟจะช่วยบอกให้พนักงานทราบว่าสถานการณ์ข้างหน้าเป็นอย่างไร เพื่อบังคับรถได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในอุโมงค์ซึ่งผู้ขับไม่สามารถมองเห็นข้างหน้าได้อย่างสะดวกนัก สัญญาณไฟจะควบคุมโดยศูนย์กลางการควบคุมซึ่งควบคุมเส้นทางเดินรถทั้งระบบ ในบางแห่งระบบควบคุมที่ติดตั้งบนรถจะชะลอความเร็วของรถลงโดยอัตโนมัติ ถ้ารถวิ่งด้วยความเร็วที่เกินกำหนด สัญญาณไฟในระบบการจราจรของ LRT จะมีเฉพาะในช่วงที่รถวิ่งรวมอยู่กับการจราจรในถนน เช่น จุดที่ต้องตัดกันกับทางวิ่งของรถยนต์ เพื่อให้สิทธิ์ (Priority) แก่รถราง สัญญาณไฟจะช่วยหยุดรถยนต์ที่วิ่งตัดเพื่อเปิดทางให้ LRT ผ่านไปได้ก่อน

เทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้ระบบควบคุมบนถนนสามารถบังคับรถให้วิ่ง และหยุดที่สถานีเพื่อรับส่งผู้โดยสารได้เอง โดยควบคุมจากศูนย์กลาง ซึ่งทำให้การควบคุมระบบเส้นทางทั้งหมดทำได้ง่ายขึ้นและปลอดภัยมากขึ้น แต่การใช้คนควบคุมดูแลบนรถก็ยังคงจำเป็น เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากเหตุการณ์กะทันหัน

**4) ลักษณะของการลงทุน**

การลงทุนของระบบขนส่งมวลชนรูปแบบ Light Rail Transit โดยมากรัฐจะเป็นผู้ลงทุนและเป็นผู้ดำเนินการ แต่ก็มีบางประเทศที่เปิดโอกาสให้ภาคเอกชนนั้นเป็นผู้ลงทุนและดำเนินการโดยรัฐเป็นผู้ให้สัมปทานเส้นทาง สำหรับประเทศไทยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่ให้บริการในกรุงเทพมหานคร ก็มีทั้งรัฐเป็นผู้ลงทุนในด้านโครงสร้างและระบบสาธารณูปโภค และเปิดให้ผู้ดำเนินการภาคเอกชนลงทุนในส่วนของระบบรถไฟฟ้า เช่น โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน) ซึ่งบริษัทรถไฟฟ้ากรุงเทพจำกัด (BMCL) เป็นผู้ได้รับสัมปทาน ด้วยระยะเวลา 25 ปี นับจากวันเปิดให้บริการ และการลงทุนที่มีบริษัทเอกชนเป็นผู้รับสัมปทานในการ

สร้างและจัดการเดินรถไฟฟ้าเพียงผู้เดียว เช่น โครงการรถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา หรือนิยมเรียกกันว่า รถไฟฟ้า BTS ซึ่งมีบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ได้รับสัมปทานเส้นทาง 2 สาย คือ สายสุขุมวิท (สีเขียวอ่อน) และสายสีลม (สีเขียว) ซึ่งมีจุดเชื่อมต่อกันอยู่ที่สถานีสยาม โดยรูปที่ 2-10 แสดงเส้นทางการเดินรถของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครที่เปิดให้บริการทั้ง 3 สาย




**รูปที่ 2-10** เส้นทางเดินรถไฟฟ้าของกรุงเทพมหานครทั้ง 3 สาย

ที่มา: http://www.mrta.co.th

## 2.3 ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาในยุโรป

ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา หรือ LRT ถูกพัฒนาขึ้นจากระบบรถราง (Tram) ที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศแถบยุโรป โดยยังคงไว้ซึ่งระบบรางในการกำหนดเส้นทางในการเดินรถ มีการพัฒนาลักษณะทางกายภาพของขบวนรถโดยสาร การปรับเปลี่ยนระบบขับเคลื่อนเป็นใช้พลังงานไฟฟ้า และนำเอาระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องยนต์ผ่านรางที่สาม (Third rail) หรือการแขวน (Overhang) มีการพัฒนาระบบการให้บริการให้มีความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการขนส่ง โดยมีเขตทางเป็นของตนเอง ด้วยการยกระดับลอยตัวอยู่บนอากาศ หรือการเจาะอุโมงค์ หรือการวิ่งบนภาคพื้นดินที่มีเขตทางแยกเป็นของตนเอง (Separated)

ปัจจุบันในกลุ่มประเทศยุโรปนี้ มีระบบ LRT และ Tram เปิดให้บริการกว่า 170 ระบบ มีจำนวนทั้งสิ้น 941 เส้นทาง และมีความยาวกว่า 8,060 กิโลเมตร [5] เฉพาะในประเทศเยอรมันเองมีถึง 56 ระบบ คิดเป็นระยะให้บริการ 2,768 กิโลเมตร (ข้อมูลดังตารางที่ 2-1) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบสัดส่วนของระยะทางให้บริการ (track*km) ต่อจำนวนประชากรของประเทศ จะพบว่า ประเทศลัทเวีย (Latvia) นั้นมีสัดส่วนระยะทางให้บริการถึง 69.5 กิโลเมตรต่อประชากร 1 ล้านคน รองลงมาคือประเทศเยอรมันนี้ มีสัดส่วน 33.8 กิโลเมตรต่อประชากร 1 ล้านคน ส่วนประเทศที่มีการให้บริการระบบ LRT น้อยที่สุดคือสหราชอาณาจักร (UK) ซึ่งมีเพียง 2.7 กิโลเมตรต่อประชากร 1 ล้านคน

สำหรับการเจริญเติบโตของโครงการก่อสร้างระบบ LRT ในกลุ่มประเทศยุโรปนั้นมีอัตราการเติบโตของการก่อสร้างโครงสร้างรางและสิ่งอำนวยความสะดวก ไม่รวมระบบรถไฟอยู่ที่ร้อยละ 21 หมายความว่ามีระบบรางที่กำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง 135 กิโลเมตรและมีกำหนดไว้ในแผนอีก 503 กิโลเมตร

ตารางที่ 2-1 ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาแยกตามกลุ่มประเทศยุโรป

| | Systems | Lines | Track Length (km) |
|---|---|---|---|
| **EU-15** | | | |
| Austria | 6 | 47 | 313 |
| Belgium | 5 | 33 | 332 |
| Finland | 1 | 11 | 76 |
| France | 11 | 20 | 202 |
| Germany | 56 | 231 | 2768 |
| Greece | 0 | 0 | 0 |
| Ireland | 0 | 0 | 0 |
| Italy | 7 | 37 | 209 |
| Luxembourg | 0 | 0 | 0 |
| Netherlands | 5 | 34 | 280 |
| Portugal | 2 | 6 | 65 |
| Spain | 4 | 5 | 206 |
| Sweden | 3 | 14 | 186 |
| United Kingdom (UK) | 7 | 10 | 156 |
| **Total** | **107** | **448** | **4793** |
| **New Member State** | | | |
| Czech Republic | 7 | 71 | 333 |
| Estonia | 1 | 4 | 39 |
| Hungary | 4 | 34 | 188 |
| Latvia | 1 | 8 | 167 |
| Poland | 14 | 204 | 1445 |
| Slovakia | 3 | 28 | 68 |
| **Total** | **30** | **349** | **2240** |
| **Beyond EU-25** | | | |
| Bosnia and Herzegovina | 1 | 2 | 16 |
| Bulgaria | 1 | 6 | 208 |
| Croatia | 2 | 15 | 57 |
| Norway | 2 | 9 | 47 |
| Romania | 14 | 69 | 461 |
| Switzerland | 7 | 26 | 112 |
| Turkey | 5 | 6 | 66 |
| Serbia and Montenegro | 1 | 11 | 60 |
| **Total** | **33** | **144** | **1027** |

หมายเหตุ: Track length 1 km. หมายถึง ความยาวของรางรถไฟฟ้าคู่ขนาน (ไป-กลับ) 1 กิโลเมตร

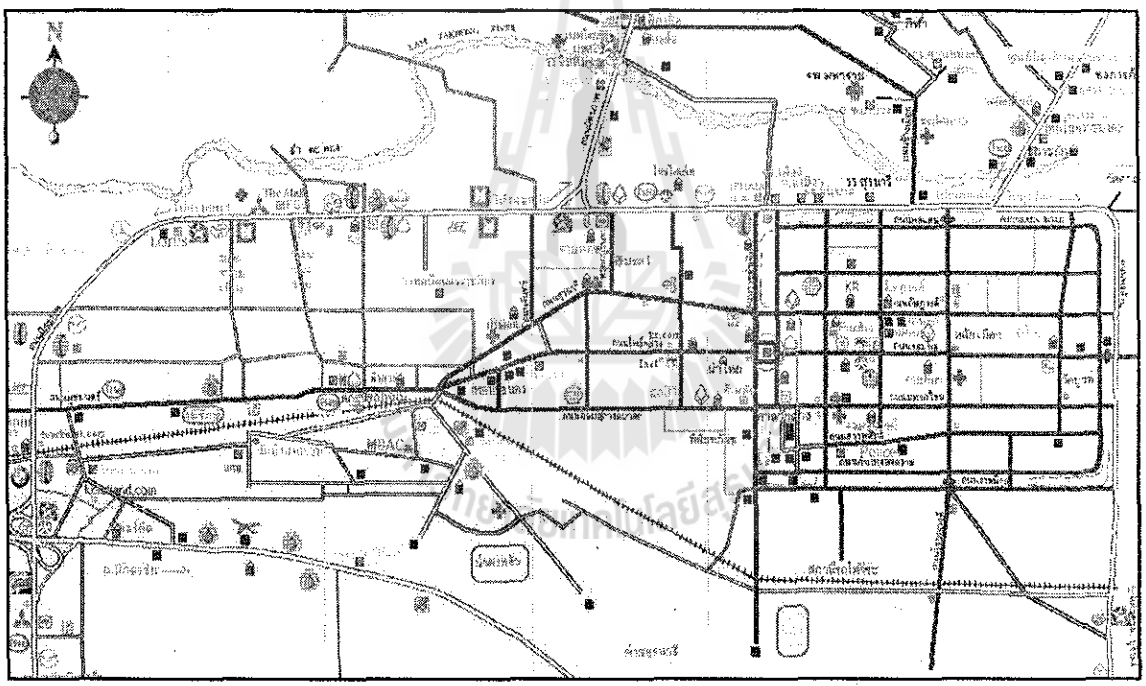
จากการศึกษาแนวโน้มการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนด้วยระบบ LRT ของกลุ่มประเทศยุโรปในข้างต้น ทำให้เห็นว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว ล้วนจำเป็นต้องมีระบบขนส่งสาธารณะที่ดีในการอำนวยความสะดวกในการเดินทางให้กับประชาชน ซึ่งการพัฒนาโครงสร้างของระบบยังเป็นตัวช่วยขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจอีกมาก ทั้งด้านการพัฒนาที่ดิน การจ้างงาน การศึกษาในด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องรวมถึงการวางแผนด้านระบบขนส่ง LRT ดังนั้นเมืองขนาดใหญ่อย่างจังหวัดนครราชสีมาที่มีประชากรมากเป็นอันดับสองของประเทศไทย ซึ่งมีประชากรประมาณ 2.6 ล้านคน จำเป็นต้องมีการศึกษา การวางแผนการพัฒนาระบบขนส่งด้วยระบบราง ดังเช่นระบบรถไฟฟ้า LRT เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางให้กับประชาชนในเขตเมือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 3
# การคมนาคมในจังหวัดนครราชสีมา

## 3.1 ระบบโครงข่ายถนนในเขตพื้นที่ศึกษา

จังหวัดนครราชสีมา มีการคมนาคมติดต่อระหว่างจังหวัดอื่นๆ ของประเทศด้วยทางหลวงแผ่นดิน หลายสาย ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 คือ ถนนมิตรภาพ เป็นถนนสายสำคัญที่เชื่อมต่อกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีเส้นทางผ่านตัวจังหวัดจากฝั่งตะวันตกไปยังฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นระยะทางภายในจังหวัดนครราชสีมาทั้งสิ้นประมาณ 210 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 24 ที่เชื่อมต่อจังหวัดนครราชสีมากับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง



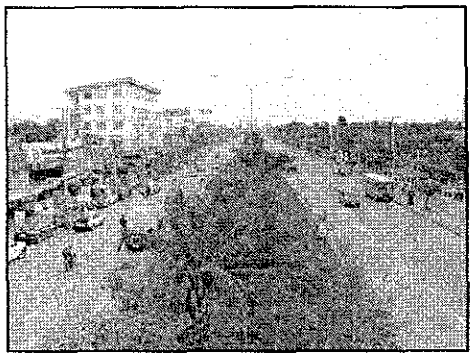
**รูปที่ 3-1** โครงข่ายถนนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

รูปที่ 3-1 เป็นลักษณะของโครงข่ายถนนสายหลักและสายรอง ภายในเขตผังเมืองรวมจะพบว่า ถนนมิตรภาพ เป็นทางหลวง สายหลักระหว่างเมือง เป็นถนนขนาด 4 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน มีจุดเปิดเกาะสำหรับกลับรถเป็นระยะๆ และช่วงที่ผ่านเขตชุมชนจะมีถนนคู่ขนานเพิ่มขึ้นอีกทั้ง 2 ฝั่ง ถนนมิตรภาพช่วงที่ผ่านในตัวเมืองนครราชสีมา คือ ช่วงบริเวณตั้งแต่ทางแยกปักธงชัยจนถึงทางแยก

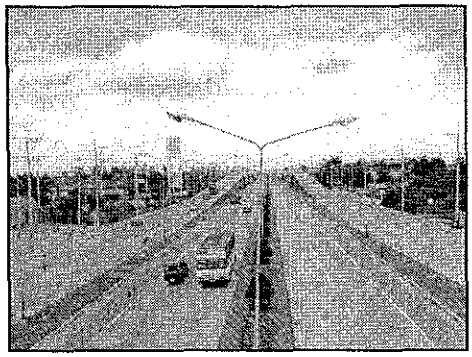
หนองคาย มีจำนวนช่องจราจรเพิ่มเป็นถนน 6 ช่องจราจร ทางหลวงสายหลักระหว่างเมืองอีก 2 สาย คือ ถนนสุรนารายณ์ ซึ่งเชื่อมต่อเมืองทางด้านเหนือ และทางหลวงหมายเลข 224 ไปอำเภอโชคชัย ซึ่งเชื่อมต่อเมืองทางด้านตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่ทางด้านใต้ของตัวเมืองเป็นเขตที่ตั้งของทหาร ซึ่งมีอาณาบริเวณค่อนข้างกว้าง ทำให้พื้นที่ส่วนนี้ไม่มีถนนสายหลักมาเชื่อมต่อโดยตรง ถนนที่เชื่อมต่อตัวเมืองทางด้านใต้คงมีทางหลวงหมายเลข 304 ซึ่งเข้ากับถนนมิตรภาพทางฝั่งตะวันตกของตัวเมือง และใช้ถนนมิตรภาพเป็นทางร่วมเข้าสู่เมือง นอกจากมีถนนมิตรภาพที่ผ่านเข้าสู่ตัวเมืองแล้ว ยังมีถนนมิตรภาพที่ก่อสร้างใหม่ มีขนาด 4 ช่องจราจร มีเกาะกลาง เป็นทางเลี่ยงเมือง อยู่ทางด้านทิศเหนือของตัวเมือง มีจุดเชื่อมต่อจากทางหลวง 304 เพื่อลดปริมาณจราจรที่วิ่งผ่านตัวเมือง โดยเฉพาะรถขนาดใหญ่

ถนนสายหลักภายในเมือง นอกจากถนนมิตรภาพแล้วมีถนนมุขมนตรี ซึ่งมีแนวเส้นทางขนานกับถนนมิตรภาพในแนวทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ถนนภายในเชื่อมต่อกันและตัดกันเป็นลักษณะตาราง (Grid) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นลักษณะโครงข่ายถนนที่ค่อนข้างดี อีกทั้งความกว้างของถนนในโครงข่ายไม่แคบจนเกินไปนัก ถนนสายหลักภายในเมืองชั้นในนอกเหนือจากถนนรอบคูเมืองทั้ง 4 ด้านแล้ว คือ ถนนยมราช ถนนอัษฎางค์ ถนนจอมพล ถนนสรรพสิทธิ์ และถนนมหาดไทย ในแนวทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ถนนประจักษ์ ถนนมนัส ถนนจักรีและถนนกู่ดั่น ซึ่งอยู่ในแนวทิศเหนือและทิศใต้

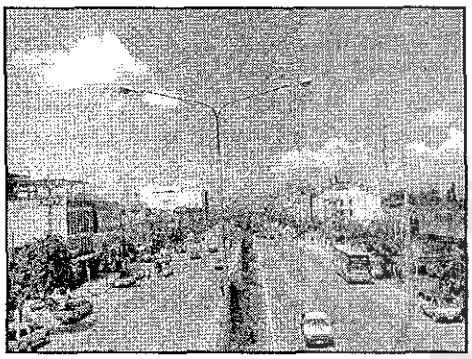
ลักษณะความกว้างของเขตทางในเขตเมือง จะมีความกว้างที่ไม่แน่นอน เช่น ถนนมุขมนตรี ถนนยมราช ถนนอัษฎางค์ เป็นต้น ถนนในเขตเมืองส่วนใหญ่จะไม่มีเกาะกลางถนน จะมีเกาะกลางเป็นบางสาย เช่น ถนนมุขมนตรี บางช่วง (ช่วงวัดสมอราย ถึง ห้าแยกหัวรถไฟ) ถนนส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่ศึกษาอยู่ในสภาพดี มีการปรับปรุงซ่อมแซมผิวจราจรสม่ำเสมอ ลักษณะ ทางกายภาพของถนนในเขตพื้นที่ศึกษา แสดงในรูปที่ 3-2



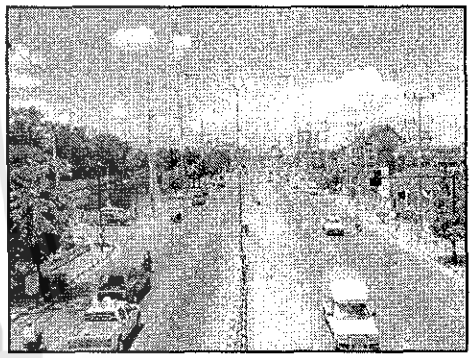
ถนนสุรนารายณ์



ถนนมิตรภาพ (หน้า ม. วงษ์ชวลิตกุล)

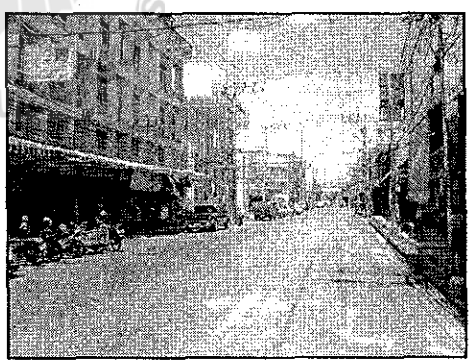


ถนนมิตรภาพ (หน้า เดอะมอลล์)



ถนนทางหลวง หมายเลข 224

ถนนยมราช

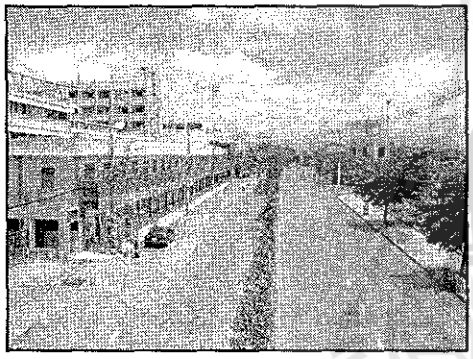


ถนนมนัส

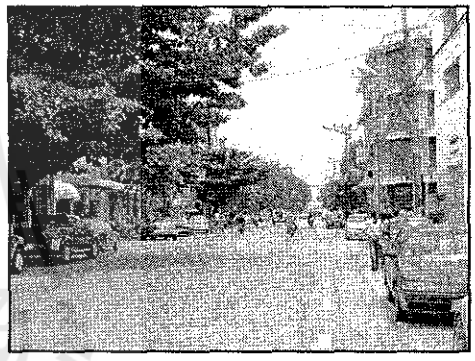
**รูปที่ 3-2** ถนนในพื้นที่ศึกษา

ถนนประจักษ์

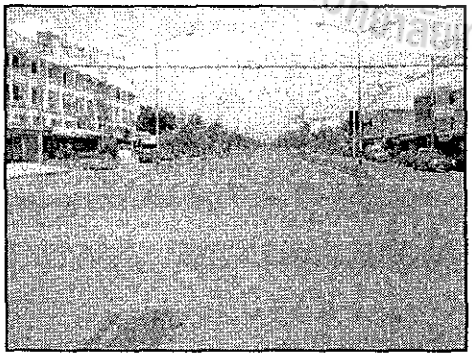
ถนนมหาดไทย



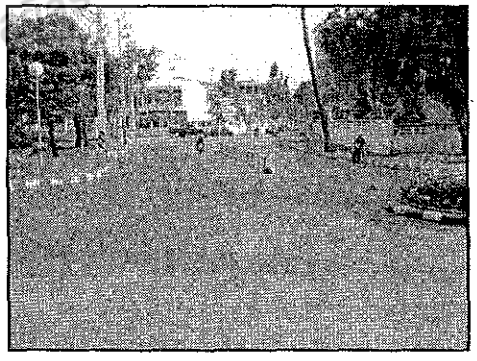
ถนนมุขมนตรี (หน้า รร.มารีย์วิทยา)



ถนนโพธิ์กลาง



ถนนสืบศิริ



ถนนวัชรสฤษดิ์

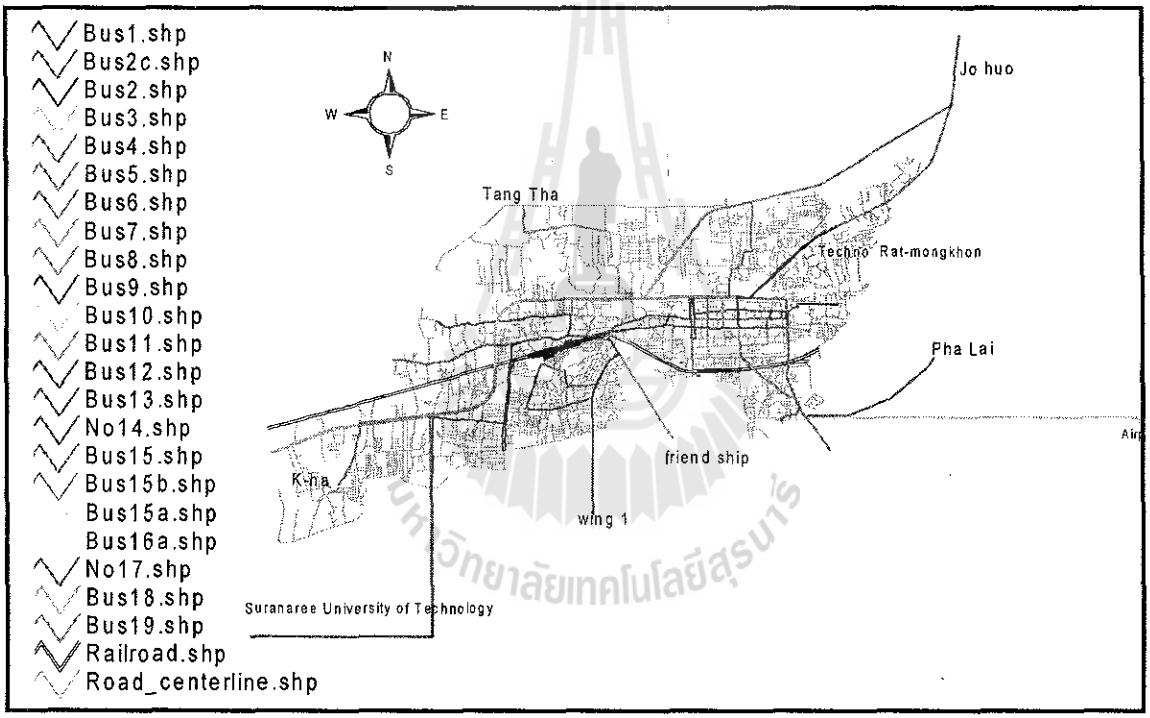
**รูปที่ 3-2** ถนนในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

## 3.2 ระบบขนส่งสาธารณะในเขตพื้นที่ศึกษา

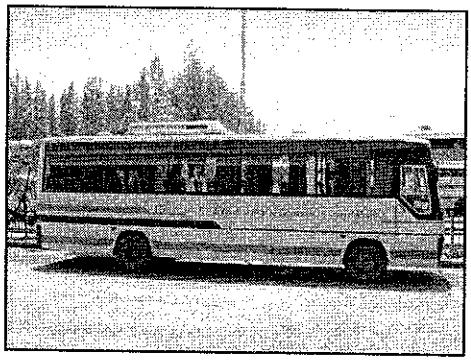
จังหวัดนครราชสีมามีรูปแบบของการขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในตัวเมืองอยู่ 4 รูปแบบหลัก คือ รถโดยสารประจำทาง รถไฟ รถรับจ้างสาธารณะ และเครื่องบินโดยสาร

### 3.2.1 รถโดยสารประจำทาง

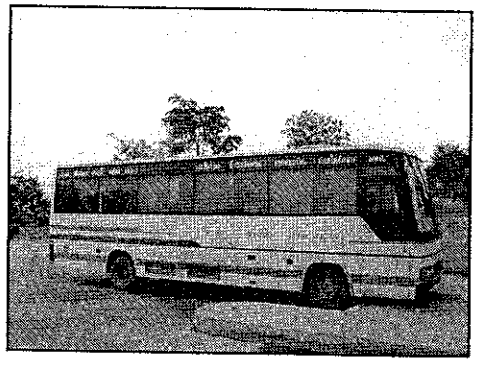
ระบบการให้บริการรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 ที่มีอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา ในปัจจุบันมีการให้บริการจำนวน 19 เส้นทาง ให้บริการครอบคลุมพื้นที่เขตเทศบาลเมือง เทศบาลตำบลโคกกรวด เทศบาลตำบลจอหอ เทศบาลตำบลขามทะเลสอ ซึ่งมีลักษณะเส้นทางครอบคลุมพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 3-3 และมีลักษณะตัวอย่างของรถโดยสารประจำทาง หมวดที่ 1 แสดงในรูปที่ 3-4



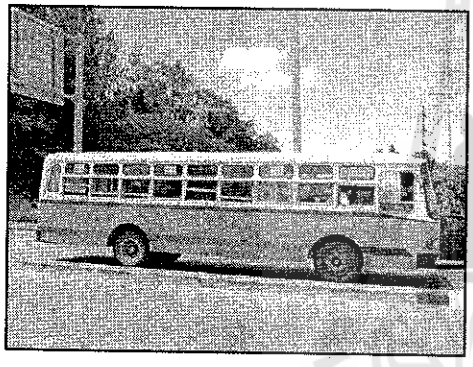

**รูปที่ 3-3** โครงข่ายเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 1 นครราชสีมา



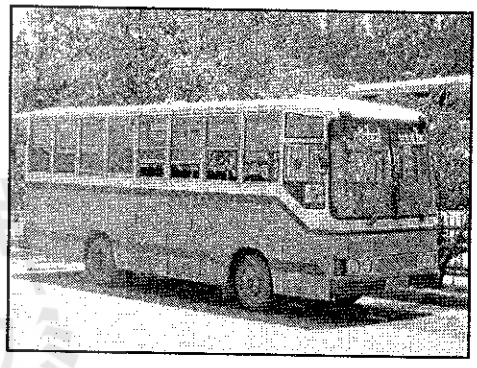
สายที่ 15



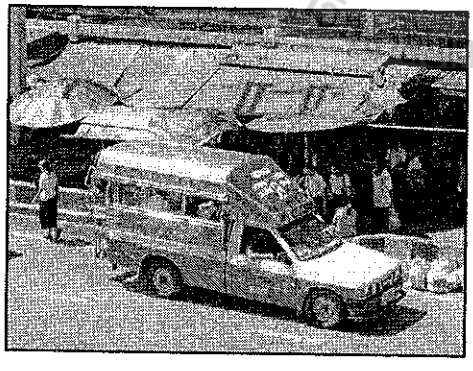
สายที่ 17



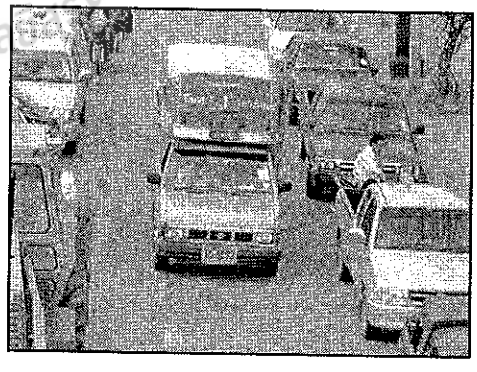
สายที่ 6



สายที่ 10



สายที่ 8



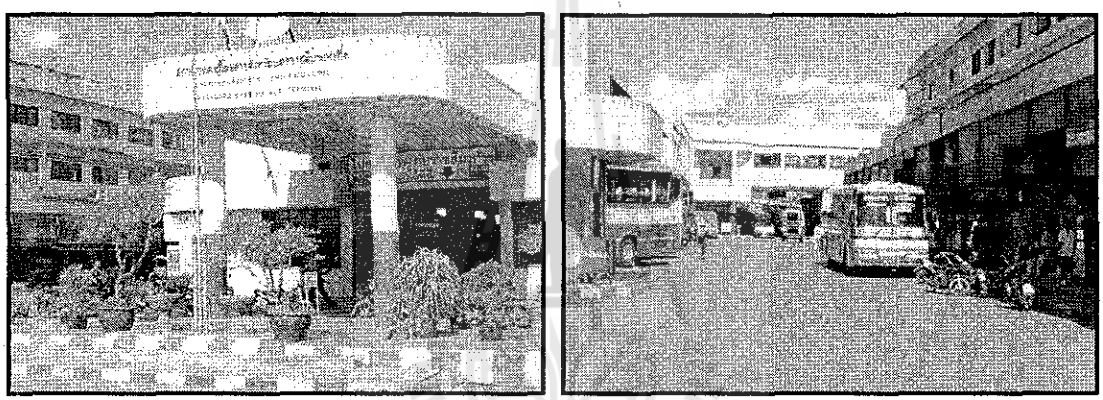
สายที่ 1

**รูปที่ 3-4** ลักษณะตัวอย่างของรถโดยสารประจำทาง หมวดที่ 1

จังหวัดนครราชสีมามีสถานีขนส่ง สำหรับรถโดยสารประจำทาง 2 แห่ง คือ

**1) สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 1 (เก่า)**

ตั้งอยู่ที่ ถนนบุรินทร์ ตำบลในเมือง มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 5 ไร่ 3 งาน 51 ตารางวา เป็นสถานีชั้น 1 ดำเนินการโดยกรมการขนส่งทางบก ลักษณะของสถานีขนส่ง ชั้นบนเป็นสถานที่ทำการ ห้องประชุม ร้านอาหาร ห้องสุขา ชั้นล่างเป็น ห้องทำการเจ้าหน้าที่ สถานที่จำหน่ายบัตรโดยสาร สถานที่จอดและหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารจำนวน 24 ช่องจอดรถ ในบริเวณสถานีขนส่งไม่มีสถานที่สำหรับเป็นที่จอดพักรถโดยสาร ไม่มีสถานที่สำหรับจอดรถสาธารณะต่างๆ มีที่จอดรถจักรยานยนต์ประมาณ 50 คัน มีระดับมาตรฐานตามประเภทสถานีขนส่ง

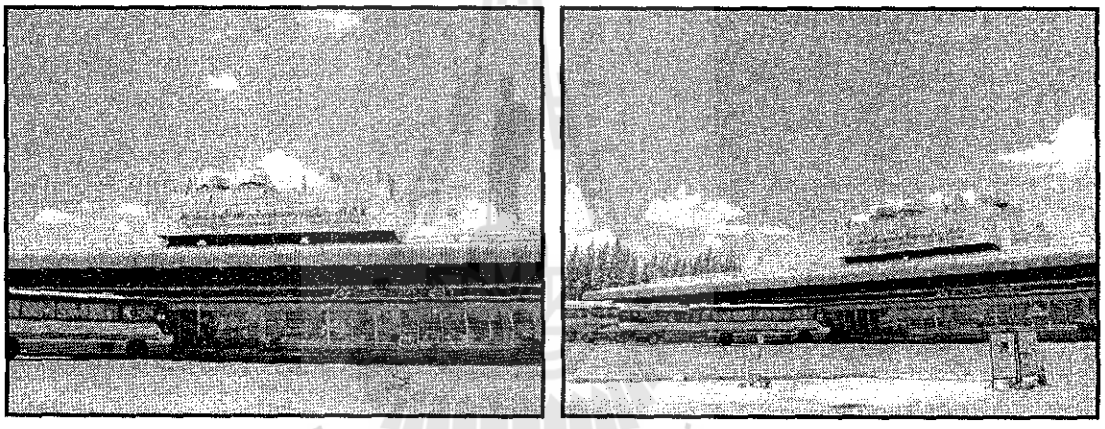


**รูปที่ 3-5** สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมาแห่งที่ 1

**2) สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมา แห่งที่ 2 (ใหม่)**

ตั้งอยู่ที่ ถนนมิตรภาพ ตำบลหมื่นไวย มีเนื้อที่ 10 ไร่ เป็นสถานีชั้น 1 เอกชนเป็นผู้ดำเนินการ โดย บริษัทไทยสงวนบริการจำกัด เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งสถานีขนส่งและอยู่ในความควบคุมของกรมการขนส่งทางบก โดยสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา ลักษณะของสถานีมีอาคารสถานีขนส่ง 2 แห่ง อาคารแห่งแรก ด้านหน้าเป็นอาคาร 2 ชั้น ชั้นบนเป็นห้องทำการของผู้จัดการพนักงานเกี่ยวกับบัญชีและระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นล่างเป็นห้องขายอาหาร สินค้าและเครื่องดื่ม ห้องจำหน่ายบัตรโดยสาร ส่วนที่ต่อเชื่อมจากด้านหน้าและเป็นอาคารชั้นเดียว ใช้สำหรับเป็นที่พักผู้โดยสาร จุดจำหน่ายสินค้าต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับผู้โดยสารเป็นจุดๆ มีห้องสุขา 3 จุด บริการโทรศัพท์สาธารณะ การบริการ ประชาสัมพันธ์ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทาง โดยรอบอาคารส่วนที่ต่อจากอาคาร 2 ชั้น ด้านหน้า อ้อมไปรอบตัวอาคารด้านหลัง มีช่องจอดรถสำหรับรถที่จอดและหยุดรับ-ส่งผู้โดยสาร จำนวน 37 ช่องจอด อาคารแห่งที่ 2 เป็นอาคารชั้นเดียวมี ห้อง

จำหน่ายบัตรโดยสาร และสถานที่ทำงานของผู้ประกอบการอยู่แนวกลางตลอดอาคารระหว่างกลางแทรกห้องจำหน่ายสินค้า อาหารและเครื่องดื่ม ในส่วนด้านทิศตะวันตกมีห้องสุขา โดยรอบอาคารสถานีมีช่องจอดรถ 45 ช่องจอด ในบริเวณสถานีขนส่งมีสถานที่สำหรับเป็นที่จอดพักรถโดยสารไม่น้อยกว่า 100 คัน เป็นที่จอดรถโดยสารประจำทางปรับอากาศหมวด 1 เขตเทศบาลนครนครราชสีมา 3 สาย เพื่อบริการประชาชนต่อเชื่อมไปยังเขตเทศบาลและชุมชนต่อเนื่องและเป็นที่จอดรถยนต์ส่วนบุคคลประมาณ 100 คัน ลานจอดรถและถนนภายในก่อสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กมาตรฐาน ด้านหน้าซึ่งอยู่หน้าบริเวณสถานีขนส่งเป็นลานจอดรถ ซึ่งลาดยางแอสฟัลต์มาตรฐานเนื้อที่ 6,300 ตารางเมตร ใช้เป็นสถานที่จอดรถยนต์ส่วนบุคคล 600 คัน รถสามล้อเครื่องสาธารณะ 40 คัน รถจักรยานยนต์รับจ้าง 50 คัน ส่วนด้านหน้าด้านขวาหน้าอาคารแห่งที่ 2 เป็นที่จอดรถจักรยานยนต์ 800 คัน



**รูปที่ 3-6** สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดนครราชสีมาแห่งที่ 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**เส้นทางเดินรถประจำทางระหว่างภายในเขตพื้นที่ศึกษากับพื้นที่รอบนอก**

จากข้อมูลบริษัทเดินรถที่จดทะเบียนกับสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา ประจำปี 2545 มีสายรถโดยสารประจำทางที่วิ่งเชื่อมต่อระหว่างอำเภอเมืองนครราชสีมากับอำเภอใกล้เคียง หรือจังหวัดอื่นๆ รวมทั้งกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งเป็นหมวดตามการจำแนกของกรมการขนส่งทางบก ดังแสดงใน ตารางที่ 3-1

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด

**หมวด 2**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 21 | กรุงเทพฯ-นครราชสีมา | บริษัท ขนส่ง จำกัด |

**หมวด 3**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 108 | ลพบุรี-นครราชสีมา | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 121 | นครสวรรค์-นครราชสีมา | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 141 | นครราชสีมา-หล่มสัก | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 202 | มวกเหล็ก-ปากช่อง | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 203 | ชัยภูมิ-บัวใหญ่ | บริษัท ชัยภูมิจงเจริญขนส่ง จำกัด |
| 204 | ชัยภูมิ-นครราชสีมา | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 207 | ด่านขุนทด-บ้านหนองโสน | บริษัท หนองบัวโคกขนส่ง จำกัด |
| 208 | นครราชสีมา-บำเหน็จณรงค์ | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 210 | นครราชสีมา-ขอนแก่น | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 211 | นครราชสีมา-อุดรธานี | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 213 | ด่านขุนทด-บ้านคำปิง | บริษัท สหะเดินรถหนองกราด จำกัด |
| 262 | นครราชสีมา-ศรีเชียงใหม่ | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 265 | นครราชสีมา-ชลบุรี | บริษัท วิศวกรเสนา จำกัด |
| 267 | นครราชสีมา-ระยอง | บริษัท วิศวกรเสนา จำกัด |
| 270 | ขอนแก่น-บัวใหญ่ | บริษัท สหะขอนแก่นการยนต์เดินรถ จก. |
| 273 | นครราชสีมา-บุรีรัมย์ | บริษัท ขนส่ง จำกัด |

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด (ต่อ)

**หมวด 3**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 274 | นครราชสีมา-สุรินทร์ | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 285 | นครราชสีมา-อุบลราชธานี (ข) | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 340 | นครราชสีมา-จันทบุรี | บริษัท วิศวกรเสนา จำกัด |
| 502 | นครราชสีมา-ยโสธร | บริษัท เฉลิมพลขนส่ง จำกัด |
| 516 | นางรอง-ชุมพวง | บริษัท สุรินทร์ลำปลายมาศเดินรถ จำกัด |
| 517 | นครราชสีมา-ลำนารายณ์ | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 520 | ลำปลายมาศ-หนองปรือ | บริษัท หนองกี่เดินรถ จำกัด |
| 521 | นางรอง-บ้านโคกน้อย | บริษัท เฉลิมเกียรติสวัสดิ์ จำกัด |
| 531 | วงกลมลำนารายณ์-ปากช่อง | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 533 | อำเภอพล-อำเภอชุมพวง | บริษัท พุทไธสงขนส่ง จำกัด |
| 541 | นครราชสีมา-ด่านขุนทด-ลำนารายณ์ | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 548 | น.ม.-บ.หนองสรวง-ลำนารายณ์ | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 563 | นครราชสีมา-ห้วยแถลง-สุรินทร์ | บริษัท ศรีมงคลขนส่ง จำกัด |
| 564 | ลำปลายมาศ-ชุมพวง | บริษัท ชุมพวงชัยวิวัฒน์ จำกัด |
| 570 | นครราชสีมา-บ้านแพง | บริษัท ราชสีมา-บ้านแพง เดินรถ จำกัด |
| 571 | นครราชสีมา-ครบุรี-สระแก้ว | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 572 | นครราชสีมา-นครสวรรค์-พิษณุโลก | บริษัท ถาวรฟาร์ม จำกัด |
| 579 | นครราชสีมา-ละหานทราย | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 588 | อุบลราชธานี-ระยอง | บริษัท นครชัยแอร์ จำกัด |
| 589 | อุบลราชธานี-พัทยา | บริษัท ศรีมงคลขนส่ง จำกัด |
| 590 | หนองคาย-ระยอง | บริษัท 407 พัฒนา จำกัด |
| 635 | เชียงใหม่-นครราชสีมา | บริษัท นครชัยทัวร์ จำกัด |
| 651 | นครราชสีมา-แม่สาย | บริษัท นครชัยทัวร์ จำกัด |
| 800 | ชัยภูมิ-บ้านโมกมัน | บริษัท สุรชัยสหะกิจ จำกัด |
| 808 | นครราชสีมา-เชียงคาน | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด (ต่อ)

**หมวด 4**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 1301 | นครราชสีมา-สูงเนิน | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 1302 | นครราชสีมา-ปากช่อง | บริษัท ราชสีมา-ปากช่อง เดินรถ จำกัด |
| 1303 | นครราชสีมา-ปักธงชัย | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 1305 | นครราชสีมา-ชุมพวง | บริษัท นครราชสีมาพิมาย เดินรถ จำกัด |
| 1306 | นครราชสีมา-โนนไทย | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 1307 | นครราชสีมา-โชคชัย | บริษัท โชคชัยเดินรถ จำกัด |
| 1308 | นครราชสีมา-บัวใหญ่ | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 1310 | นครราชสีมา-สีคิ้ว | บริษัท ราชสีมา-ปากช่อง เดินรถ จำกัด |
| 1311 | นครราชสีมา-ขามสะแกแสง | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 1313 | นครราชสีมา-บ้านกุดปลาแข็ง | บริษัท ขนส่ง จำกัด |
| 1314 | สีคิ้ว-ด่านขุนทด | หจก. 25 เดินรถ |
| 1317 | ปากช่อง-เขาใหญ่ | บริษัท ปากช่องขนส่ง จำกัด |
| 1318 | บัวใหญ่-ชุมพวง | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 4129 | นครราชสีมา-ม. รามคำแหงฯ | บริษัท เฉลิมพลขนส่ง จำกัด |
| 4131 | นครราชสีมา-สูงเนิน (ข) | บริษัท เล็กสุวงษ์ขนส่ง จำกัด |
| 4132 | สีคิ้ว-ปากทางบ้านคลองไผ่ | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา จก. |
| 4139 | นครราชสีมา-บ้านโพธิ์ | บริษัท พนมวันหนองงูเหลือมเดินรถ จำกัด |
| 4140 | นครราชสีมา-บ้านหนองงูเหลือม | บริษัท พนมวันหนองงูเหลือมเดินรถ จำกัด |
| 4142 | นครราชสีมา-บ้านบิง | บริษัท ศรีจรูญชัยขนส่ง จำกัด |
| 4144 | นครราชสีมา-บ้านสัมฤทธิ์ | บริษัท ประกิจยนต์ จำกัด |
| 4145 | วงกลมบัวใหญ่-หนองบัวลาย | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 4152 | โนนสูง-ขามสะแกแสง-หนองหัวฟาน | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 4154 | นครราชสีมา-บ้านเหลื่อม | บริษัท ชัยเกิดผล จำกัด |
| 4155 | นครราชสีมา-หนองบุนนาก | บริษัท ภาณุรัตน์ขนส่ง จำกัด |
| 4156 | พิมาย-ห้วยแถลง | บริษัท ประกิจยนต์ จำกัด |
| 4171 | ปากช่อง-บ้านวังหมี | หจก. ทองโสภณปักธงชัย |
| 4182 | โนนสูง-บ้านหนองหัวฟาน | บริษัท บ้านขามสะแกแสงเดินรถ จำกัด |

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด (ต่อ)

**หมวด 4**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 4197 | นม. -หมู่บ้านร่มฟ้า-คุรุสภา-ด่านขุนทด | บริษัท ประเสริฐสินโคกกรวดขนส่ง จำกัด |
| 4198 | นครราชสีมา-บ้านท่าตะแบก | บริษัท ภานุรัตน์ขนส่ง จำกัด |
| 4202 | บัวใหญ่-บ้านโต้น | บริษัท ชัยเกิดผล จำกัด |
| 4226 | ครบุรี-กุดโบสถ์ | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 4229 | พิมาย-บ้านใหม่เกษมเหนือ | บริษัท พิมายสินทรัพย์ จำกัด |
| 4234 | นครราชสีมา-ท่าช้าง | บริษัท ราชสีมาไตรมิตร จำกัด |
| 4260 | บัวใหญ่-บ้านทำนบพัฒนา | บริษัท ชัยเกิดผล จำกัด |
| 4262 | ชุมพวง-พะไล | บริษัท เสถียรชัย จำกัด |
| 4265 | โนนสูง-บ้านตลาดแค | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 4266 | ปักธงชัย-บ้านวังตะเคียน | บริษัท รวมมิตรลำพระเพลิงขนส่ง จำกัด |
| 4277 | ปักธงชัย-โชคชัย | บริษัท รวมมิตรลำพระเพลิงขนส่ง จำกัด |
| 4287 | นครราชสีมา-ดอนกระทิง-ขามทะเลสอ | บริษัท ศรีเจริญชัยเดินรถขนส่ง จำกัด |
| 4289 | โชคชัย-บ้านด่านคอโจด | บริษัท เพชรมงคลเดินรถ จำกัด |
| 4294 | โนนไทย-อ่างเก็บน้ำลำเชียงไกร | บริษัท โคกสามัคคีเดินรถ จำกัด |
| 4300 | โนนไทย-บ้านหนองสรวง | บริษัท สงวนเกียรติณรงค์ชัย จำกัด |
| 4327 | ปักธงชัย-ครบุรี | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 4345 | นครราชสีมา-บ้านหนองหัวฟาน | บริษัท รวมกิจหนองหัวฟาน จำกัด |
| 4360 | นครราชสีมา-บ้านทับช้าง | บริษัท ราชสีมาหนองระเวียง เดินรถ จำกัด |
| 4391 | นครราชสีมา-ด่านขุนทด | บ. โคราชด่านขุนทดทรานสปอร์ต จก. |
| 4404 | นครราชสีมา-บ้านหนองแวง | หจก.นาใหญ่พัฒนา |
| 4405 | ประทาย-บ้านหนองแวง | บริษัท พุทไธสงขนส่ง จำกัด |
| 4406 | ประทาย-บ้านหนองบัววง | บริษัท พุทไธสงขนส่ง จำกัด |
| 4410 | ปากช่อง-บ้านหนองโดน-ทางแยกวัดผ่านศึก | หจก.เขาใหญ่รุ่งเรืองขนส่ง |
| 4412 | นครราชสีมา-บ้านพะไล-เขตอุตสาหกรรมฯ | บริษัท หัวทะเลเดินรถ จำกัด |
| 4415 | นครราชสีมา-บ้านหนองประดู่ | สหกรณ์บริการเดินรถบ้านพุดซา จำกัด |
| 4416 | นครราชสีมา-บ้านหนองกก | สหกรณ์บริการเดินรถบ้านพุดซา จำกัด |
| 4419 | เสิงสาง-บ้านทรัพย์เจริญ | สหกรณ์บริการเดินรถเสิงสาง จำกัด |

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด (ต่อ)

**หมวด 4**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 4420 | สีคิ้ว-บ้านชุมสาม | บริษัท เขากระโดนสีคิ้วเดินรถ จำกัด |
| 4421 | ด่านขุนทด-บ้านห้วยบง | บริษัท ลูกขุนด่านขนส่ง จำกัด |
| 4423 | ปักธงชัย-ลำพระโดนเหนือ | หจก.พัฒนารวมมิตร |
| 4424 | นครราชสีมา-บ้านหัวสระ | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4425 | นครราชสีมา-บ้านหนองบัวศาลา | หจก. ขจรฤทธิ์บริการเดินรถ |
| 4426 | นครราชสีมา-บ้านนาตม | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4432 | ขามสะแกแสง-บ้านสระสี่เหลี่ยม-บ้านเหลื่อม | บริษัท ชัยเกิดผล จำกัด |
| 4433 | โชคชัย-สีคิ้ว | บริษัท โคราชด่านขุนทด จำกัด |
| 4437 | ตลาดแค-บ้านมะค่า | หจก. คณาวินเดินรถ |
| 4438 | บัวใหญ่-โนนแดง | หจก. มะลิทองเดินรถขนส่ง |
| 4441 | ชุมพวง-บ้านกระเบื้องนอก | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4442 | ปากช่อง-บ้านหนองจอก | บริษัท 9 พยัคฆเสือเขาใหญ่ จำกัด |
| 4443 | ปากช่อง-บ้านไร่ | บริษัท 9 พยัคฆเสือเขาใหญ่ จำกัด |
| 4444 | กม. 79 -บ้านวังหมี | บริษัท 9 พยัคฆเสือเขาใหญ่ จำกัด |
| 4448 | นครราชสีมา-แก้งสนามนาง-ชัยภูมิ | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 4449 | นครราชสีมา-บ้านปะคำ-ด่านขุนทด | บริษัท นครชัยขนส่ง จำกัด |
| 4452 | ปากช่อง-บ้านเขาวงศ์ | บริษัท ปากช่องเขาวงษ์ จำกัด |
| 4453 | นครราชสีมา-บ้านระงมพัฒนา | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4454 | โชคชัย-ทางแยกเข้าสวนสัตว์นครราชสีมา | บริษัท โชคชัยเดินรถ จำกัด |
| 4455 | พิมาย-บ้านมะกอก | บริษัท ศรีพิมายเดินรถ จำกัด |
| 4456 | พิมาย-บ้านหนองใหญ่-จักราช | บริษัท พิมายสินทรัพย์ จำกัด |
| 4460 | นครราชสีมา-บ้านหนองบง | บริษัท ประกิจยนต์ จำกัด |
| 4463 | สีคิ้ว-บ้านปางโก | บริษัท สีคิ้ว-ปางโก เดินรถ จำกัด |
| 4464 | ครบุรี-บ้านพนาหนองหิน | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 4465 | บัวใหญ่-บ้านเหลิ่งหิน | หจก.ทองสวัสดิ์ (1994) |
| 4493 | ปักธงชัย-บ้านป่าโจด | หจก.เมืองปักเดินรถ |
| 4498 | ปักธงชัย-บ้านหนองปล้อง | บริษัท ปักธงชัยขนส่ง จำกัด |

**ตารางที่ 3-1** รายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งรถโดยสารประจำทางแยกตามหมวด (ต่อ)

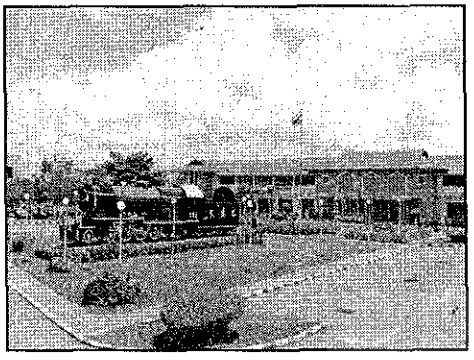
**หมวด 4**

| เส้นทางสายที่ | ชื่อเส้นทาง | ชื่อผู้ประกอบการขนส่ง |
|---|---|---|
| 4499 | ปักธงชัย-บ้านขี้เหล็ก | หจก.ธงชัยรวมมิตร |
| 4511 | ปากช่อง-บ้านวังกะทะ | หจก. ปากช่องสามัคคีเดินรถ |
| 4512 | สีคิ้ว-บ้านใหม่พัฒนา | หจก. พนมวังทรานสปอร์ต |
| 4513 | ปักธงชัย-บ้านศาลเจ้าพ่อ (กม.79) | บริษัท รวมมิตรปักธงชัยเดินรถ จำกัด |
| 4514 | ปักธงชัย-บ้านหนองแวง | บริษัท มิตรวังน้ำเขียวขนส่ง จำกัด |
| 4515 | ปักธงชัย-บ้านทุ่งเสาธง | บริษัท รวมมิตรลำพระเพลิงขนส่ง จำกัด |
| 4542 | นครราชสีมา-บ้านสีสุก-พิมาย | บริษัท ประกิจยนต์ จำกัด |
| 4544 | ครบุรี-บ้านดอนแขวน | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 2545 | ครบุรี-บ้านมาบกกราด | บริษัท ครบุรีเดินรถ จำกัด |
| 4561 | โนนแดง-สีดา | หจก. มะลิทองเดินรถขนส่ง |
| 4564 | หนองบุนนาก-บ้านพระ | บริษัท ภานุรัตน์ขนส่ง จำกัด |
| 4566 | ขามสะแกแสง-บ้านโนนผักชี | บริษัท บ้านขามสะแกแสงเดินรถ จำกัด |
| 4568 | พิมาย-บ้านประสุข | บริษัท ประกิจยนต์ จำกัด |
| 4575 | โนนสูง-บ้านด้านติง | บริษัท พรทวีชัยราชสีมา จำกัด |
| 4577 | พิมาย-บ้านตะปัน | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4579 | นครราชสีมา-บ้านหนองไผ่ | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4580 | นครราชสีมา-แยกปักธงชัย-กม.15 | หจก.พร้อมมิตรเดินรถ |
| 4593 | สีคิ้ว-บ้านตะแคงเหนือ | สหกรณ์บริการเดินรถเมืองนครราชสีมา |
| 4594 | ด่านขุนทด-เทพารักษ์-บ้านมาบพลวง | บริษัท ราชสีมา 06 กรุ๊ป จำกัด |
| 4595 | นครราชสีมา-บ้านมะเกลือใหม่ | บริษัท ราชสีมา-ปากช่อง เดินรถ จำกัด |

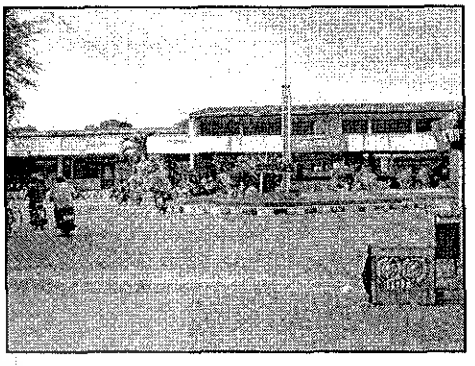
### 3.2.2 รถไฟ

จังหวัดนครราชสีมา มีเส้นทางรถไฟสายสำคัญ 2 สายพาดผ่าน คือ เส้นทางเชื่อมต่อระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคอีสานตอนบน (เส้นทางกรุงเทพมหานคร-จังหวัดหนองคาย) และระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคอีสานตอนล่าง (เส้นทางกรุงเทพมหานคร-จังหวัดอุบลราชธานี) มี ชุมทางของทั้ง 2 สาย อยู่ในตัวเมืองนครราชสีมา โดยรถไฟทั้งสองสายจะแยกกันที่สถานีชุมทางถนนจิระ นอกจากนี้ยังมีรถไฟอีกสายหนึ่ง ซึ่งแยกที่ชุมทางแก่งคอย คือ สายอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี-

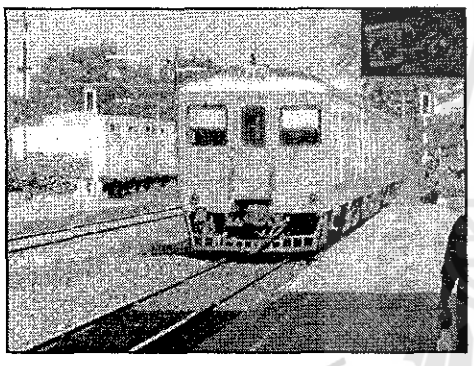
อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ในเขตเมืองมีสถานีรถไฟ 2 สถานี คือ สถานีนครราชสีมา และสถานีชุมทางถนนจิระ



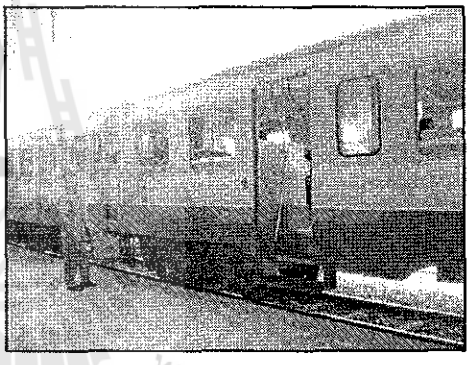
สถานีนครราชสีมา (หัวรถไฟ)



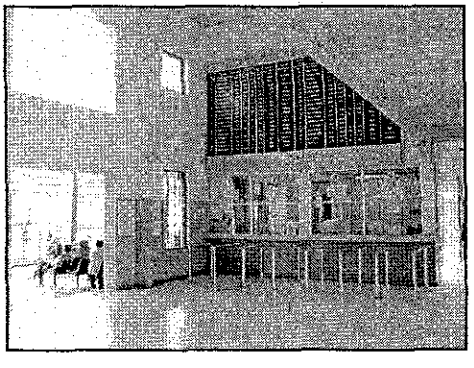
สถานีชุมทางถนนจิระ



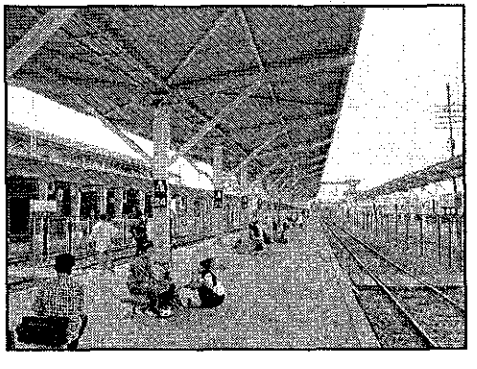
ตัวอย่างของรถไฟที่ให้บริการ



การให้บริการของเจ้าหน้าที่



สภาพภายในอาคารที่พักผู้โดยสาร



สภาพภายในอาคารที่พักผู้โดยสาร

**รูปที่ 3-7** สถานีนครราชสีมาและสถานีชุมทางถนนจิระ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**3.2.3 รถรับจ้างสาธารณะทั่วไป**

จากการสำรวจเกี่ยวกับรถรับจ้างสาธารณะทั่วไปในพื้นที่พบว่า มี รถสามล้อถีบ รถสามล้อเครื่อง จักรยานยนต์รับจ้างและรถแท็กซี่ รวมทั้งรถยนต์รับจ้างบรรทุกทั่วไป ที่มีจุดจอดประจำ โดยกระจายตัวตามแหล่งชุมชนใหญ่ๆ และสถานที่สำคัญๆ โดยเฉพาะตลาดสด สถานบันเทิง รถรับจ้างสาธารณะที่มีจำนวนมากที่สุด ได้แก่ รถจักรยานยนต์รับจ้าง และที่มีน้อยที่สุด คือ รถแท็กซี่

ในตัวเมืองนครราชสีมา บริเวณรอบๆ คูเมืองเก่า หน้าอนุสาวรีย์ท่านท้าวสุรนารี ศาลหลักเมืองและตลาดสดเทศบาล ตลาดสดแม่กิมเฮง ตลาดประปา จะมีบริการรถสามล้อถีบเป็นจำนวนมากและกระจายอยู่รอบๆ ซึ่งจะพบมากในช่วงเช้าและในช่วงเย็น สำหรับรถแท็กซี่การสำรวจ พบว่ามีปริมาณน้อยและมีเพียงจุดเดียวที่จอดรอรับผู้โดยสาร คือ บริเวณถนนชุมพลหลังอนุสาวรีย์ท่านท้าวสุรนารี สภาพรถแท็กซี่โดยส่วนใหญ่มีสภาพเก่า

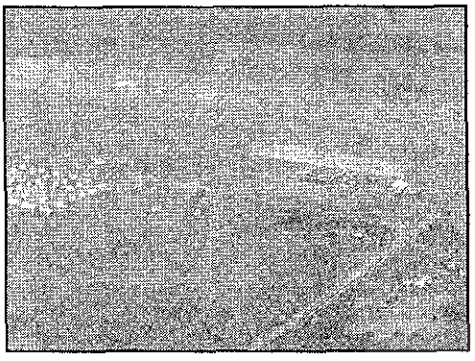
สำหรับรถรับจ้างทั่วไป เช่น รถกระบะรับจ้าง รถบรรทุก 6 ล้อ รถตู้ จะมีจุดจอดที่ไม่แน่นอน โดยส่วนใหญ่จะเป็นการติดประกาศให้ติดต่อผ่านทางโทรศัพท์

ปัญหาที่พบสำหรับรถรับจ้างสาธารณะ เช่น รถสามล้อถีบจะเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาจราจรมากที่สุด เนื่องจากไปขัดกับกระแสจราจรบ่อยครั้ง เพราะมีความเร็วที่จำกัดและฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรบ่อยครั้ง ส่วนรถสามล้อเครื่องจะมีปัญหาในด้านความเร็วและการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัย ในส่วนของการจอดรถขนส่งสาธารณะจะมีปัญหามากเพราะรถสามล้อถีบและรถสามล้อเครื่องจอดรถไม่เป็นระเบียบ

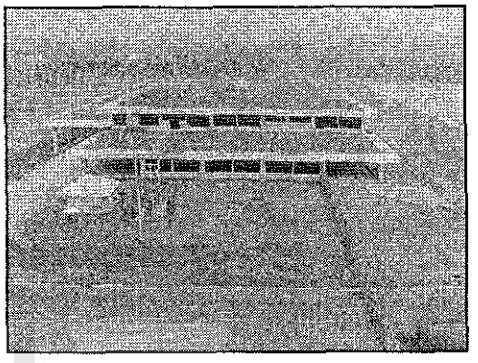
**3.3.4 เครื่องบินโดยสาร**

บริเวณสนามบิน ประกอบด้วย ทางวิ่งขนาดยาว 2,100 เมตร กว้าง 45 เมตร ทางขับขนาดกว้าง 23 เมตร ยาว 320 จำนวน 2 เส้นทางวิ่งเผื่อ ขนาดกว้าง 45 เมตร ยาว 60 เมตร และลานจอดเครื่องบิน ขนาดกว้าง 85 เมตร ยาว 323 เมตร สามารถจอดเครื่องบินแบบโบอิ้ง 737 ได้ จำนวน 4 ลำ พร้อมทั้งติดตั้งระบบไฟฟ้าสนามบิน ระบบสาธารณูปการต่างๆ ได้แก่ ลานจอดรถยนต์ โทรศัพท์ ไฟฟ้า ประปา เป็นต้น อาคารต่างๆ ของท่าอากาศยานประกอบด้วย อาคารที่พักผู้โดยสารพื้นที่ 7,200 ตารางเมตร บรรจุผู้โดยสารได้ 300 คน อาคารหอบังคับการบิน อาคารที่ทำการดับเพลิง และหน่วยกู้ภัย อาคารเครื่องช่วยเดินอากาศ พร้อมทั้งอาคารบ้านพักเจ้าหน้าที่ กรมการบินพาณิชย์ ได้วางแผนและออกแบบติดตั้งระบบวิทยุสื่อสารเครื่องช่วยการเดินอากาศ DVOR/DME และ NDB ซึ่งจะทำให้การขึ้น-ลง และนำเครื่องบินสู่สนามบินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ตาม

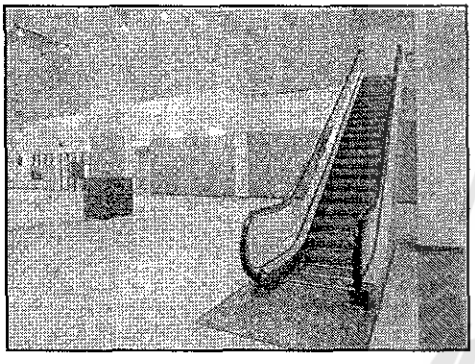
มาตรฐานขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization)
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปริมาณการขนส่ง



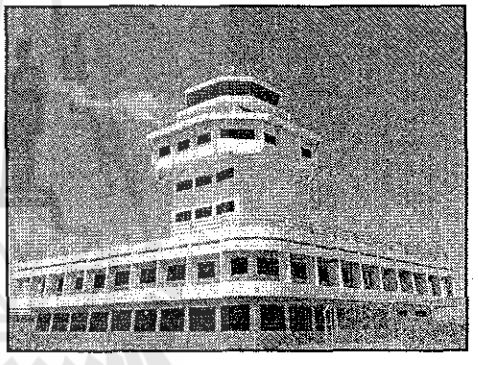
บริเวณสนามบิน



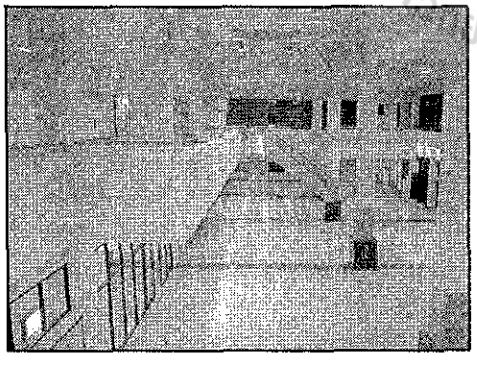
อาคารที่พักผู้โดยสาร



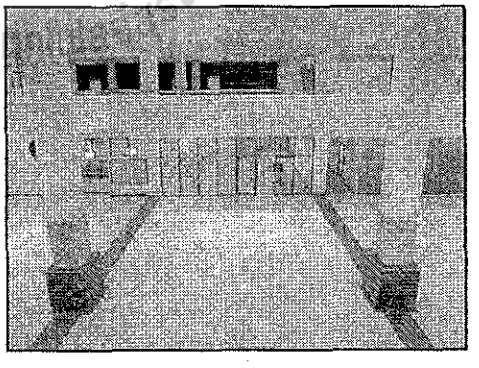
ระบบสาธารณูปการต่างๆ



อาคารหอบังคับการบิน



สภาพภายในอาคารที่พักผู้โดยสาร



สภาพภายในอาคารที่พักผู้โดยสาร

**รูปที่ 3-8** ท่าอากาศยานนครราชสีมา

เนื่องจากการเดินทางทางบก ระหว่างกรุงเทพมหานครและนครราชสีมาค่อนข้างสะดวก รวมทั้งระยะทางระหว่างสองจังหวัดมีระยะห่างเพียง 260 กิโลเมตร ซึ่งใช้เวลาในการเดินทาง โดยรถยนต์ส่วนบุคคลประมาณ 2 ชั่วโมงครึ่ง ถึง 3 ชั่วโมง และใช้เวลาเดินทางประมาณ 3 ชั่วโมงครึ่ง โดยรถโดยสาร เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้การเดินทางโดย เครื่องบินรวมเวลาในการรอขึ้นเครื่องบินแล้วอาจกล่าวได้ว่าไม่แตกต่างกันมากนัก รวมทั้งราคาค่าโดยสารและค่าเดินทางโดยรวมมีราคาสูงกว่าการเดินทางทางบก ทำให้การเดินทางโดยเครื่องบินจึงไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร และในปัจจุบันนั้นไม่มีการให้บริการเที่ยวบินจากสายการบินใดเลยเนื่องจากผู้ประกอบการสายการบินได้ระงับเที่ยวบิน โดยไม่มีกำหนดการเปิดให้บริการแจ้งแก่ผู้โดยสารแต่อย่างใด

### 3.3 ลักษณะการให้บริการรถโดยสารประจำทาง

การเก็บข้อมูลในส่วนนี้ เพื่อต้องการให้ทราบถึงการให้บริการที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมีความสามารถเพียงพอในการที่จะตอบสนองความต้องการในการเดินทางของประชาชนในท้องที่ได้หรือไม่ โดยในการเก็บข้อมูลในส่วนนี้จะทำการสำรวจข้อมูลแบ่งเป็น 2 ด้วยกันคือ

**การสำรวจบนรถโดยสาร** โดยในการสำรวจนี้เพื่อหาลักษณะการให้บริการของรถโดยสารประทางในแต่ละสาย จำนวน 19 สาย แยกตามประเภทรถ เพื่อหาจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการ ระยะทางที่รถวิ่งให้บริการ ความเร็วเฉลี่ยที่รถวิ่งให้บริการ และความหนาแน่นบนรถโดยสาร

**การสำรวจที่ป้ายจอดรถ** โดยในการสำรวจนี้เพื่อหาลักษณะการให้บริการของรถโดยสารประทางในแต่ละสาย เพื่อหาความถี่การให้บริการและความสม่ำเสมอของการให้บริการของรถโดยสารในแต่ละสาย

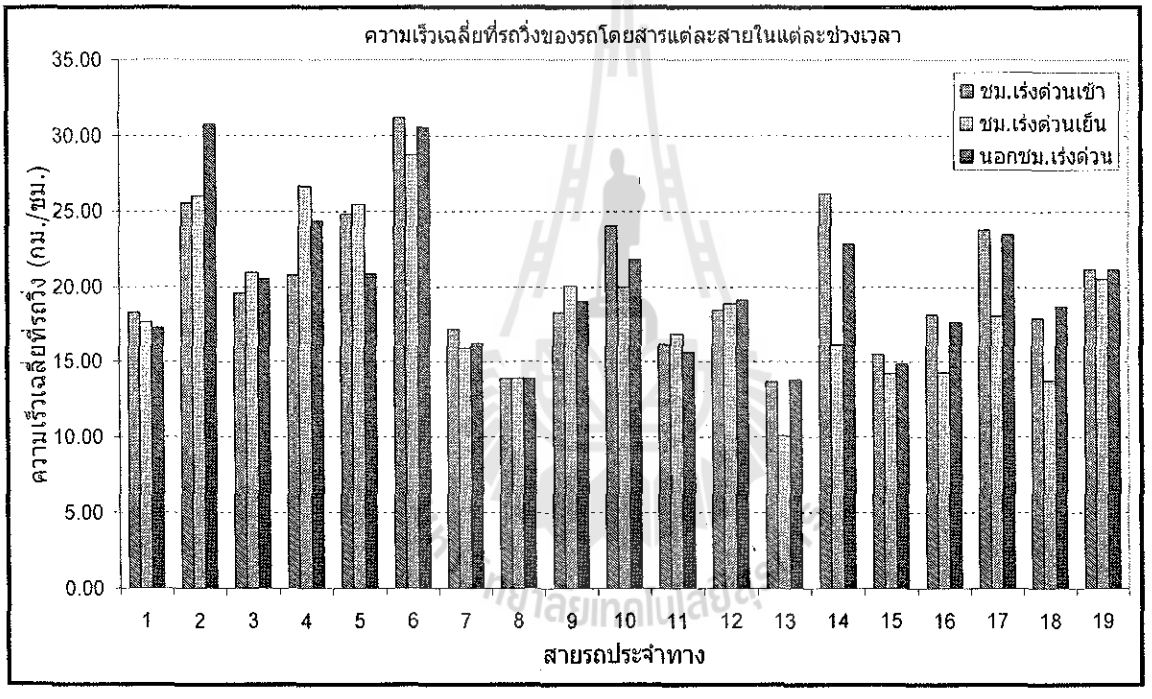
โดยได้ทำการศึกษาทางด้านความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในแต่ละสาย จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลงในแต่ละสาย ความหนาแน่นบนรถโดยสารประจำทาง ความถี่ในการให้บริการ ความสม่ำเสมอในการให้บริการ โดยข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจากการสำรวจข้อมูล 2 ส่วนด้วยกันคือ การสำรวจบนรถโดยสารและการสำรวจที่ป้ายจอดรถ โดยผลสรุปที่ได้จากการสำรวจบนรถโดยสารประจำทางในแต่ละสายแสดงไว้ในหัวข้อต่อไปดังนี้

#### 3.3.1 ความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในแต่ละสาย

ความเร็วที่ใช้ในการเดินรถเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงคุณภาพการให้บริการทางด้านเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนรถโดยสารประจำทาง ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่จะชี้ให้เห็นถึงการยกระดับการให้บริการของ

ระบบรถโดยสารประจำทาง ถ้าเวลาที่ใช้ในการเดินทางมากเกินไปเมื่อเทียบกับระบบขนส่งรูปแบบอื่น อาจทำให้ผู้ใช้บริการหันไปใช้การเดินทางรูปแบบอื่น เพื่อความรวดเร็วในการเดินทาง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยที่รถใช้วิ่งในแต่ละสาย แสดงไว้ในรูปที่ 3-9 พบว่า สายรถที่ให้บริการความเร็วต่ำที่สุดส่วนใหญ่เป็นสายที่วิ่งให้บริการเฉพาะเขตตัวเมืองชั้นในของเขตเทศบาลนครราชสีมา ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีปริมาณการจราจรและประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น ทำให้ไม่สามารถใช้ความเร็วในการเดินรถได้มากนัก รถโดยสารประจำทางที่มีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางน้อยที่สุดคือรถสาย 13 โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 12.53 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รองลงมาเป็นรถสาย 8 มีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 13.88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง




**รูปที่ 3-9** ความเร็วเฉลี่ยที่รถวิ่งของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา

รองลงมาเป็นรถสาย 15 โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 14.89 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับสายรถที่ให้บริการความเร็วสูงที่สุดส่วนใหญ่เป็นสายที่วิ่งให้บริการจากตัวชานเมืองเข้าสู่ตัวเมือง ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีประชากรอาศัยไม่มากนักและเป็นเส้นทางที่มีปริมาณจราจรเบาบาง โดยสายรถที่มีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางมากที่สุดคือรถสาย 6 โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 30.14 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รองลงมาเป็นรถสาย 2 โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 27.45 กิโลเมตร

ต่อชั่วโมง รองลงมาเป็นรถสาย 4 โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ 23.92 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อวิเคราะห์ความเร็วที่รถให้บริการในแต่ละสายโดยแยกแบ่งตามช่วงเวลา จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 3-2 พบว่าในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น สายรถประจำทางส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วได้ไม่มากนัก เนื่องจากมีผู้ใช้บริการมากขึ้นทำให้ต้องเสียเวลาในการหยุดจอดรับส่งผู้โดยสารบ่อย และเนื่องจากสภาพการจราจรที่มีปริมาณการจราจรมากในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน โดยความเร็วของรถโดยสารประจำทางในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นอยู่ในช่วง 15-20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงนอกชั่วโมงเร่งด่วนความเร็วของรถโดยสารอยู่ในช่วง 20-25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

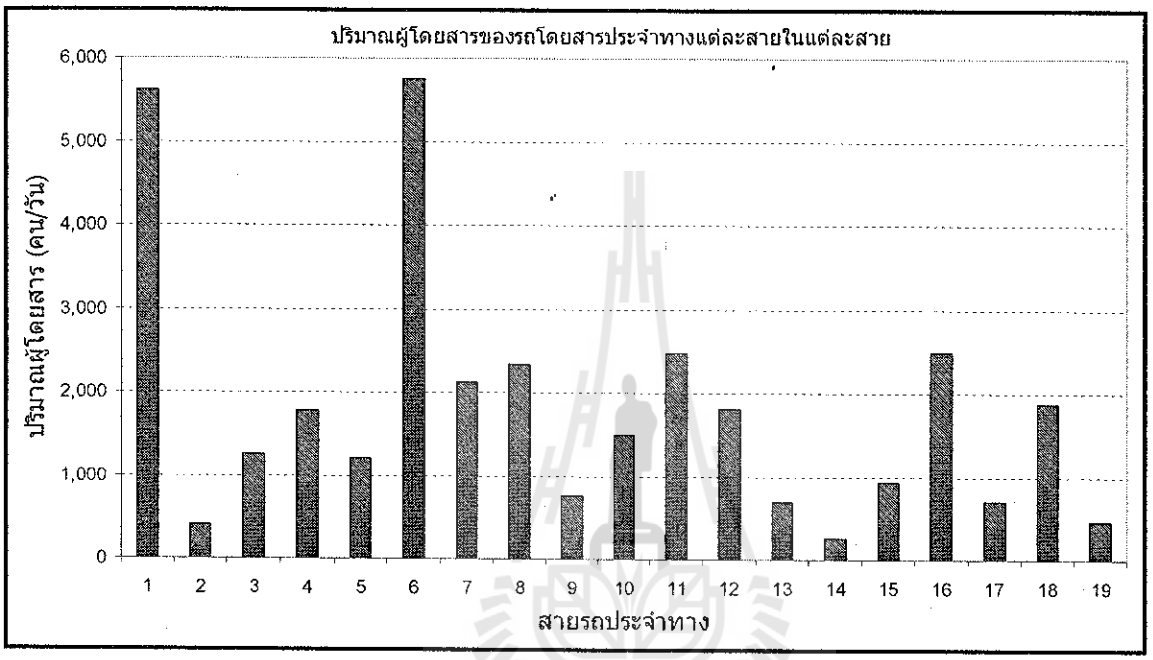
**ตารางที่ 3-2** ความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของรถโดยสารประจำทาง

| ช่วงเวลา | ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า | | | | ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น | | | | นอกชั่วโมงเร่งด่วน | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ความเร็วของรถโดยสาร (กม./ชม.) | 10-15 กม./ชม. | 15-20 กม./ชม. | 20-25 กม./ชม. | >25 กม./ชม. | 10-15 กม./ชม. | 15-20 กม./ชม. | 20-25 กม./ชม. | >25 กม./ชม. | 10-15 กม./ชม. | 15-20 กม./ชม. | 20-25 กม./ชม. | >25 กม./ชม. |
| สายรถโดยสารประจำทาง | 8 | 1 | 4 | 2 | 8 | 1 | 3 | 2 | 8 | 1 | 3 | 2 |
| | 13 | 3 | 5 | 6 | 13 | 7 | 19 | 4 | 13 | 7 | 4 | 6 |
| | | 7 | 10 | 14 | 15 | 9 | | 5 | 15 | 9 | 5 | |
| | | 9 | 17 | | 16 | 10 | | 6 | | 11 | 10 | |
| | | 11 | 19 | | | 11 | | | | 12 | 14 | |
| | | 12 | | | | 12 | | | | 16 | 17 | |
| | | 15 | | | | 14 | | | | | 19 | |
| | | 16 | | | | 17 | | | | | | |

### 3.3.2 ปริมาณผู้โดยสารในแต่ละสาย

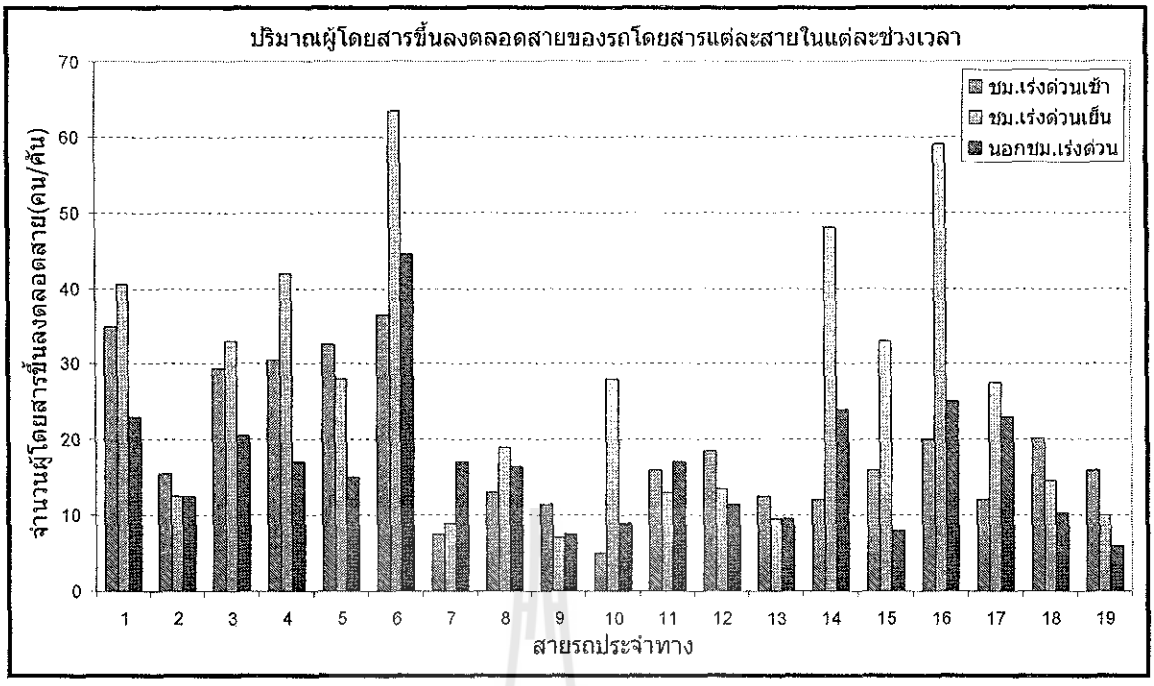
ทางด้านปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการของรถโดยสารต่อวันในแต่ละสายซึ่งเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงผู้ที่เข้ามาใช้บริการของรถโดยสาร และรายได้ที่เกิดขึ้นของรถโดยสารในแต่ละสาย ในการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ได้ทำการสำรวจผู้โดยสารที่ขึ้น-ลงรถในแต่ละช่วงเวลาของรถโดยสารแต่ละคัน จากนั้นนำไปคูณกับจำนวนรถที่ปล่อยในช่วงเวลานั้น จะทำให้ได้จำนวนผู้โดยสายขึ้น-ลงตลอดสาย ในแต่ละช่วงเวลา และหากนำปริมาณผู้โดยสารที่ขึ้นรถโดยสารในแต่ละช่วงเวลาไปรวมกันก็จะได้ปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการตลอดสาย โดยจากผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3-10 พบว่าในปัจจุบันมีผู้โดยสารที่ใช้บริการเฉลี่ยประมาณ 34,423 คนต่อวัน โดยลักษณะการเดินทางจากรูปที่ 3-11 จะเห็นว่าการเดินทางส่วนใหญ่แล้วจะมีผู้เดินทางมากในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมากกว่าช่วงชั่วโมงเร่งด่วน

เช้า โดยสายรถที่มีปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการของรถโดยสารต่อวันน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นสายรถที่มีระยะเวลาในการปล่อยรถนาน และความสม่ำเสมอในการปล่อยรถไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้ผู้โดยสารต้องรอรถนาน จึงเป็นสาเหตุให้ไม่ค่อยได้รับความนิยมในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางสายนั้นเท่าที่ควร ส่วนสายรถที่มีปริมาณผู้เดินทางค่อนข้างมากส่วนใหญ่เป็นสายรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถน้อยและมีความสม่ำเสมอในการปล่อยรถ




**รูปที่ 3-10** ปริมาณผู้โดยสารของรถโดยสารประจำทางแต่ละสาย

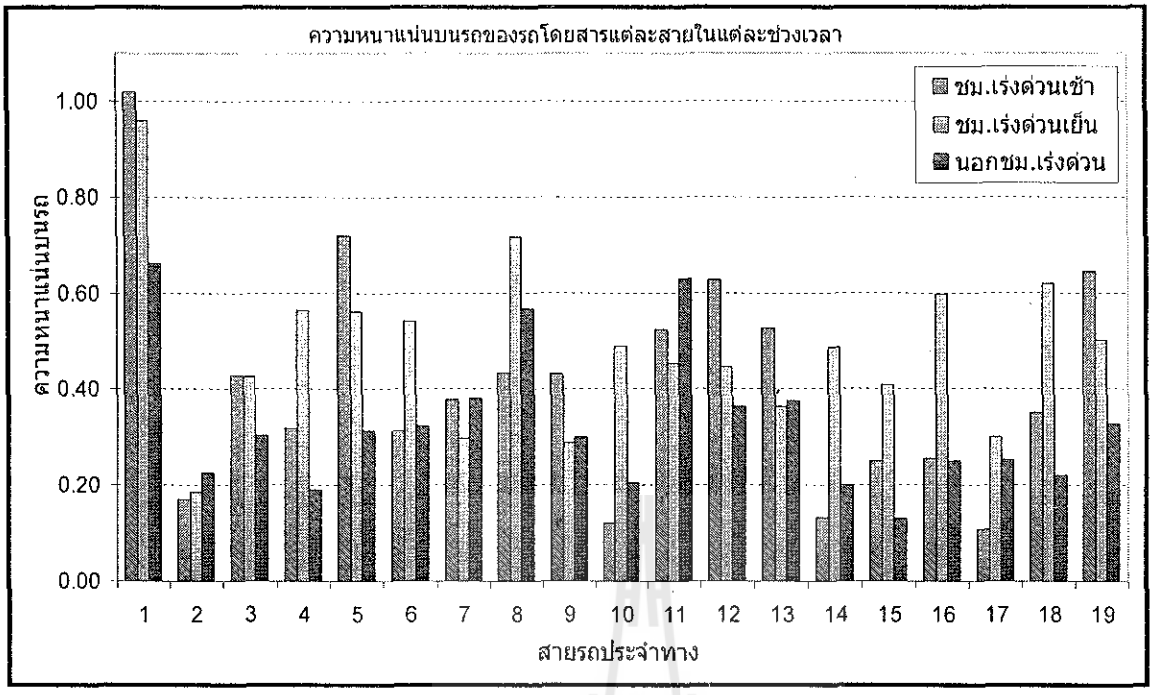
จากรูปที่ 3-10 พบว่ารถที่มีปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการรถโดยสารต่อวันน้อยสุดคือรถสาย 14 มีปริมาณผู้โดยสาร 252 คนต่อวัน รองลงมาเป็นรถสาย 2 มีปริมาณผู้โดยสาร 403 คนต่อวัน รองลงมาเป็นรถสาย 19 มีปริมาณผู้โดยสาร 463 คนต่อวัน รถที่มีปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการรถโดยสารต่อวันมากที่สุดคือรถสาย 1 โดยมีปริมาณผู้โดยสาร 5,616 คนต่อวัน รองลงมาเป็นรถสาย 6 มีปริมาณผู้โดยสาร 5,759 คนต่อวัน รองลงมาเป็นรถสาย 16 มีปริมาณผู้โดยสาร 2,484 คนต่อวัน




**รูปที่ 3-11** ปริมาณผู้โดยสารขึ้นลงตลอดสายของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา

### 3.3.3 ความหนาแน่นบนรถโดยสารแต่ละสาย

สำหรับความหนาแน่นบนรถโดยสารประจำทาง จะเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนผู้โดยสารต่อความจุบนตัวรถโดยสารประจำทาง อธิบายได้ว่าบนรถโดยสารประจำทางในแต่ละสายมีความหนาแน่นมากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ได้ทำการวิเคราะห์โดยหาสัดส่วนจำนวนผู้โดยสารที่อยู่บนรถมากที่สุดของรถแต่ละคันต่อความจุของรถที่สามารถรองรับได้ โดยจากการวิเคราะห์ผลในรูปที่ 3-12 พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น จะมีความหนาแน่นบนรถโดยสารมากกว่านอกช่วงเวลาเร่งด่วน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเดินทางมาก และจากการวิเคราะห์ยังพบอีกว่าสายรถที่มีความหนาแน่นบนรถโดยสารมากนั้น ส่วนใหญ่เป็นสายรถที่เป็นรถให้บริการประเภท รถสองแถวและมีผู้ใช้บริการมาก เนื่องจากขนาดของรถรองรับปริมาณผู้โดยสารได้น้อย ส่วนสายรถที่มีความหนาแน่นบนรถโดยสารน้อยนั้นส่วนใหญ่เป็นสายรถที่เป็นรถให้บริการประเภท รถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศและรถโดยสารประจำทางปรับอากาศ และมีผู้ใช้บริการน้อย เนื่องจากขนาดของรถสามารถรองรับปริมาณผู้โดยสารได้มาก โดยสายรถที่มีความหนาแน่นบนรถโดยสารมากที่สุดคือรถสาย 1 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.88 รองลงมาเป็นรถสาย 8 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.57 รองลงมาเป็นรถสาย 11 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.54 รถที่มีความหนาแน่นบนรถโดยสารน้อยที่สุดคือรถสาย 2 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.194 รองลงมาเป็นรถสาย 17 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.22 รองลงมาเป็นรถสาย 15 มีความจุบนรถโดยสารเท่ากับ 0.263




**รูปที่ 3-12** ความหนาแน่นของรถโดยสารแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา

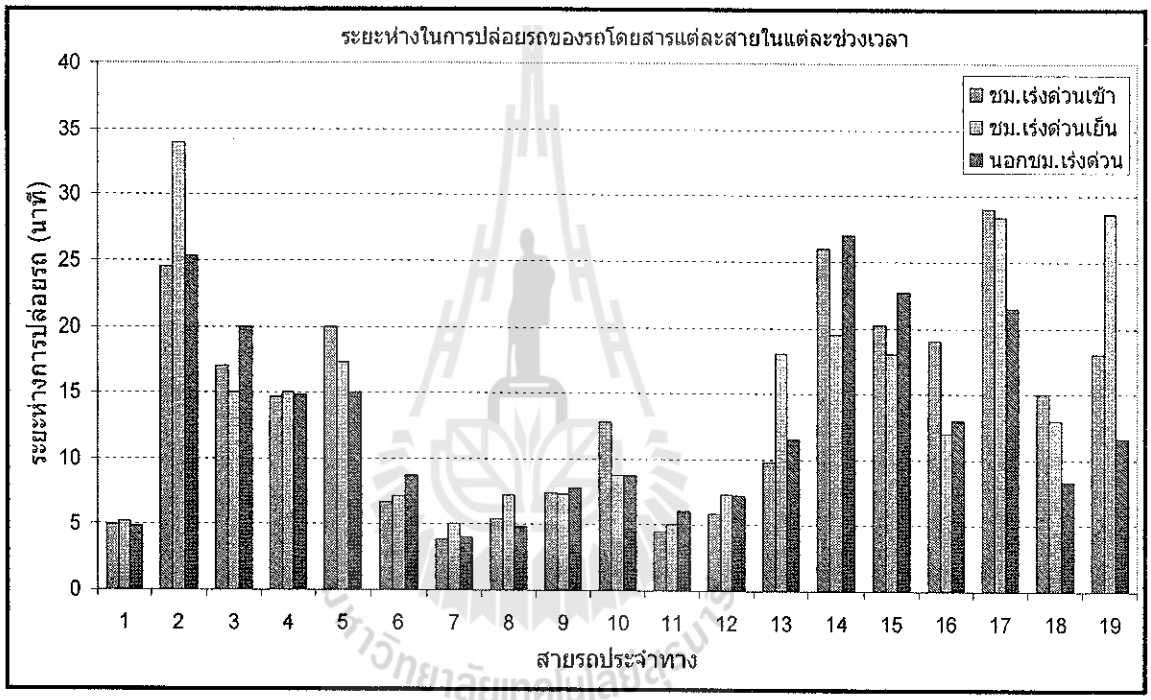
### 3.3.4 ระยะห่างในการปล่อยรถสายรถโดยสารประจำทาง

ความถี่ในการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง ทำให้เราทราบถึงช่วงเวลา ระหว่างคันรถของรถโดยสารประจำทาง และเวลาที่ใช้ในการรอรถโดยสารประจำทาง

ระยะเวลาที่ใช้ในการรอรถจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ระหว่างคันรถ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กล่าวคือ ถ้าช่วงเวลาระหว่างคันรถยิ่งยาว จะทำให้เวลาที่ใช้ในการรอรถเพิ่มขึ้น ถ้าช่วงเวลาระหว่างคันรถยิ่งน้อยจะทำให้เวลาที่ใช้ในการรอรถน้อยลงไปด้วย

ทางด้านระยะห่างในการปล่อยรถสายรถประจำทางซึ่งเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงระยะห่างระหว่างคันรถ และเวลาที่ใช้ในการรอรถโดยสารประจำทาง เนื่องจากลักษณะการปล่อยรถโดยสารประจำทางในจังหวัดนครราชสีมาไม่มีตารางในการปล่อยรถที่แน่นอน ในการศึกษานี้จึงได้ทำการวิเคราะห์โดยหาระยะห่างในการปล่อยรถ เป็นค่าเฉลี่ยของระยะห่างในการปล่อยรถของแต่ละสาย ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 3-13 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่าสายรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถน้อยซึ่งเป็นการให้บริการที่ดีนั้นส่วนใหญ่เป็นสายรถรถที่วิ่งผ่านแหล่งธุรกิจ ชุมชนหนาแน่น โดยมีระยะห่างในการปล่อยรถไม่เกิน 10 นาที ส่วนสายรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถสูงซึ่งเป็นการให้บริการที่ไม่ดีนั้นส่วนใหญ่เป็นสายรถรถที่วิ่งผ่านแหล่งชุมชนบริเวณชาน

เมืองระยะห่างในการปล่อยรถโดยเฉพาะนอกเวลาเร่งด่วนส่วนใหญ่จะเกิน 20 นาทีขึ้นไป ระยะห่างในการปล่อยรถสูงที่สุดคือรถสาย 2 โดยมีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 28 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คันรองลงมาเป็นรถสาย 17 มีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 26 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คันรองลงมาเป็นรถสาย 14 มีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 24 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คัน ในส่วนของรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถน้อยที่สุดคือรถสาย 7 มีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 4 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คันรองลงมาเป็นรถสาย 1 มีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 5 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คันรองลงมาเป็นรถสาย 11 มีระยะห่างในการปล่อยรถประมาณ 5.16 นาทีต่อการปล่อยรถ 1 คัน

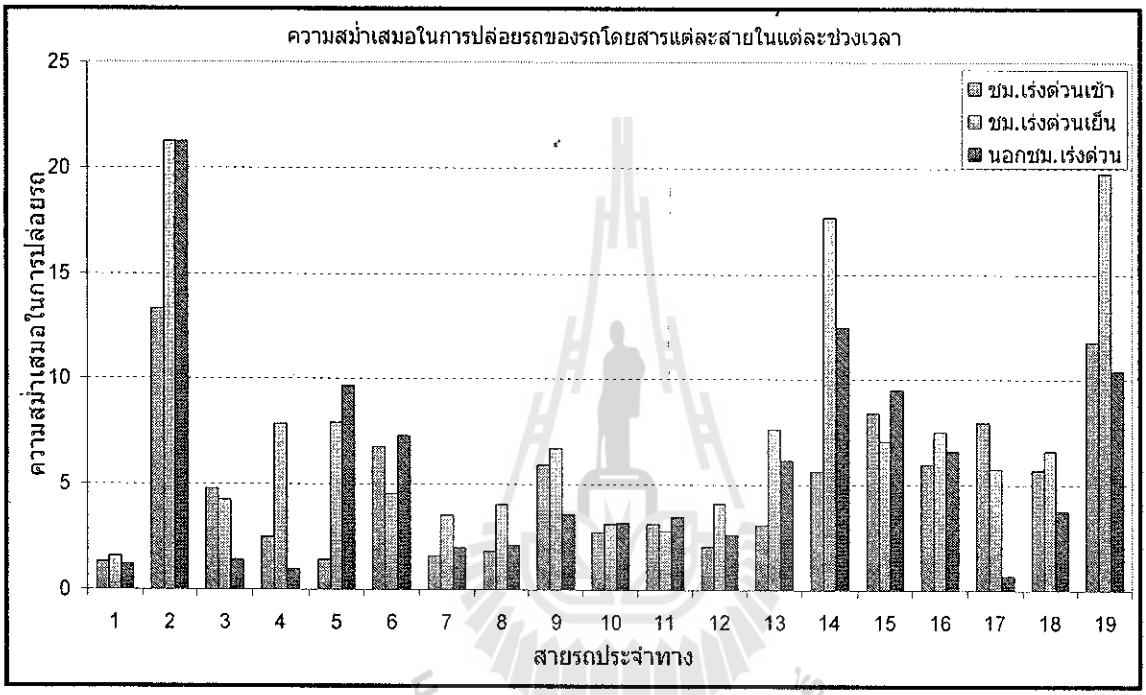



**รูปที่ 3-13** ระยะห่างในการปล่อยรถของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา

### 3.3.5 ความสม่ำเสมอในการปล่อยรอสายรถโดยสารประจำทาง

ทางด้านความสม่ำเสมอทางด้านการให้บริการนั้นซึ่งเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงความสม่ำเสมอในการปล่อยรถออกมาให้บริการ และสะท้อนให้เห็นถึงความไม่แน่นอนในการรอรถ ซึ่งหาได้จากการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะห่างในการปล่อยรถในแต่ละสาย ซึ่งถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการรอรถมีความแน่นอนต่ำ ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการรอรถมีความแน่นอนสูงโดยจากการวิเคราะห์ผลในรูปที่ 3-14 พบว่ารถที่ไม่มีความสม่ำเสมอในการให้บริการ ส่วนใหญ่เป็นสายรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถสูง และรถที่มีความสม่ำเสมอในการให้บริการ ส่วนใหญ่เป็นสายรถที่มีระยะห่างในการ

ปล่อยรถน้อย โดยพบว่าสายรถที่มีระยะห่างในการปล่อยรถสูงสุดคือรถสาย 2 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 18.58 รองลงมาเป็นรถสาย 19 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 13.99 รองลงมาเป็นรถสาย 14 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 11.94 รถที่มีความสม่ำเสมอในการให้บริการดีที่สุดคือรถสาย 1 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 1.37 รองลงมาเป็นรถสาย 7 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 2.37 รองลงมาเป็นรถสาย 8 โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 2.66




**รูปที่ 3-14** ความสม่ำเสมอในการปล่อยรถของรถโดยสารประจำทางแต่ละสายในแต่ละช่วงเวลา

## 3.4 ทัศนคติของประชาชนต่อการให้บริการรถโดยสารประจำทาง

ในการเก็บข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นการสำรวจทัศนคติการให้บริการรถโดยสารประจำทาง ว่ามีความพึงพอใจต่อระบบรถโดยสารประจำทางในแต่ละปัจจัยมากน้อยเพียงไร ทั้งนี้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่อไป โดยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ ส่วนของผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ และในส่วนของผู้ใช้บริการรถโดยสารไม่ประจำ

เพื่อตรวจสอบว่า ปัจจัยต่างๆ ของการให้บริการที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสารนั้นมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการ และเป็นปัจจัยที่หน่วยงานที่

เกี่ยวข้องควรให้ความสนใจ และปรับปรุงให้มีคุณภาพของการให้บริการที่สูงขึ้น โดยในการวิเคราะห์ได้แยกข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะการเดินทาง โดยใช้สมมติฐานที่ว่าคนที่เลือกการเดินทางที่ต่างกันจะคำนึงถึงปัจจัยของการเดินทางที่ต่างกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ และกลุ่มของผู้เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางไม่ประจำ โดยแบ่งตามลักษณะการเดินทางของคนในพื้นที่นั้นซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ การเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และการเดินทางโดยกลุ่มรถสาธารณะ เช่น รถโดยสารประจำทาง รถสามล้อ

ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้โดยสารครั้งนี้ได้ใช้การวิเคราะห์แบบ ค่าลำดับคะแนน (Impact Score) ซึ่งเป็นค่าตัวเลขที่แสดงให้ทราบถึงระดับอิทธิพลของปัจจัยการให้บริการที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อทัศนคติและระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสารที่มีผลต่อปัจจัยเหล่านั้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะได้นำเสนอต่อไปตามลำดับต่อไปนี้

**3.4.1 กลุ่มผู้เดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทางเป็นประจำ**

จากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบทัศนคติของผู้โดยสารในกลุ่มของผู้เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ในการจัดลำดับปัจจัยต่างๆ จะพิจารณาจัดลำดับออกเป็น 3 กลุ่มตามเกณฑ์ที่พิจารณาได้แก่ การจัดลำดับปัจจัยตามค่าลำดับคะแนน การจัดลำดับปัจจัยตามค่าช่วงห่างค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวม และการจัดลำดับปัจจัยตามค่าช่วงห่างค่าสัดส่วนของผู้ที่พบปัญหา การจัดลำดับปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้ จะเรียงลำดับค่าที่ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาจากมากไปหาน้อย โดยพิจารณาที่ความแตกต่างระหว่างค่าซึ่งอยู่ในลำดับถัดกันเป็นหลัก ถ้าความแตกต่างดังกล่าวมีค่าไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ ปัจจัยเหล่านั้นก็จะถูกกำหนดให้มีค่าลำดับที่ค่าเดียวกัน แต่ถ้าความแตกต่างดังกล่าวมีค่าเกินจากขีดจำกัดที่กำหนดไว้ ปัจจัยเหล่านั้นก็จะมีค่าลำดับที่ต่างกัน

เนื่องจากในการจัดลำดับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ เป็นเพียงขั้นตอนที่ทำเพื่อให้เห็นถึงระดับที่แตกต่างกันของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เท่านั้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดขีดจำกัดของค่าความแตกต่างสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของจำนวนลำดับที่ที่ต้องการเป็นสำคัญ

ด้วยวิธีดังกล่าว เราสามารถจัดลำดับปัจจัยของการให้บริการตามค่าลำดับคะแนนได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 11 โดยลำดับปัจจัยที่ 1 หมายถึง เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสาร มากที่สุด และเป็นปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการเป็นลำดับแรก และปัจจัยลำดับที่ 11 หมายถึง เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสาร น้อยที่สุด และสามารถจัดลำดับปัจจัยการให้บริการเมื่อพิจารณาจากค่าช่วงห่างได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 9 (ค่ามัธยฐานของค่าลำดับที่เท่ากับ 5 ) ในขณะที่เมื่อพิจารณาจากลำดับค่าสัดส่วนของการพบข้อขัดข้องแล้ว จะสามารถจัดลำดับปัจจัยการให้บริการได้อยู่ในช่วงระหว่าง ลำดับที่ 1 ถึง 11 (ค่ามัธยฐานของค่าลำดับที่เท่ากับ 6 )

**ตารางที่ 3-3** การจัดลำดับปัจจัยการให้บริการที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยการจัดลำดับคะแนนของกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ

| ปัจจัยที่ | ปัจจัยการให้บริการ<br>ค่ามัธยฐานลำดับที่ของค่าช่วงห่าง=5<br>ค่ามัธยฐานลำดับสัดส่วนที่พบปัญหา=6<br>N=300 | ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมของกลุ่มผู้โดยสารที่พบปัญหา | ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมของกลุ่มผู้โดยสารที่ไม่พบปัญหา | ค่าช่วงห่างเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวม | | ค่าสัดส่วนของผู้โดยสารที่พบปัญหา | | ค่าลำดับคะแนน Impact Score | ลำดับที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ค่าช่วงห่าง | ลำดับที่ | ค่าสัดส่วน | ลำดับที่ | | |
| 14 | มารยาทคนขับรถ | 4.390 | 7.218 | 2.829 | 4 | 0.710 | 2 | 2.008 | 1 |
| 7 | ความแน่นของรถ | 4.861 | 7.302 | 2.441 | 7 | 0.790 | 1 | 1.928 | 2 |
| 16 | ความสะอาด | 4.605 | 7.300 | 2.695 | 5 | 0.700 | 2 | 1.887 | 3 |
| 15 | ความทันสมัยของรถ | 4.588 | 7.155 | 2.567 | 6 | 0.720 | 2 | 1.848 | 3 |
| 6 | ความตรงต่อเวลา | 4.665 | 7.812 | 3.147 | 2 | 0.557 | 5 | 1.752 | 4 |
| 10 | ความปลอดภัยขณะโดยสารรถ | 4.509 | 7.397 | 2.888 | 4 | 0.530 | 5 | 1.530 | 5 |
| 1 | ระยะเวลาที่เดินทางมาถึงป้ายจอด | 4.681 | 7.982 | 3.300 | 1 | 0.450 | 7 | 1.485 | 6 |
| 13 | ระยะห่างระหว่างป้ายจอดรถ | 5.063 | 7.411 | 2.349 | 8 | 0.587 | 5 | 1.378 | 7 |
| 2 | ระยะเวลาในการเดินทาง | 4.728 | 7.726 | 2.998 | 3 | 0.453 | 7 | 1.359 | 7 |
| 12 | ความสะดวกในการเข้าถึงป้ายรถ | 4.783 | 7.654 | 2.872 | 4 | 0.460 | 6 | 1.321 | 7 |
| 8 | ความปลอดภัยในการมาถึงป้าย | 4.944 | 7.561 | 2.617 | 5 | 0.475 | 6 | 1.243 | 8 |
| 9 | ความปลอดภัยในการรอรถ | 5.200 | 7.521 | 2.321 | 8 | 0.450 | 7 | 1.045 | 9 |
| 3 | ระยะเวลาในการรอรถ | 5.299 | 7.590 | 2.292 | 9 | 0.447 | 8 | 1.024 | 9 |
| 4 | จำนวนครั้งในการต่อรถ | 5.233 | 7.900 | 2.666 | 5 | 0.301 | 11 | 0.803 | 10 |
| 11 | ความสะดวกในการเดินทาง | 5.459 | 7.649 | 2.190 | 9 | 0.363 | 9 | 0.796 | 10 |
| 5 | ค่าโดยสาร | 5.376 | 7.593 | 2.217 | 9 | 0.337 | 10 | 0.746 | 11 |

จากตารางที่ 3-3 ได้แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยการให้บริการ 4 ลำดับแรกที่ควรให้ความสนใจ และควรได้รับการปรับปรุงให้มีคุณภาพของการให้บริการดีขึ้น ได้แก่ มารยาทของพนักงานขับรถ ความแน่นของรถ ความสะอาด และความทันสมัยของรถ

เมื่อพิจารณาปัจจัยลำดับที่ 1 ถึง 4 พบว่ามีความสอดคล้องกันระหว่างระดับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยดังกล่าว และค่าสัดส่วนของผู้ที่ประสบปัญหาเหล่านี้ นั่นคือ ปัจจัยทั้ง 4 ลำดับแรกนี้ มีระดับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น จัดอยู่ในลำดับที่สูง ถึงระดับปานกลาง ซึ่งพิจารณาได้จากค่าช่วงห่าง (Gap Score) ของปัจจัยเหล่านั้น ซึ่งเมื่อมาเรียงลำดับปัจจัยเหล่านั้นแล้วพบว่า อยู่ในลำดับต้นๆ แทบทั้งสิ้น

สำหรับค่าความสอดคล้องอีกส่วนหนึ่งคือ ค่าสัดส่วนของการพบปัญหาอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เหล่านั้น นั่นคือ ปัจจัยที่อยู่ใน 4 อันดับแรกนี้ จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม พบว่า เป็นปัจจัยที่ถูกรายงานจากผู้โดยสารว่าพบข้อขัดข้องอันเนื่องมาจากปัจจัยเหล่านั้นค่อนข้างบ่อย ซึ่งพิจารณาได้จากค่าสัดส่วนของผู้โดยสารที่พบข้อขัดข้องของแต่ละปัจจัยเหล่านั้น และเมื่อทำการเรียงลำดับจากค่ามากไปหาค่าน้อยแล้ว พบว่า จัดอยู่ในลำดับต้นๆ (มีลำดับที่สูงกว่าค่ามัธยฐาน) ทุกปัจจัยเช่นเดียวกับผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียงลำดับค่าช่วงห่าง

**3.4.2 กลุ่มผู้เดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ**

สำหรับการเดินทางของผู้โดยสารในกลุ่มของผู้ที่ไม่ได้เดินทางด้วยรถโดยสารเป็นประจำ จะถูกนำไปวิเคราะห์เช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.4.1 โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้ถูกรวบรวมไว้ในตารางที่ 3-4 ซึ่งได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

ปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ 3-4 จะถูกเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยโดยพิจารณาจากค่าลำดับคะแนนที่ได้จากการคำนวณ ค่าลำดับที่ของปัจจัยต่างๆ จะถูกกำหนดด้วยวิธีเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 3.4.1 ด้วยวิธีดังกล่าว เราสามารถจัดลำดับของการให้บริการตามค่าลำดับคะแนนได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 13 โดยลำดับปัจจัยที่ 1 หมายถึง เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสาร มากที่สุด และเป็นปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการเป็นลำดับแรก และปัจจัยลำดับที่ 13 หมายถึง เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสาร น้อยที่สุด และสามารถจัดลำดับปัจจัยการให้บริการเมื่อพิจารณาจากค่าช่วงห่างได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1 ถึง 11 (ค่ามัธยฐานของค่าลำดับที่เท่ากับ 4 ) ในขณะที่เมื่อพิจารณาจาก

ลำดับค่าสัดส่วนของการพบข้อขัดข้องแล้ว จะสามารถจัดลำดับปัจจัยการให้บริการได้อยู่ในช่วงระหว่าง ลำดับที่ 1 ถึง 13 (ค่ามัธยฐานของค่าลำดับที่เท่ากับ 6 )

**ตารางที่ 3-4** การจัดลำดับปัจจัยการให้บริการที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบด้วยการจัดลำดับคะแนน ของกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ

| ปัจจัยที่ | ปัจจัยการให้บริการ<br>ค่ามัธยฐานลำดับที่ของค่าช่วงห่าง=4<br>ค่ามัธยฐานลำดับสัดส่วนที่พบปัญหา=6<br>N=200 | ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมของกลุ่มผู้โดยสารที่พบปัญหา | ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจโดยรวมของกลุ่มผู้โดยสารที่ไม่พบปัญหา | ค่าช่วงห่างเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวม | | ค่าสัดส่วนของผู้โดยสารที่พบปัญหา | | ค่าลำดับคะแนน Impact Score | ลำดับที่ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ค่าช่วงห่าง | ลำดับที่ | ค่าสัดส่วน | ลำดับที่ | | |
| 15 | ความทันสมัยของรถ | 4.902 | 8.509 | 3.607 | 2 | 0.722 | 3 | 2.605 | 1 |
| 2 | ระยะเวลาในการเดินทาง | 4.671 | 8.021 | 3.350 | 5 | 0.764 | 1 | 2.559 | 2 |
| 6 | ความตรงต่อเวลา | 4.672 | 8.200 | 3.528 | 3 | 0.673 | 6 | 2.376 | 3 |
| 7 | ความแน่นของรถ | 4.746 | 7.825 | 3.078 | 8 | 0.714 | 4 | 2.196 | 4 |
| 11 | ความสะดวกในการเดินทาง | 4.884 | 8.049 | 3.165 | 7 | 0.693 | 5 | 2.195 | 4 |
| 3 | ระยะเวลาในการรอรถ | 4.882 | 7.873 | 2.991 | 9 | 0.724 | 2 | 2.164 | 5 |
| 14 | มารยาทคนขับรถ | 4.140 | 8.676 | 4.536 | 1 | 0.470 | 8 | 2.131 | 6 |
| 10 | ความปลอดภัยขณะโดยสารรถ | 5.097 | 8.000 | 2.903 | 9 | 0.724 | 2 | 2.101 | 6 |
| 16 | ความสะอาด | 5.210 | 7.745 | 2.536 | 11 | 0.722 | 3 | 1.831 | 7 |
| 8 | ความปลอดภัยในการมาถึงป้าย | 4.628 | 8.105 | 3.477 | 4 | 0.472 | 8 | 1.642 | 8 |
| 13 | ระยะห่างระหว่างป้ายจอดรถ | 4.798 | 8.400 | 3.602 | 2 | 0.447 | 10 | 1.611 | 8 |
| 1 | ระยะเวลาที่เดินทางมาถึงป้ายจอด | 4.617 | 7.505 | 2.889 | 10 | 0.535 | 7 | 1.545 | 9 |
| 4 | จำนวนครั้งในการต่อรถ | 4.844 | 8.101 | 3.256 | 6 | 0.452 | 9 | 1.473 | 10 |
| 9 | ความปลอดภัยในการรอรถ | 5.333 | 8.421 | 3.088 | 8 | 0.392 | 11 | 1.210 | 11 |
| 12 | ความสะดวกในการเข้าถึงป้ายรถ | 4.765 | 8.168 | 3.403 | 4 | 0.342 | 12 | 1.163 | 12 |
| 5 | ค่าโดยสาร | 4.951 | 8.428 | 3.477 | 4 | 0.307 | 13 | 1.066 | 13 |

จากตารางที่ 3-4 ได้แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยการที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสารมากที่สุด และควรเป็นปัจจัยที่ได้รับการส่งเสริม และปรับปรุงให้มีคุณภาพการให้บริการที่สูงขึ้น 4 อันดับแรก ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความทันสมัยของตัวรถ ปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการเดินทาง ปัจจัยทางด้านความตรงต่อเวลา ปัจจัยทางด้านความแน่นของรถ

เมื่อพิจารณาปัจจัยลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 4 พบว่าปัจจัยทั้ง 4 ลำดับแรกจะมีค่าสัดส่วนของการพบข้อขัดข้องอันเนื่องมาจากปัจจัยเหล่านั้น มีค่าลำดับที่จัดอยู่ในลำดับค่อนข้างสูงกว่าค่ามัธยฐานทุกปัจจัย โดยปัจจัยทางด้านความทันสมัยของตัวรถ มีค่าสัดส่วนจัดอยู่ในอันดับที่ 3 (เท่ากับ 0.722) สำหรับปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการเดินทาง มีค่าสัดส่วนจัดอยู่ในอันดับที่ 1 (เท่ากับ 0.764) สำหรับปัจจัยทางด้านความตรงต่อเวลา มีค่าสัดส่วนจัดอยู่ในอันดับที่ 6 (เท่ากับ 0.673) สำหรับปัจจัยทางด้านความแน่นของรถมีค่าสัดส่วนจัดอยู่ในอันดับที่ 4 (เท่ากับ 0.714)

เมื่อพิจารณาปัจจัยลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 4 เกี่ยวกับความรุนแรงของของข้อขัดข้องที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาจากค่าช่วงห่างแล้วพบว่าค่าช่วงห่างที่พบในแต่ละปัจจัยนั้นมีค่าไม่ต่างกันมากนัก ซึ่งจะทำให้ค่าสัดส่วนของการพบข้อขัดข้องมีอิทธิพลต่อการจัดลำดับปัจจัยของค่าลำดับคะแนนมากกว่า ทำให้พบว่าค่าลำดับคะแนน 4 อันดับแรก จะมีค่าช่วงห่างอยู่ในอันดับที่สูงและต่ำกว่าค่ามัธยฐาน (ค่ามัธยฐานของค่าลำดับที่เท่ากับ 4) โดยพบว่า ปัจจัยที่มีค่าช่วงห่างสูงกว่าค่ามัธยฐาน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านความทันสมัยของตัวรถนั้น มีค่าช่วงห่างถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 2 (เท่ากับ 3.607 ) ปัจจัยทางด้านความตรงต่อเวลา มีค่าช่วงห่างถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 3 (เท่ากับ 3.528 ) ส่วนปัจจัยทางที่มีค่าต่ำกว่าค่ามัธยฐาน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการเดินทาง มีค่าช่วงห่างถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 5 (เท่ากับ 3.350 ) ปัจจัยทางด้านความแน่นของตัวรถ มีค่าช่วงห่างจัดอยู่ในอันดับที่ 8 (เท่ากับ 3.078 )

## สรุปการศึกษาทัศนคติของประชาชนต่อการให้บริการรถโดยสารประจำทาง

การศึกษาทัศนคติที่มีต่อการให้บริการรถโดยสารประจำทางของผู้ใช้บริการรถโดยสารประจำทางเป็นประจำและไม่เป็นประจำ เพื่อตรวจสอบว่า ปัจจัยต่างๆ ของการให้บริการที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจโดยรวมของผู้โดยสารนั้น ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการ และเป็นปัจจัยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสนใจ และปรับปรุงให้มีคุณภาพของการให้บริการที่สูงขึ้น โดยในการศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ผลกระทบด้วยการจัดลำดับคะแนน (Impact Score Techniques) จะพบว่าปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงของผู้ใช้บริการทั้งสองกลุ่มนั้น เกิดความไม่สอดคล้องขึ้นในบางปัจจัย ซึ่งสาเหตุของความไม่สอดคล้องนั้นมาจากทัศนคติที่ต่างกันของคนสองกลุ่ม โดยปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ เมื่อพิจารณาจากกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางเป็นประจำ 4 อันดับแรก ได้แก่ มารยาทคนขับรถ ความแน่นของรถ ความสะอาด และความทันสมัยของรถ ในส่วนของปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการเมื่อพิจารณาจากกลุ่มผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ 4 อันดับแรก ได้แก่ ความทันสมัยของรถ ระยะเวลาในการเดินทาง ความตรงต่อเวลา และความแน่นของรถ

ซึ่งปัจจัยที่กลุ่มผู้เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางไม่เป็นประจำ นั้นจะหันมาใช้บริการรถโดยสารสาธารณะหากปัจจัยเหล่านี้ได้ถูกปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งแนวคิดในการนำระบบ LRT เข้ามาใช้ในการให้บริการขนส่งสาธารณะโดยจะถูกวางแผนให้เป็นเส้นทางหลัก จะเป็นการสร้างภาพหลักที่ดีให้กับระบบขนส่งสาธารณะ และก่อให้เกิดการดึงดูดผู้โดยสารรายใหม่ เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้บริการไม่เป็นประจำ ยังคำนึงถึงความทันสมัยของรถ ระยะเวลาเดินทาง การเดินรถตรงต่อเวลา ความสะอาด มารยาทของผู้ขับขี่ และมีความปลอดภัยสูงในการเดินทาง ซึ่งระบบ LRT นั้นสามารถตอบสนองและแก้ปัญหาต่อปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ได้ ทั้งนี้ต้องมีการวางแผนโครงข่ายเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางใหม่ เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นรูปแบบการเดินทางที่ใช้เสริม ทำหน้าที่ป้อนหรือกระจายผู้โดยสารจากสถานี LRT โดยจะทำให้เกิดความคล่องตัวในการเดินทางในเมืองนครราชสีมามากยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 4
# การออกแบบระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา

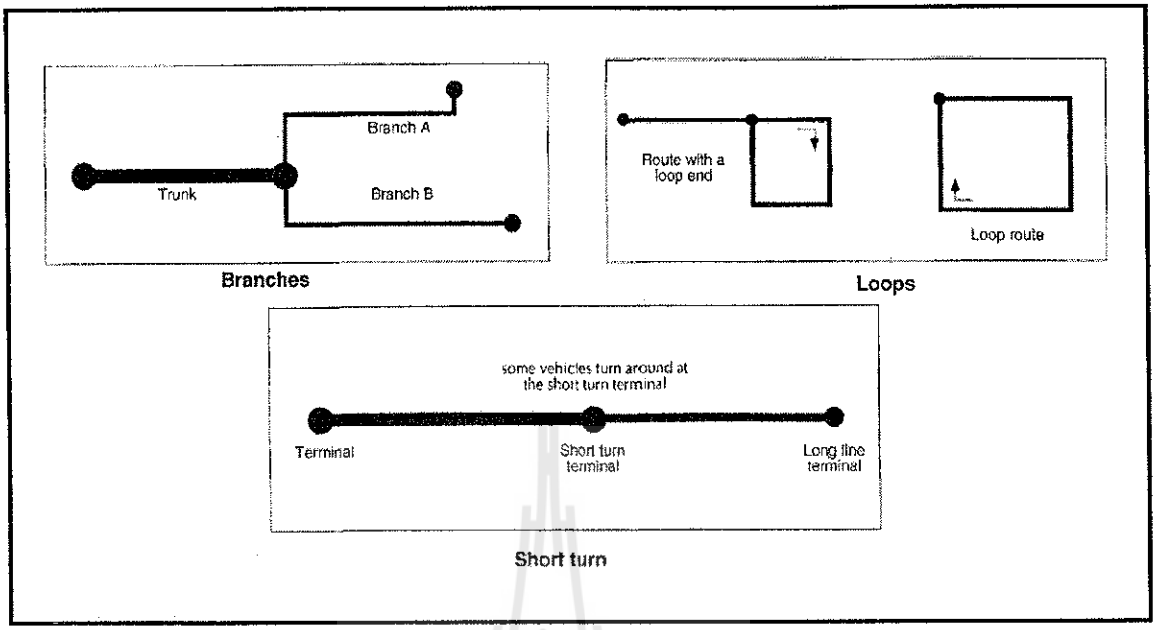
ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดและข้อคำนึงถึงในการออกแบบระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา หรือ LRT ทั้งในด้านการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบ การออกแบบระบบการจัดการควบคุมการเดินรถ รวมทั้งระบบการจัดเก็บค่าโดยสาร ซึ่งเป็นหัวใจในการบริหารจัดการระบบขนส่ง เพื่อให้เป็นแนวทางในการออกแบบขั้นต้น หรือใช้เป็นหลักในการพิจารณาหารูปแบบที่เหมาะสมในการวางแผน ออกแบบระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาให้เหมาะกับรูปแบบการเดินทางของเมือง รวมทั้งเหมาะกับสภาพภูมิประเทศ และศักยภาพของเมืองนั้นๆ

## 4.1 แนวคิดการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของ LRT

Vuchic [3] ระบุถึงองค์ประกอบทางกายภาพของระบบขนส่งสาธารณะ ที่มีความจำเป็นต้องได้รับการวางแผนและออกแบบ แบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบสำคัญ คือ

1. ยานพาหนะ (Vehicle) หรือตัวรถนั้นจะมีรูปร่างลักษณะ ขนาด ความจุ (ที่นั่งและที่ยืน) เครื่องยนต์แตกต่างกันไปตามความต้องการในการใช้งานในแต่ละพื้นที่ โดยตารางที่ 2.1 เป็นมาตรฐานของรถโดยสารประจำทางที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

2. เส้นทางและโครงข่าย (Route and Network) การออกแบบจะต้องคำนึงถึง ระยะห่างของแต่ละเส้นทาง (The Spacing of Route) และรายละเอียดในแต่ละเส้นทาง (Detailed Route Location) โดยทั่วไปแล้วระยะทางที่ผู้โดยสารเดินทางเพื่อมาใช้บริการระบบขนส่งจะเป็นตัวกำหนดระยะห่างของแต่ละเส้นทาง และอาจขึ้นอยู่กับโครงข่ายของถนนเป็นสำคัญ ดังรูปที่ 4-1 ตัวอย่างของการออกแบบแนวเส้นทางเดินรถ อาจจะเป็นการเดินรถไปแล้วกลับ หรือเดินรถวนกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยอาจกำหนดให้เป็นเส้นทางเดินรถที่วิ่งปะปนกระแสจราจรอื่น ๆ วิ่งไปบนราง หรือมีเส้นทางที่แยกออกจากการจราจร ด้วยการยกระดับหรือลอยฟ้า ทั้งนี้เส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะ ควรกำหนดให้ผ่านพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้โดยสารสูง




ที่มา: Transportation Research Board, "Transit Scheduling: Basic and Advanced Manuals", TCRP (Project 30), Washington, D.C., 1998. [6]

**รูปที่ 4-1** ลักษณะของเส้นทางเดินรถโดยสารสาธารณะ

จากหลายชิ้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเส้นทางเดินรถ สามารถสรุปขั้นตอนสำหรับการออกแบบเส้นทางเดินรถขนส่งสาธารณะออกเป็น 5 ขั้นตอนสำคัญ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การจับคู่ระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของการเดินทาง (Origin – Destination Pairs) ซึ่งจะกระทำภายได้ความต้องการในการเดินทางและรูปแบบในการเดินทาง จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดการเดินทาง เมื่อสามารถจับคู่ระหว่างความต้องการในการเดินทางและเส้นทางที่ใช้สำหรับเดินทางได้แล้ว ก็ทำการออกแบบในรายละเอียดของข้อกำหนดต่าง ๆ สำหรับตัวเมือง กำหนดตำแหน่งของสถานี สิ่งอำนวยความสะดวก

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดจุดเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสาร (Transfer Stations) เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารในการเปลี่ยนรถไปยังเส้นทางอื่น

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดเส้นทาง (Route Determinations) จะให้ความสำคัญกับตำแหน่งของโรงซ่อม จุดเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสาร เส้นทางเดินรถอาจถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางการเดินรถที่มี 2 สถานีคือ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด หรือเป็นเส้นทางเดินรถที่มีเพียงสถานีเดียวโดย มีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการเดินทางเป็นที่เดียวกัน (Loop) โดยขั้นตอนนี้จะต้องกำหนดจุดเปลี่ยนถ่ายรถไว้ในเส้นทางด้วย

ขั้นตอนที่ 4 การพิจารณาคัดเลือกเส้นทาง (Selected Routes) โดยการพิจารณาและประเมินตามเกณฑ์ 2 ข้อหลัก คือ ความยาวของเส้นทาง ต้องไม่สั้นไป หรือยากต่อการบริหารจัดการ ความยากง่ายต่อการเข้าถึง (Accessibility) และระยะห่างระหว่างเส้นทาง ซึ่งเส้นทางเดินรถไม่ควรอยู่ใกล้กัน การพิจารณาจะเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายโดยรวมในการเดินทาง (Total Transport Cost) หากเส้นทางใดมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดจะทำการคัดเลือกเส้นทางเดินรถนั้น

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินโครงข่ายโดยรวม (Overall Evaluation) ในขั้นตอนสุดท้ายนี้จะเป็นการประเมินทั้งโครงข่ายที่ได้ทำการคัดเลือกเส้นทางเดินรถทั้งหมด ในเรื่องของระดับการให้บริการ และค่าใช้จ่ายของการขนส่งทั้งหมด ซึ่งหากใช้งบประมาณสูงแต่ระดับการให้บริการต่ำ จำเป็นต้องทำการวางแผนใหม่ทุกขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลการประเมินเป็นที่ยอมรับ

3. สถานีหยุดรับส่งผู้โดยสาร (Station) เป็นสถานที่ที่ต้องเตรียมไว้สำหรับหยุดรับ หรือส่งผู้โดยสารตลอดเส้นทางเดินรถ และจำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ที่กำบังแดด หรือหลังคากันฝน ม้านั่ง หรือบางครั้งสถานีหยุดรับส่งอาจได้รับการออกแบบให้เป็นจุดเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสาร (Transfer Station) ซึ่งอาจจะเป็นการเปลี่ยนเส้นทาง หรือเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางก็ได้ การออกแบบจะต้องคำนึงถึงระยะห่างโดยประมาณของจุดหยุดรับส่ง ตำแหน่งของจุดหยุดรับส่ง ขนาด และจำนวนของท่าจอดรถ

4. อู่ หรือสถานีซ่อมบำรุง (Depot or Garage) เป็นสถานที่เก็บ หรือซ่อมบำรุงยานพาหนะ การคัดเลือกสถานที่ตั้งของอู่หรือสถานีซ่อมบำรุง จำเป็นต้อง คำนึงถึงระยะทางระหว่างอู่ถึงสถานีต้นทาง หรือปลายทาง ซึ่งกระทบต่อต้นทุนการเดินรถที่ตายตัว (Dead Heading Cost) ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และต้องมีพื้นที่กว้างขวางเพียงพอกับจำนวนรถที่จะเข้าจอด

5. ระบบควบคุม (Control System) เป็นการวางแผนการติดต่อประสานงานกัน หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับสื่อสารระหว่างยานพาหนะและผู้ควบคุมส่วนกลาง เพื่อให้การเดินรถนั้นสามารถเป็นไปตามกำหนดการเดินรถ (Route Schedule) ได้

องค์ประกอบที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นเพียงองค์ประกอบหลักทางกายภาพที่สำคัญสำหรับระบบขนส่งสาธารณะที่จำเป็นต้องได้รับการวางแผนและออกแบบให้คุ้มค่าต่อการลงทุนและตอบสนองต่อความต้องการในการเดินทางของผู้ใช้บริการได้ ทั้งนี้ระบบขนส่งสาธารณะจะมีประสิทธิภาพในการบริการมากหรือน้อยนั้นขึ้นกับ หลักหรือแนวทางในการบริหารจัดการระบบ ที่จำเป็นต้องได้รับการศึกษาเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไป

การออกแบบระบบโครงสร้างพื้นฐานของ LRT จะพิจารณาพื้นฐานของความเป็นไปได้ที่จะนำเสนอภาพลักษณ์ของรูปแบบโครงสร้างที่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชน ตลอดจนสอดคล้องกับความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาต่อไป ซึ่งการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบ LRT ประกอบไปด้วย (1) โครงข่ายเส้นทาง (2) ขบวนรถ LRT (3) ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (4) สถานีรับส่งผู้โดยสาร (5) ช่องทางเดินรถ และคันกั้นเลน (6) ศูนย์ซ่อมบำรุงศูนย์ควบคุมกลาง โดยมีรายละเอียดของแนวคิดการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบ LRT ดังนี้

### 4.1.1 โครงข่ายเส้นทาง

ในการออกแบบโครงข่ายเส้นทางระบบขนส่งมวลชนได้พิจารณาถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อลักษณะการเดินทาง ได้แก่ พฤติกรรมการเดินทางของประชาชน ที่ตั้งของแหล่งที่พักอาศัย แหล่งกิจกรรมเดินทางที่สำคัญ ลักษณะโครงข่ายถนน และการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ จากปัจจัยดังกล่าวทำให้ทราบว่าโครงข่ายเส้นทางระบบขนส่งมวลชนควรมีลักษณะในรูปแบบ สายหลัก-สายรองเสริมระบบ

**1) โครงข่ายเส้นทางสายหลัก (Main Route)**

การออกแบบโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในเส้นทางสายหลัก จำเป็นต้องมีการพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในหลายด้าน เพื่อให้บริการการเดินทางต่อการเดินทางของประชาชนในพื้นที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการออกแบบมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาที่เป็นสาระสำคัญ ดังต่อไปนี้

- พฤติกรรมการเดินทางของประชาชน สามารถพิจารณาจากผลการวิเคราะห์อุปสงค์การเดินทางของเมืองในปัจจุบัน
- แหล่งกิจกรรมการเดินทาง ลักษณะการประโยชน์ใช้ที่ดิน และแหล่งกิจกรรมนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการเดินทางของประชากร ซึ่งก่อให้เกิดทั้งการเกิดการเดินทาง (Trip production) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip attraction) ตัวอย่างเช่น การเดินทางที่พักอาศัยไปยังแหล่งกิจกรรมต่างๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การเดินทาง เช่น ไปทำงาน ไปซื้อของ ไปเรียน เป็นต้น

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงตำแหน่งและประเภทของการใช้ที่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดที่เป็นแหล่งกิจกรรมหลักของเมือง เช่น สถานที่ราชการ สถานพยาบาล แหล่งท่องเที่ยว สถานศึกษา สถานีขนส่ง ซึ่งกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ของเมือง เพื่อจะสามารถกำหนดแนวเส้นทางระบบขนส่งมวลชนที่เหมาะกับพฤติกรรมการเดินทาง

- ลักษณะการใช้งานและโครงข่ายถนน (Road network function) อันประกอบด้วยลักษณะของโครงข่าย ระบบการจราจร และลักษณะทางกายภาพของถนนในปัจจุบัน
- การเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ (Connection with other transport model) ความสามารถในการ์เชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะหรือการเดินทางอื่น ได้แก่ ระบบขนส่งชานเมือง ระบบขนส่งระหว่างเมือง (สถานีรถไฟ สนามบิน และสถานีขนส่งรถประจำทาง)

ปัจจัยข้างต้นมีผลโดยตรงต่อปริมาณผู้โดยสารที่จะเข้ามาใช้ระบบ และนำไปสู่ประเด็นสำคัญในการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชน คือการออกแบบเส้นทางให้ครอบคลุมพื้นที่สามารถเชื่อมโยงแหล่งกิจกรรมสำคัญๆ เข้าด้วยกัน มีจำนวนการต่อรถและเวลาการเดินทางน้อยที่สุด โดยโครงข่ายระบบขนส่ง

**2) โครงข่ายเส้นทางสายรองเสริมระบบ (Feeder Route)**

แนวคิดการออกแบบเส้นทางสายรองเสริมระบบ ได้แยกการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) การให้บริการต่อพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นมีความยากลำบากในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนหลักโดยพิจารณาจากแหล่งชุมชนในพื้นที่ต่างๆ ของเมือง และ (2) การรับผู้ที่เดินทางมาจากพื้นที่เขตชานเมือง ที่เดินทางเข้ามายังเขตตัวเมืองในทิศทางต่างๆ ตามโครงข่ายเส้นทางสายหลัก

### 4.1.2 ขบวนรถ LRT

ในการพิจารณาลักษณะยานพาหนะที่เหมาะสมต่อระบบที่ทำการศึกษาและจะดำเนินการสามารถรองรับปริมาณการเดินทางในปัจจุบันและอนาคตได้ อีกทั้งตอบสนองความต้องการของผู้เดินทาง ซึ่งเมื่อได้กรอบแนวคิดดังที่กล่าวมา ปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบรายละเอียดของรถ LRT มีดังนี้

**1) ลักษณะและขนาดยานพาหนะที่เหมาะสม**

ในการพิจารณาลักษณะยานพาหนะที่เหมาะสมสำหรับระบบขนส่งมวลชน ต้องพิจารณาจากเกณฑ์ต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการบริหาร ดำเนินการ ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาลักษณะ LRT ประกอบด้วย

- ขนาดรถ ความจุผู้โดยสาร สอดคล้องกับความถี่ในการให้บริการต่อความต้องการในการเดินทางในปัจจุบันและที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตและเข้ากันได้กับลักษณะทางกายภาพของโครงข่ายถนน
- เทคโนโลยีรถโดยสารสามารถนำมาใช้ได้กับสภาพแวดล้อมและเงื่อนไขต่างๆ ของเมือง
- อะไหล่ และส่วนประกอบต่างๆ ของรถมีราคาแพงและยากแก่การจัดหาหรือไม่
- มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในตัวรถ เช่น ระบบปรับอากาศ ฯลฯ
- ต้องรองรับต่อเทคโนโลยีระบบคมนาคมสื่อสาร และการส่งข้อมูล เพื่อการควบคุมจากส่วนกลาง

**2) เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อน**

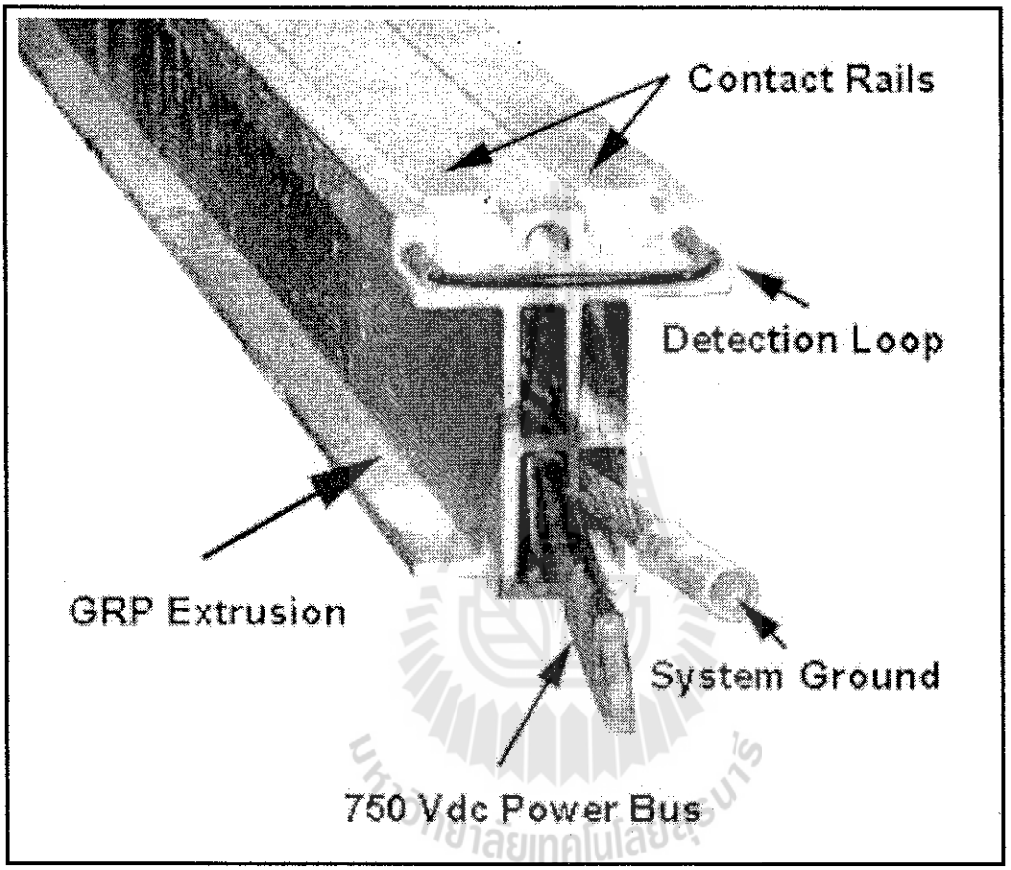
รถ LRT ที่นำมาใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันแพร่หลายในยุโรปมาเกือบศตวรรษแล้ว เครื่องยนต์จะรับพลังงานที่จ่ายมาจากโรงผลิตไฟฟ้ามายังตัวรถ โดยสารผ่านสายไฟฟ้าที่พาดอยู่บนตลอดแนวสายทาง เพื่อนำกระแสไฟฟ้ามาหมุนมอเตอร์ขับเคลื่อนรถ จึงไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากเครื่องยนต์ ในบริเวณแนวเส้นทาง แต่ทว่าการติดตั้งระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าทำให้มีราคาสูง และอาจส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของเมืองเนื่องจากสายส่งไฟฟ้าและอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้ากำลังสูง

### 4.1.3 ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับรถ LRT นั้นมีทั้งแบบกระแสสลับ 25 k-Volt AC และ 15 kV-AC หรือระบบการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้กันทั่วไปในโลก 600 Volt 750 Volt 1,500 Volt และ 3,000 Volt แต่ระบบการจ่ายไฟฟ้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบรถไฟฟ้าภายในเมือง คือ ระบบกระแสตรง 750 Volt โดยใช้รางที่สาม หรือการจ่ายผ่านสายเคเบิ้ลโยงเข้าสู่ตัวรถทางด้านบน เพื่อส่งต่อไปที่ตัวรถในการขับเคลื่อน ซึ่งรางที่สามนั้นสามารถวางในระดับเดียวกันกับรางที่รองรับล้อรถไฟ หรือรับกระแสไฟฟ้ามาจากรางที่ 3 ที่วางไว้ด้านข้างที่ยกสูง 1 ฟุต ซึ่งตัวรถจะมีแขนแตะรางเพื่อรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าหาตัวรถ ซึ่งไม่กินไฟฟ้ามากนัก พลังงานที่ใช้นั้น ใช้พลังงานไฟฟ้า โดยปราศจากควันพิษ พร้อมระบบดูดซับเสียง ในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีอีกจุดสามารถต่อเชื่อม และ

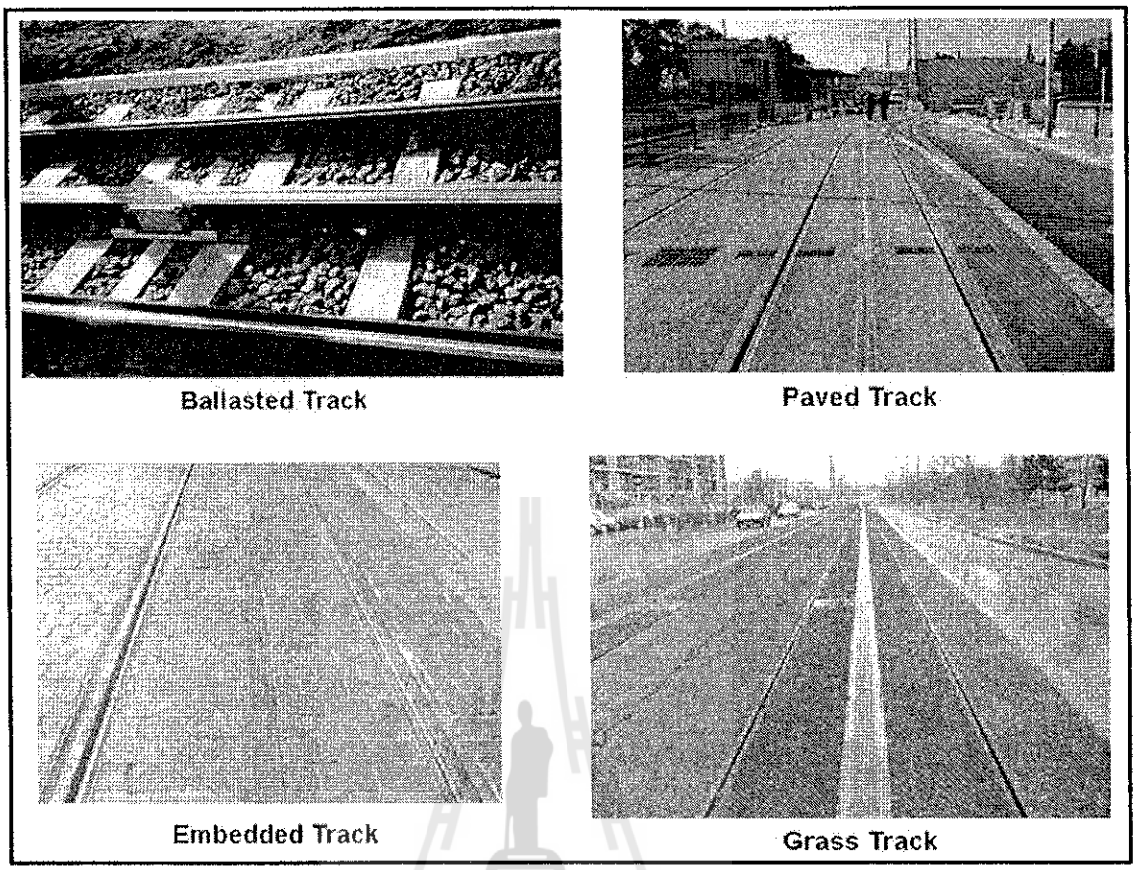
จัดระบบการจ่ายไฟฟ้า ให้เพียงพอได้ทั้งระบบ รวมทั้งสามารถส่งสัญญาณเตือนสถานะ ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ระบบป้องกันอัคคีภัยในสถานี และส่งสัญญาณมาแสดงที่ศูนย์ควบคุม การเดินรถ

ปัจจุบันการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบรถ LRT นั้นนิยมใช้รางที่สามในการจ่ายกระแสไฟให้กับตัวรถในการขับเคลื่อนซึ่งทำให้เมืองนั้นมีทัศนียภาพที่ดีขึ้น ไม่ต้องมีสายเคเบิ้ลที่ใช้ในการจ่ายกระแสไฟเข้าสู่รถ LRT โยงตลอดแนวเส้นทาง

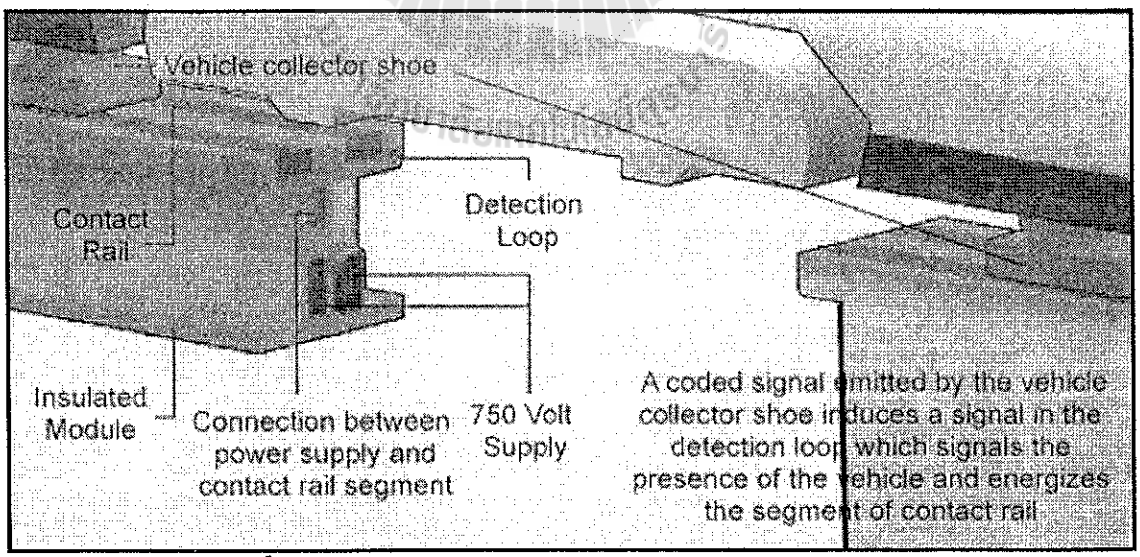



**รูปที่ 4-2** แสดงหน้าตัดของรางที่ใช้ในการส่งกระแสไฟฟ้า

จากรูปที่ 4-2 ถึง 4-4 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของรางที่ใช้สำหรับส่งกระแสไฟฟ้า และลักษณะของการก่อสร้าง ซึ่งมีความปลอดภัยต่อยานพาหนะที่สัญจรผ่านไปมา หรือผู้โดยสาร โดยขบวนรถ LRT จะมีอุปกรณ์ที่สัมผัสกับรางเพื่อรับเอากระแสไฟฟ้าป้อนเข้าสู่ตัวรถ ที่เรียกว่า “Vehicle collector shoe”




**รูปที่ 4-3** ลักษณะของการก่อสร้างระบบการจ่ายไฟฟ้าด้วยรางที่ 3

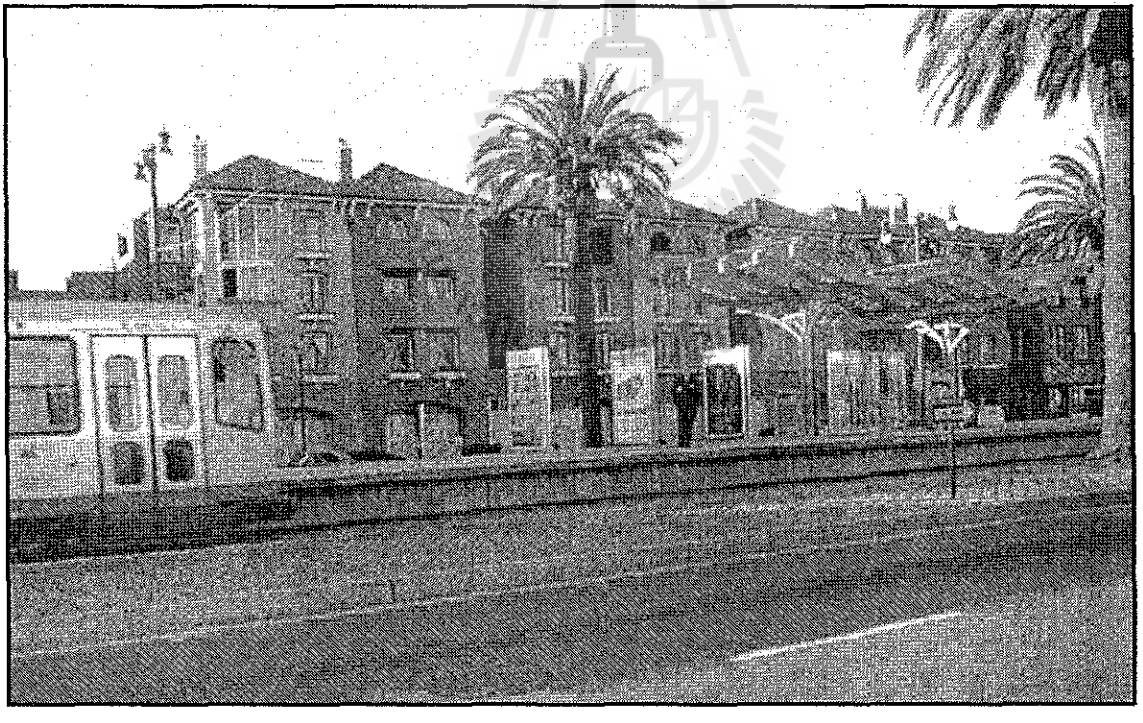



**รูปที่ 4-4** การจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวรถ LRT ด้วยรางที่สาม

ที่มา: http://www.humanhub.nl/Innorail_Swanson.pdf [7]

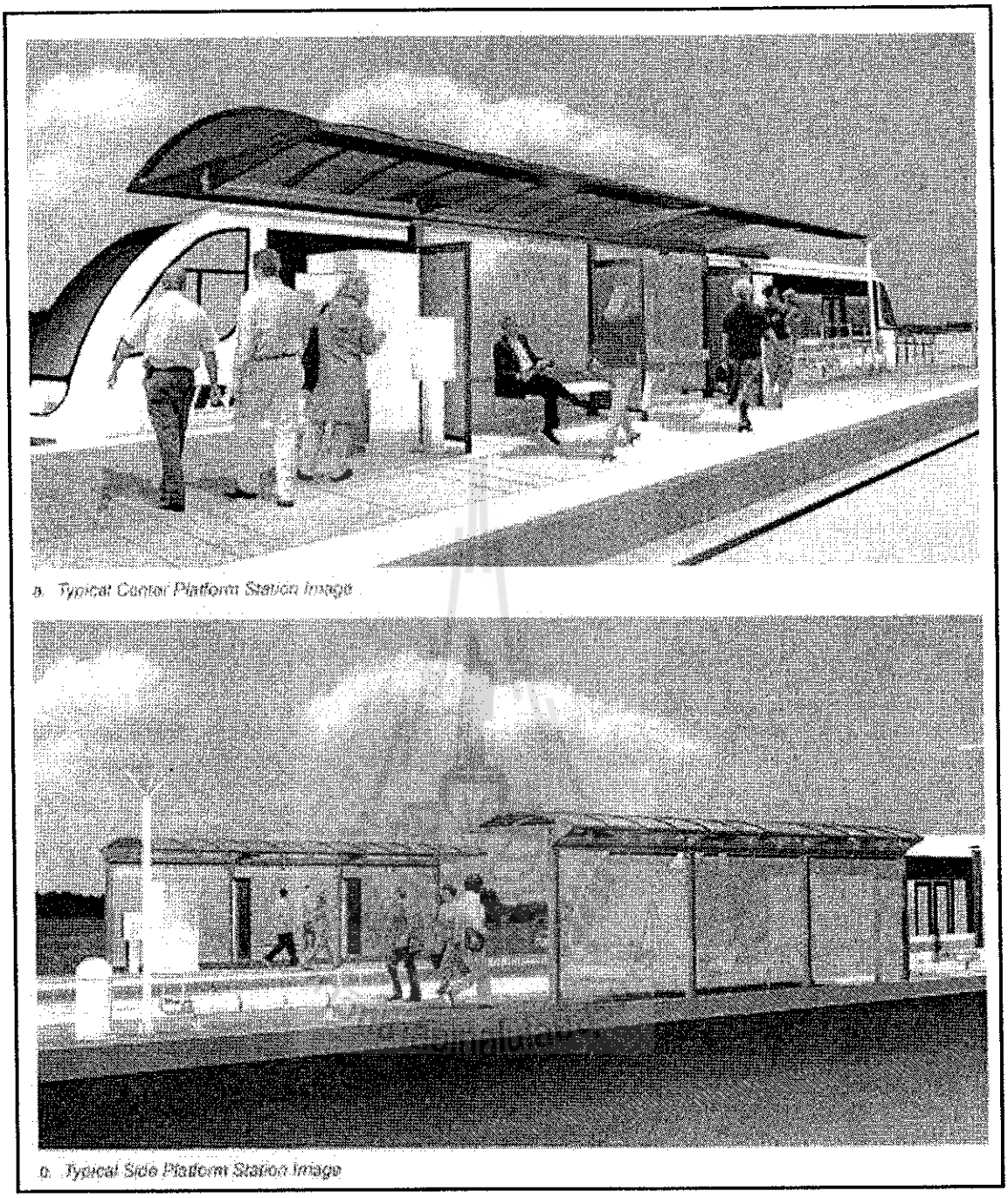
### 4.1.4 สถานีรับส่งผู้โดยสาร

อาคารสถานีรับส่งผู้โดยสารโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็น 2 ระบบหลัก ได้แก่ (1) ระบบปิด (2)ระบบเปิด ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งระบบทั้งสองมีความแตกต่างกันคือ ระบบปิดจะเป็นระบบที่มีพื้นที่ใช้สอยในสถานีเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับพื้นที่รอบสถานีแต่มีข้อเสียคือ ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างที่ค่อนข้างมาก ในส่วนของระบบเปิด จะมีพื้นที่ใช้สอยในสถานีบางส่วน เช่น ไม่มีผนังกั้น และระบบมีข้อดีในด้านการใช้พื้นที่ มูลค่าในการก่อสร้างน้อยกว่าระบบปิด ดังนั้นอาคารสถานีรับส่งผู้โดยสารสำหรับระบบขนส่งมวลชนในเมืองนครราชสีมาซึ่งมีข้อจำกัดด้านกายภาพ และงบประมาณ ควรใช้ระบบเปิด (Open Air) โดยมีพื้นที่ใช้สอยที่จำเป็นสำหรับการให้บริการผู้โดยสาร ได้แก่ ที่พักรอ, พื้นที่ขนถ่ายผู้โดยสารขึ้น-ลงรถ, และสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งคนปกติและคนพิการ ในแง่ของความสามารถในการรองรับผู้โดยสารในแต่ละสถานีจอดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของผู้เดินทางที่ต้องการขึ้น-ลงที่สถานีนั้น โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของสถานีว่าใกล้แหล่งกิจกรรมใดและมีเส้นทางของระบบผ่านกี่เส้นทาง สมมติฐานความต้องการพื้นที่ในการรอรถของผู้โดยสารประมาณ 0.6 ตร.ม. ต่อคน ซึ่งอยู่ในช่วงของระดับการให้บริการของทางเดินเท้าหรือพื้นที่รอเท่ากับระดับ C [8]



**รูปที่ 4-5** ลักษณะของสถานีรับส่งผู้โดยสารระบบเปิด

ที่มา: http://www.drcog.com/documents/LRT%20and%20TOD.pdf




**รูปที่ 4-6** การออกแบบสถานีรับส่งผู้โดยสารรถไฟฟ้า LRT

(a) ชานชาลาเดียววางอยู่ตรงกลาง (b) มีสองชานชาลาแยกกันอยู่คนละข้าง

ที่มา: http://www.geocities.com/greg_vassilakos/norfolk_lrt/7-7_typical_station_platform_images-eis.jpg

รูปที่ 4-6 เป็นตัวอย่างของการจัดวางตำแหน่งของชานชาลาสำหรับให้ผู้โดยสารขึ้นลงรถไฟฟ้า LRT ในรูปแบบแรกจะออกแบบให้มีชานชาลาเดียวอยู่ตรงกลาง โดยมีรางรถไฟวิ่งขนาบอยู่ด้านข้าง ซึ่งจะ

ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการวางสถานี ส่วนรูปแบบที่สองจะเป็นการวางรางรถไฟขนานกันตรงกลาง และวางชานชาลาไว้ที่ด้านข้าง ซึ่งจะแบ่งแยกผู้โดยสารในแต่ละทิศทางออกอย่างชัดเจน กรณีนี้จำเป็นต้องมีการออกแบบทางข้ามสำหรับผู้โดยสารให้สามารถเดินข้ามรางรถไฟได้อย่างปลอดภัย

### 4.1.5 ช่องทางเดินรถ

ช่องทางเดินสำหรับเดินรถ LRT นั้น จำเป็นต้องแบ่งแยกออกจากการจราจรอื่นเพื่อให้ระบบสามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยความกว้างของช่องพิจารณาจากขนาดของรถที่จะนำมาใช้บริการ รวมกับความปลอดภัยด้านข้าง (Safety clearance) ตำแหน่งของช่องทางนี้จะพิจารณาให้อยู่กลางถนนหรือชิดเขตทางด้านขวา (ในกรณีเดินรถทางเดียว) เพื่อลดผลกระทบกับกิจกรรมบริเวณข้างถนน และการจอดรถบนถนน

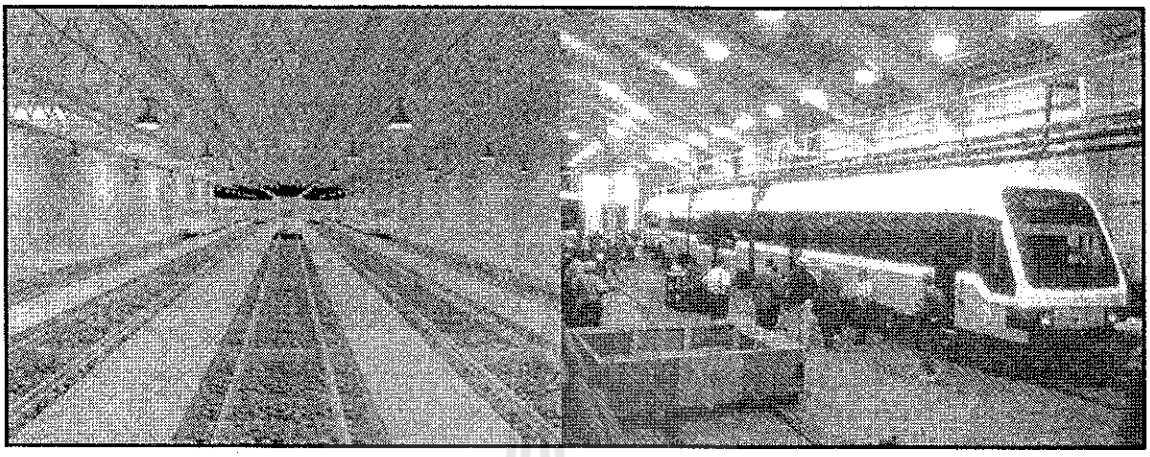
โดยปกติแล้วรถ LRT จะวิ่งอยู่บนรางขนาด 1.435 เมตร ซึ่งขนาดของตู้รถ LRT นั้นจะมีความกว้างอยู่ที่ 2.65 เมตรและยาวประมาณ 3.00 เมตร หากออกแบบให้มีการวางรางขนานกันตลอดแนวเส้นทางจะใช้เขตทาง (Right of Way) อยู่ที่ 6.00 – 7.20 เมตร ซึ่งมีความกว้างของเขตทางใกล้เคียงกับการจัดช่องจราจรสำหรับการเดินรถโดยสารประจำทางจำนวน 2 ช่อง แต่ถ้ามีการออกแบบให้เป็นแบบยกระดับก็มีความจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงขนาดของโครงสร้างที่จะกีดขวางการจราจร และการบดบังทัศนวิสัยในการขับขี่ของผู้ใช้รถใช้ถนนด้วย

### 4.1.6 ศูนย์ควบคุมกลางและศูนย์ซ่อมบำรุง

ศูนย์ควบคุมกลางจะทำหน้าที่บริหารจัดการการเดินรถให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบได้อย่างรวดเร็วและฉับไว ไม่ว่าจะเป็นปัญหาในเรื่องของรถเสีย อุบัติเหตุหรือเหตุสุดวิสัย โดยสามารถควบคุมและสื่อสารกับพนักงานขับรถและพนักงานประจำสถานีได้ผ่านระบบสื่อสารทางไกล ดังนั้นศูนย์ควบคุมกลางจึงไม่มีความจำเป็นต้องวางตำแหน่งใกล้กับโครงข่ายระบบรถ LRT อย่างไรก็ตามศูนย์ควบคุมควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการส่งข้อมูลได้สะดวก ไม่มีสิ่งกีดขวางสัญญาณใดๆ และมีระบบไฟฟ้าและระบบสำรองไฟฟ้าที่ดี ในขณะที่พื้นที่ใช้สอยศูนย์ควบคุมกลางต้องมีความเพียงพอต่อการทำงานและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของพนักงาน

ศูนย์ซ่อมบำรุงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบ โดยทำหน้าที่ซ่อมบำรุง ทำความสะอาด และเติมเชื้อเพลิงรถเพื่อให้ตัวรถมีความสมบูรณ์มีความพร้อมในการนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้วตำแหน่งของศูนย์ซ่อมบำรุงควรอยู่ในพื้นที่ที่ใกล้กับเส้นทางการให้บริการ เนื่องจากจะ

ช่วยชดเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูญเปล่าจากการวิ่งในระยะทางจากศูนย์ซ่อมบำรุงถึงจุดเริ่มต้นของการให้บริการ



**รูปที่ 4-7** สภาพภายในของศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า

ที่มา: http://www.motorbussociety.org/conventn/02spr/DART%20LRT%20170-1.jpg

ในการออกแบบพื้นที่ใช้สอยของศูนย์ซ่อมบำรุงต้องมีความคล่องตัว เป็นระบบ ถูกสุขลักษณะและสอดคล้องกับความต้องการของระบบรถของโครงการสามารถปรับไปตามความต้องการของบริษัทผู้ผลิตได้ โดยขนาดของศูนย์ซ่อมบำรุงขึ้นอยู่กับจำนวนรถที่ให้บริการและต้องทำการเผื่อไว้ในส่วนของพื้นที่ว่างระหว่างรถและพื้นที่ในการวิ่ง ดังนั้นพื้นที่จอดรถที่ต้องการจะมีค่ามากกว่าสองเท่าของพื้นที่รถ ในส่วนของลานซ่อมบำรุงสามารถรองรับขบวนรถ LRT ได้ประมาณร้อยละ 5 ของจำนวนรถทั้งหมด สำหรับพื้นที่เติมน้ำมันเชื้อเพลิงควรสามารถรองรับโดยสารได้ประมาณร้อยละ 2 ของจำนวนรถทั้งหมด และพื้นที่สำหรับทำความสะอาดเพียงพอสำหรับการทำความสะอาดรถ LRT ประมาณ 2 ถึง 3 คัน ขณะที่พื้นที่สำนักงานและพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น ห้องพักของพนักงานขับรถ โรงอาหาร ห้องน้ำ ฯลฯ โดยทั่วไปมีค่าประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่จอดรถ นอกจากนี้ยังมีความต้องการในส่วนของพื้นที่เข้า-ออกอู่จอดรถและพื้นที่ระหว่างอาคารหรือพื้นที่สำหรับดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ อีกด้วย

## 4.2 แนวคิดการออกแบบระบบควบคุมและการจัดการเดินรถ LRT

แนวคิดการออกแบบระบบควบคุมและการจัดการการเดินรถ LRT ต้องมีแนวคิดที่มีความสอดคล้องกับรูปแบบและความต้องการของเมือง การควบคุมการเดินรถประกอบไปด้วย ระบบ

ขนส่งอัจฉริยะ ศูนย์ควบคุมกลาง ระบบจัดเก็บค่าโดยสาร และระบบรักษาความปลอดภัย โดยแต่ละระบบมีรายละเอียดพิจารณาดังนี้

### 42.1 ระบบขนส่งอัจฉริยะ

ลักษณะเด่นของการเดินรถ LRT ซึ่งแตกต่างไปจากการเดินรถประจำทางทั่วไป คือ การใช้ระบบขนส่งอัจฉริยะหรือ Intelligent Transport System (ITS) ซึ่งตัวระบบจะทำงานโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมรอบข้าง เช่น ระบบสัญญาณไฟจราจร สภาพทางแยก จะมีการปรับตารางการเดินรถให้เข้ากับสภาพปัจจุบัน ซึ่งช่วยให้เกิดความมั่นใจว่าระบบจะสามารถให้บริการอย่างเที่ยงตรง ปลอดภัย ตรวจสอบควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจัดการจัดเก็บข้อมูล ทำให้สามารถรายงานผลการดำเนินการ ความปลอดภัยและการบริหารจัดการระบบได้อย่างดี

### 42.2 ระบบติดตามตำแหน่งรถ

เทคโนโลยีนี้เรียกว่า การติดตามตำแหน่งรถอัตโนมัติ หรือ Automatic Vehicle Location (AVL) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ควบคุมสายการเดินรถที่ศูนย์ควบคุมการเดินรถรู้ถึงตำแหน่งและหมายเลขของตัวรถแต่ละคันแบบทันเหตุการณ์ เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

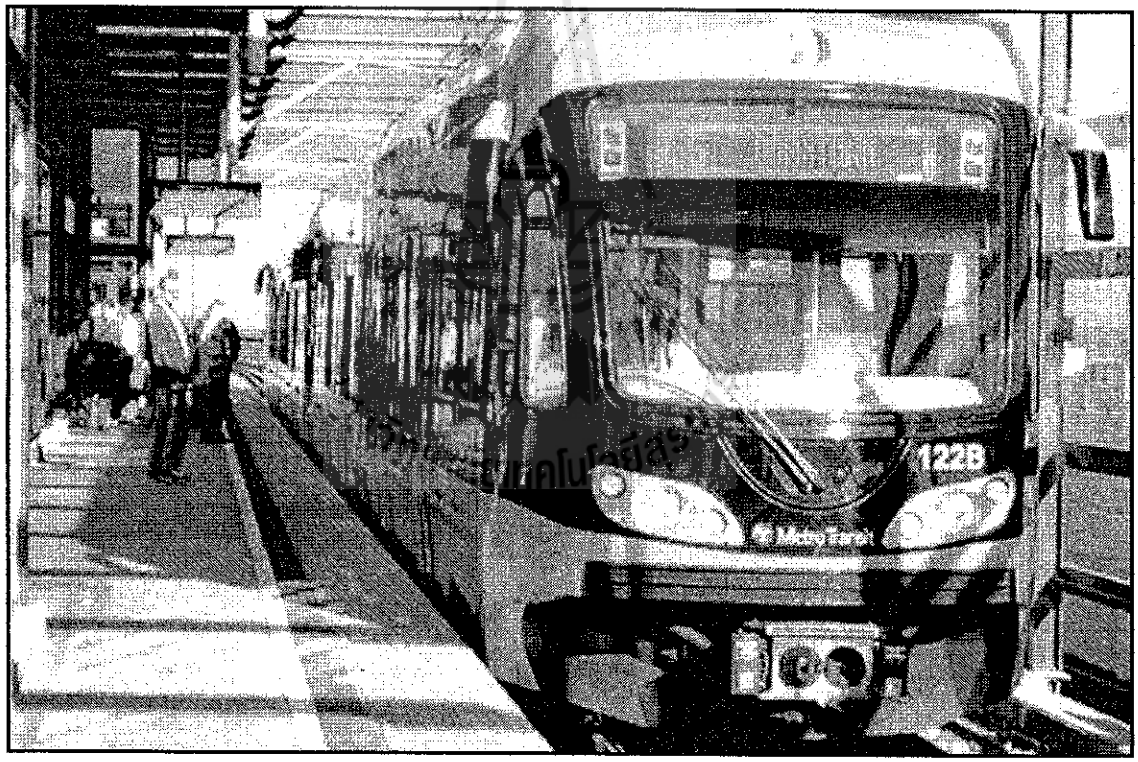
- การใช้ระบบระบุตำแหน่งพิกัดภาคพื้นดิน หรือ Global Positioning System (GPS) ซึ่งจะถูกติดตั้งระบบบนรถแต่ละคันโดยการรับ-สัญญาณผ่านดาวเทียมทำให้สามารถติดตั้งตำแหน่งรถ LRT ทุกคันได้ ดังนั้นข้อมูลจาก GPS จะส่งไปยังศูนย์ควบคุมกลางเพื่อการควบคุมและการวางแผนการเดินรถ
- การติดตั้งแผ่นจับสัญญาณ (Tags) ข้างถนน ระบบนี้มีอยู่ 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 เป็นระบบซึ่งมีสายสื่อสารตลอดทาง เช่น เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) ซึ่งเชื่อมโยงกับศูนย์ ทางเลือกที่ 2 เป็นระบบที่เชื่อมต่อเครื่องอ่านสัญญาณจากแผ่นจับสัญญาณที่ติดตั้งอยู่ภายนอกตามทางวิ่งแล้วส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารบนรถไปยังศูนย์ควบคุม

ข้อเสนอแนะ เนื่องจาก บนเส้นทาง LRT ไม่มีตึกสูงที่บดบังแนวถนน หรือทางด่วนยกระดับตามแนวเส้นทาง ดังนั้นระบบ GPS จึงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงแนะนำให้มีการติดตั้งระบบ GPS ไว้ที่ตัวรถ โดยใช้ระบบที่มีหน่วยควบคุมบนตัวรถ เพื่อให้สามารถประสานการรายงานพิกัดรถเข้ากับข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นต่อศูนย์ควบคุมกลาง

### 4.2.3 ป้ายหยุดรถโดยสารอัจฉริยะและระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสาร

ระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสารจะประกอบไปด้วย ข้อมูลในการเดินทางของผู้โดยสาร และการประกาศเฉพาะในกรณีที่เกิดเหตุผิดปกติและข้อมูลที่เกี่ยวกับความปลอดภัย โดยเจ้าหน้าที่จะคอยดูแลความเป็นไปในสถานีผ่านทางกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ซึ่งระบบจะแจ้งข้อมูลการมาถึงของรถผ่านทางจอแสดงผลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อผู้โดยสารจะสามารถมองเห็นเวลาที่รถคันต่อไปจะเข้ามาถึงสถานีได้ นอกจากนี้ยังเป็นการแสดงให้เห็นว่าตัวระบบได้รับการบริหารจัดการและผู้ใช้บริการสามารถประมาณเวลาในการมาถึงของรถได้ ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4-8

นอกจากนี้จะมีข้อมูลในการเดินทางสำหรับผู้โดยสารแสดงไว้บนตัวรถด้วย เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อสถานีถัดไป รวมถึงข้อมูลประกาศด้านความปลอดภัยและข้อมูลในการให้บริการ ระบบนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติผ่านหน่วยควบคุมบนตัวรถ และสามารถเปลี่ยนแปลงพนักงานขับรถได้




**รูปที่ 4-8** สถานีรับส่งผู้โดยสารและป้ายแนะนำข้อมูลการเดินรถ

ที่มา: http://www.regionalrail.org/IMAGES/LRT%20station.jpg

### 4.2.4 ระบบการสื่อสารทางเสียงและข้อมูลระหว่างรถกับศูนย์ควบคุมกลาง

ในระหว่างที่ทำการเดินรถ ศูนย์ควบคุมอาจจำเป็นจะต้องทำการสื่อสารโดยตรงกับพนักงานขับรถโดยเฉพาะในส่วนของความขัดข้องในการให้บริการ อุบัติเหตุ หรือภัยคุกคามด้านความปลอดภัย มีอยู่ 3 ทางเลือกหลัก ได้แก่

- คลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency)

จะมีคลื่นความถี่วิทยุเฉพาะพร้อมช่องสัญญาณเฉพาะ 2 ช่องสำหรับการสื่อสารทางเสียงและรับส่งข้อมูล ช่องรับส่งข้อมูลจะเชื่อมโยงเข้ากับระบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ของตัวรถซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้ากับอุปกรณ์แสดงตำแหน่งอัตโนมัติ (AVL) และอุปกรณ์ตรวจวัดการทำงานภายในตัวรถ (Vehicle Sensors) ระบบนี้มีปัญหาที่ความจุในการส่งข้อมูลน้อยมาก เกิดผลกระทบจากคลื่นรบกวนได้ง่าย และเครื่องส่งสัญญาณมีระยะที่จำกัด ทำให้จำเป็นต้องมีเครื่องรับสัญญาณเป็นระยะ ๆ ตามแนวเส้นทาง

- เทคโนโลยี GPRS

เทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือ GPRS (General Packet Radio Service) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เครือข่ายการส่งข้อมูลของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการส่งข้อมูลทั้งที่เป็นเสียงและข้อมูลของตัวรถ โดยเทคโนโลยีนี้มีข้อดี คือสามารถติดตามรถ LRT ได้ตลอดเวลา ระบบนี้มีการพัฒนา Software เพื่อรองรับการใช้งานด้านการควบคุมการขนส่งโดยเฉพาะ ในกรณีที่ระบบ GPRS ขัดข้อง ก็ยังสามารถแก้ไขการส่งข้อมูลมายังศูนย์ควบคุมโดยส่งข้อมูลเป็นข้อความสั้น Short Messages or SMS) แทน และ GPRS จะเก็บข้อมูลการเดินรถในช่วงที่ GPRS ขัดข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์ได้ในภายหลัง และถ้ามีการขยายเส้นทางในอนาคต ก็ลงทุนเฉพาะการติดตั้งอุปกรณ์ GPRS เท่านั้น ไม่ต้องสร้างเครือข่ายระบบ GPRS ใหม่

อย่างไรก็ดี ระบบนี้ต้องพึ่งพาเครือข่ายของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้นจึงต้องเสียค่าใช้จ่ายรายเดือนเพิ่มเติม และในกรณีที่มีผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวนมากพร้อมๆกันหรือมีเหตุไฟฟ้าขัดข้องในเครือข่ายจะทำให้ระบบ GPRS ขัดข้องได้ นอกจากนี้โดยปกติสัญญาณที่ส่งผ่านระบบ GPRS มีการล่าช้าในการส่งข้อมูล (delay time) 20-40 วินาที

- ระบบเครือข่ายสัญญาณไร้สาย (Wireless LAN with WIFI Technology)

ระบบเครือข่าย Wireless LAN เป็นระบบสื่อสารไร้สายแบบใหม่ ซึ่งในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้กับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบนี้สามารถนำมาใช้ในการส่งข้อมูลติดต่อกับรถ LRT ได้ตลอดเวลาตามแนวเส้นทางเดินรถในระยะตัวรับ-ส่งสัญญาณ สามารถส่งข้อมูลที่มีความ

ละเอียดสูง เช่น ข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิดภายในตัวรถ และระบบสื่อสารด้วยเสียง (Voice Over IP) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นระบบที่สามารถติดตั้งและใช้งานเป็นของระบบขนส่งมวลชนเอง ทำให้ไม่ต้องพึ่งพาการให้บริการของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายรายเดือนเพิ่มขึ้น

ข้อด้อยของระบบนี้คือ เครื่องรับสัญญาณมีระยะที่จำกัด ทำให้จำเป็นต้องติดตั้งเสาส่งสัญญาณเป็นช่วงๆ เพื่อรับส่งข้อมูลจากรถ LRT

ข้อเสนอแนะ เนื่องจากระบบ LRT เป็นระบบที่มีช่องทางวิ่งแยกเฉพาะ และมีความจำเป็นต้องใช้การรับ-ส่งข้อมูลภาพและเสียงระหว่างขบวนรถ และศูนย์ควบคุมกลาง ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ระบบ Wireless LAN เป็นระบบสื่อสารสำหรับรถ อีกทั้งควรมีระบบวิทยุสื่อสาร เป็นระบบสำรองในกรณีที่ระบบสื่อสารหลักเกิดขัดข้อง

### 4.2.5 ระบบรักษาความปลอดภัยที่สถานี (Station Monitoring)

นอกเหนือจากการมีพนักงานตรวจตั๋ว และพนักงานรักษาความปลอดภัยที่สถานีแล้ว จะต้องมีระบบโทรทัศน์วงจรปิดแบบดิจิตอลพร้อมระบบเก็บบันทึกภาพวิดีโอคุณภาพสูง ที่สามารถส่งข้อมูลภาพและเสียงไปยังศูนย์ควบคุมกลาง เพื่อเสริมศักยภาพในการตรวจตรา ควบคุม และแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่สถานี

### 4.2.6 ระบบสื่อสารกลาง

ระบบ ITS จำเป็นต้องมีเส้นทางเชื่อมโยงหลัก ซึ่งจะเป็นตัวประสานการทำงานของป้ายอัจฉริยะ ระบบตั๋ว และระบบสื่อสารกับรถ เข้ากับศูนย์ควบคุมกลาง สิ่งสำคัญประการหนึ่งก็คือประเภทของสายที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างกัน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็วมีความถูกต้อง ทำให้การตัดสินใจบริหารจัดการระบบร่วมกันระหว่างหน่วยงานเป็นไปอย่างมีระบบและทันต่อเหตุการณ์

สื่อกลาง (Median) ในการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันจะมีอยู่มากมายหลายแบบ แต่ละแบบก็จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป สิ่งที่จะต้องคำนึงในการเลือกช่องทางที่ต้องการ คือ อัตราเร็วในการส่งผ่านข้อมูลระยะทาง ค่าใช้จ่าย ความสะดวกสบายในการติดตั้ง ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม

ทั้งนี้ระบบสื่อสารข้อมูลที่นิยมใช้ในปัจจุบันแบ่งออกเป็นรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

- สายคู่บิดเกลียวแบบมีชีลด์และไม่มีชีลด์ (Shielded and Unshielded Twisted-Pair Cable) เป็นสายที่มีราคาถูกที่สุด ประกอบด้วยสายทองแดงที่มีฉนวนหุ้มจำนวน 2 เส้น นำมาพันให้เป็นเกลียว สามารถลดการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ โดยปกติแล้วสายคู่บิดเกลียวจะหมายถึง สายคู่บิดเกลียวแบบไม่ชีลด์ (UTP) ซึ่งใช้ในระบบเครือข่ายระยะใกล้เป็นส่วนมาก ในขณะที่ สายคู่บิดเกลียวแบบมีชิลด์ (STP) จะมีฉนวนโลหะหุ้มอยู่ภายนอกอีกชั้นหนึ่ง ทำให้สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีขึ้น สายเกลียวหนึ่งคู่จะแทนช่องทางการสื่อสาร (channel) ได้หนึ่งช่องทาง ซึ่งในการใช้งานจริงอาจรวมสายจำนวนหลายร้อยคู่เข้าด้วยกันเป็นสายใหญ่ เพื่อให้สามารถใช้งานได้พร้อม ๆ กัน ตัวอย่างเช่น ระบบสายโทรศัพท์
- สายโคแอกเซียล (Coaxial Cable) มักเรียกสั้นๆว่า สายโคแอก จะเป็นสายสื่อสารที่สามารถส่งข้อมูลไกลกว่าสายคู่แบบคู่บิดเกลียว แต่มีข้อเสียคือราคาสูง ลักษณะของสายโคแอกจะประกอบด้วยส่วนของสายส่งข้อมูลที่เป็นลวดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนอยู่ตรงกลาง จากนั้นจะหุ้มด้วยตัวนำเพื่อเป็นสายกราวน์จากนั้นจึงหุ้มด้วยฉนวนเป็นเปลือกนอกอีกชั้นหนึ่ง สายโคแอกจะสามารถส่งข้อมูลได้ทั้งแบบเบสแบนด์ และบรอดแบรนด์ พบการใช้งานได้มาจากสายเคเบิลทีวี ในปัจจุบันการใช้งานสายโคแอกกับระบบคอมพิวเตอร์เริ่มลดลงเนื่องจากการพัฒนาของสายคู่บิดเกลียวที่ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงขึ้นเรื่อยๆ
- สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) จะประกอบด้วยใยแก้วหรือพลาสติกอยู่ตรงกลางของสาย และใช้ใยแก้วอีกชนิดหนึ่ง ตัวหุ้ม (Cladding) และหุ้มด้วยฉนวนชั้นนอกสุด ซึ่งใยแก้วชั้นนอกจะทำหน้าที่เหมือนกระจกที่สะท้อนสัญญาณแสงให้สะท้อนไปภายในใยแก้วที่เป็นแกนกลางจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางสายใยแก้วจะมีช่วงความถี่ (Band width) ที่กว้างมาก ทำให้สามารถส่งข้อมูลปริมาณมากได้ด้วยความเร็วสูงนอกจากนี้ยังส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าและปลอดจากการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากใช้แสงเป็นตัวนำสัญญาณ แต่ข้อเสียคือ ติดตั้งและบำรุงรักษายาก รวมทั้งมีราคาแพงที่สุดในจำนวนสายสัญญาณที่กล่าวมาข้างต้น

ข้อเสนอแนะ เพื่อให้การส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพ ความจุเพียงพอและรองรับความต้องการใช้งานในอนาคต ขอเสนอแนะให้มีการติดตั้งเส้นใยแก้วนำแสง ไปตามทางวิ่งระหว่าง สถานีต่างๆ และศูนย์ควบคุม โดยมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของสายเคเบิลดังตารางที่ 4-1

**ตารางที่ 4-1** การเปรียบเทียบการใช้งานสายเคเบิลชนิดต่างๆ

| รายการ | UTP,STP | COAXIAL | FIBER OPTIC |
|---|---|---|---|
| ค่าใช้จ่าย | ต่ำ | ปานกลาง | สูง |
| ระยะทาง | ระยะสั้น (100 ม.) | 500 ม. | 2 กม. |
| การติดตั้ง | ง่าย | ง่ายปานกลาง | ต้องการความชำนาญ |
| สื่อที่เหมาะสม | ข้อมูล | เสียง ภาพ ข้อมูล | ข้อมูลมัลติมีเดีย |
| ความเร็ว | ปานกลาง | ปานกลาง | สูงมาก |
| การรบกวนของคลื่นแม่เหล็ก | รบกวน | รบกวน | ไม่มีผล |
| การดักสัญญาณ | สามารถทำได้ | สามารถทำได้ | ไม่สามารถทำได้ |

### 4.2.7 ศูนย์ควบคุมกลาง

ศูนย์ควยคุมกลางเป็นศูนย์กลางงานระบบที่มีอุปกรณ์ และพนักงานควบคุมงานระบบของ LRT ทั้งหมด เป็นศูนย์รับและส่งข้อมูลต่างๆ สู่สถานี และตัวรถ ดังนั้นการพิจารณาเรื่องที่ตั้ง พื้นที่ทำงาน และอุปกรณ์การทำงานศูนย์ควบคุมกลางจึงมีความสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์ควบคุม

ศูนย์ควบคุมจะต้องอยู่ในบริเวณที่มีการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสารได้ดี ตำแหน่งของศูนย์ควบคุมจะอยู่ในบริเวณที่ใกล้กับตัวระบบ LRT เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงระบบต่างๆ ได้ง่าย การจัดให้ศูนย์ควบคุมตั้งอยู่ในที่เดียวกันกับสำนักงานบริหาร หรือในอู่จอดรถ จะเป็นผลดี เนื่องจากจะช่วยให้เกิดการโต้ตอบที่ดีขึ้นระหว่างพนักงานประจำศูนย์ควบคุมและฝ่ายบริหารหรือผู้ให้บริการเดินรถ

2) พื้นที่ทำงาน

ภายในศูนย์ควบคุมต้องมีพื้นที่เพียงพอ ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานและอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ห้องควบคุมต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับวางคอมพิวเตอร์ และจอกราฟฟิคโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งมีลักษณะเป็นจอภาพติดผนังขนาดใหญ่ หรือเป็นจอย่อยสำหรับพนักงานแต่ละคน อาจมีการใช้พื้นที่เพียงบางส่วนของห้องควบคุมในช่วงแรกของการพัฒนาระบบแต่ก็ควรจะมีการพิจารณาถึงพื้นที่ที่จะมีการรองรับการเติบโตในอนาคตด้วย ต้องมีเครื่องปฏิบัติการหลัก (Work Station) สำหรับผู้ควบคุมเส้นทางควบคู่ไปกับหน่วยสำรอง ในกรณีที่เกิดปัญหาด้านเทคนิค โดยเชื่อมต่อกับระบบควบคุมหลัก

3) ความต้องการด้านเครื่องมือ

อุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมควรเป็นระบบที่มีคุณภาพสูง และมีระบบสำรองที่มั่นใจได้ โดยในระบบสำรองดังกล่าวประกอบด้วย สถานีปฏิบัติการสำรอง, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง และระบบสื่อสารสำรอง ณ แต่ละสถานีรถ ควรจะมีระบบย่อยดังนี้

- ระบบติดต่อขอความช่วยเหลือตามเสียง (Help Point Voice Communications)
- กล้องวงจรปิดความปลอดภัย CCTV
- ระบบประกาศแจ้งข้อมูลด้วยเสียง
- ระบบแสดงข้อมูลแก่ผู้โดยสารแบบทันเหตุการณ์ (Passenger Information Display, PID) ณ ศูนย์ควบคุมควรติดตั้ง
- จอกราฟฟิคโต้ตอบกับผู้ใช้ (Graphical User Interface, GUI) พร้อมระบบติดตามตำแหน่งรถ (LRT Tracking System)
- ระบบสัญญาณไฟพิเศษสำหรับรถ LRT (LRT Priority System) ซึ่งจะเชื่อมตำแหน่งรถเข้ากับการจัดจังหวะสัญญาณไฟที่ศูนย์จัดการสัญญาณไฟจราจร ณ แต่ละเครื่องปฏิบัติงาน
- ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์พร้อมกับข้อมูลความเร็วสูง
- โทรศัพท์และการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังสถานี
- แผงควบคุมระบบการสื่อสารด้วยเสียงไปยังสถานีรถ LRT ทั้งหมด
- แผงคลื่นวิทยุสำหรับการส่งและรับสัญญาณเสียงกับสถานีและตัวรถ LRT ทั้งหมด

## 4.3 แนวคิดออกแบบระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection: AFC) สำหรับ LRT เมืองนครราชสีมา ควรเป็นระบบที่มีความทันสมัย คล้ายคลึงกับอุปกรณ์เก็บค่าโดยสารที่มีอยู่แล้วในเมืองไทย เช่น รถไฟฟ้า BTS, รถไฟใต้ดิน, รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งภาพรวมของการออกแบบระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ มีดังนี้

### 4.3.1 ลักษณะการจัดเก็บค่าโดยสาร

ระบบ AFC จะเป็นระบบเปิด (ไม่มีประตูกั้น) จะมีการตรวจตั๋วสองครั้ง โดยในครั้งแรกที่สถานีก่อนที่ผู้โดยสารจะเข้าสู่ขบวนรถ และครั้งที่สองบริเวณทางออกจากรถ มีลักษณะทั่วไปของระบบ ดังนี้

- การเดินทางทุกประเภทในระบบ AFC จะใช้การ์ดแบบไร้สัมผัส (Contact Less Smart Card)
- ไม่มีการขายตั๋วบนรถ
- ผู้โดยสารทุกคนจะต้องมีบัตรโดยสารก่อนขึ้นรถ
- เครื่องตรวจตั๋วจะติดตั้งบริเวณทางเข้าและทางออกของชานชาลา
- ค่าโดยสารจะคำนวณจากระยะทาง

### 4.3.2 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบ AFC

อุปกรณ์พื้นฐานของระบบ AFC ประกอบไปด้วย

- เครื่องตรวจตั๋ว จะติดตั้งที่ทางเข้าออกแต่ละสถานี
- เครื่องตรวจตั๋วแบบพกพา
- จุดจำหน่ายตั๋วโดยสาร จะมีการติดตั้งที่ซุ้มจำหน่ายตั๋วใกล้ ๆ บริเวณสถานี และสถานที่สำคัญบางแห่ง
- ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง จะติดตั้งที่สำนักงาน เพื่อรายงานผลรายได้ ปริมาณผู้โดยสาร และการประมวลผลการจัดเที่ยวเดินรถให้มีความเหมาะสม

### 4.3.3 บุคลากรสำหรับระบบจัดเก็บค่าโดยสาร

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารจำเป็นต้องมีพนักงานเพื่อคอยอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร ซึ่งบุคลากรของระบบประกอบไปด้วย

- นายตรวจตั๋ว นายตรวจตั๋วจะทำหน้าที่อยู่ที่สถานีหรือประจำการอยู่บนรถโดยมี PCP เป็นอุปกรณ์ช่วย หน้าที่ของนายตรวจตั๋วได้แก่ ตรวจสอบการ Check in ของผู้โดยสาร ตรวจสอบมูลค่าของตั๋วโดยสาร ให้ความช่วยเหลือผู้โดยสารในกรณีที่ตั๋วโดยสารหาย มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับกระบวนการการจ่ายค่าปรับตามที่ผู้ประกอบการกำหนด และดูแลรักษาความปลอดภัย
- พนักงานขายตั๋ว ตั๋วโดยสารจะมีการจำหน่ายที่ร้านสะดวกซื้อหรือซุ้มขายตั๋ว ดังนั้นพนักงานขายตั๋วโดยสารอาจไม่ใช่พนักงานของ LRT โดยตรง เจ้าของร้านจะมีส่วนแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์จากการขายตั๋วโดยสาร
- พนักงานประจำศูนย์จัดการระบบตั๋ว

### 4.3.4 โครงสร้างราคาค่าโดยสาร

ในการเข้าใช้บริการที่เกี่ยวข้องกับระบบ LRT นั้น จะเกี่ยวข้องกับระบบจัดเก็บค่าโดยสาร ซึ่งมีโครงสร้างด้านราคาหลายส่วนดังนี้

1) ราคาพื้นฐาน

ราคาพื้นฐาน คือราคาค่าโดยสารของ LRT ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทาง ราคาค่าโดยสารจะประกอบด้วยสองส่วนคือ ค่าเข้าระบบ หรือค่าโดยสารแรกเข้า (Boarding fee) ซึ่งเป็นอัตราคงที่ และอัตราตามระยะทาง (Per Kilometer)

2) การเปลี่ยนถ่าย (Transfer)

ผู้โดยสารที่ออกจากรถ LRT เพื่อเปลี่ยนไปขึ้นรถ LRT อีกสายหนึ่งที่สถานีเดียวกันภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะถือว่าเป็นการเปลี่ยนถ่ายรถ ซึ่งผู้โดยสารจะไม่ต้องจ่ายค่าเข้าระบบ ในการขึ้นรถคันถัดไป

### 4.3.5 การใช้ตั๋วโดยสาร

ตั๋วโดยสารอัจฉริยะของ LRT นอกจากสามารถใช้ชำระค่าบริการรถ LRT แล้วยังสามารถใช้ได้กับบริการที่เกี่ยวข้องกับระบบ LRT อีกหลายๆส่วน และเนื่องจากระบบจัดเก็บค่าโดยสารเป็นระบบอัตโนมัติรูปแบบการใช้ตั๋วในแต่ละส่วนจึงมีความแตกต่างกันไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การใช้บริการเข้า-ออก และเปลี่ยนสายการเดินทางของระบบ LRT นั้นผู้โดยสารสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- การเข้าใช้บริการ ในการเข้าสู่ระบบผู้โดยสารจะต้องแสดงบัตรโดยสารอัจฉริยะเพื่อให้เครื่องอ่านบัตรสามารถอ่านบัตรได้ ผู้โดยสารจะได้รับอนุญาตให้เดินทางได้หากบัตรโดยสารมีมูลค่าเป็นบวกหรือศูนย์ ในกรณีตั๋วมีมูลค่าติดลบจะมีการหักลบเมื่อมีการเติมเงินเข้าสู่บัตร โดยสามารถเติมมูลค่าบัตรได้ที่เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ POS หรือ SPOS ระหว่างการเข้าสู่ระบบเครื่องอ่านตั๋วจะบันทึกรหัส สถานที่ และเวลาเข้าออกของบัตรโดยสารนั้นรวมทั้งหักค่าโดยสารจากมูลค่าที่เก็บไว้ในบัตร ระบบจะหักค่าโดยสารในอัตราสูงสุดในตอนเข้ารวมทั้งค่าแรกเข้าสู่ระบบ (Boarding fee)
- การเปลี่ยนสายการเดินทาง ในการเปลี่ยนรถภายในระบบ LRT ระบบจะยกเว้นค่าแรกเข้าสู่ระบบ (Boarding fee) เมื่อเข้าสู่ระบบ LRT อีกครั้งภายในระยะเวลาที่กำหนด
- การออกจากระบบ ในการออกจากระบบผู้โดยสารจะต้องแสดงบัตรโดยสารแก่เครื่องอ่านตั๋วขาออกอัตโนมัติซึ่งติดตั้งบริเวณทางออก ค่าโดยสารที่คำนวณได้จากเครื่อง

อ่านตั๋วอัตโนมัติขาออกจะถูกนำไปหักลบกับมูลค่าที่เครื่องอ่านตั๋วอัตโนมัติขาเข้าได้หักเอาไว้และคืนมูลค่าส่วนต่างนั้นให้แก่บัตรโดยสาร

### 4.3.6 มาตรการระวังและป้องกัน

แต่ละสถานี LRT จะมีพนักงานรักษาความปลอดภัย หรือผู้ดูแลสอดส่องและให้ความช่วยเหลือผู้โดยสารในการเข้าสู่และลงจากรถ การมีเจ้าหน้าที่ประจำสถานีจะช่วยป้องกันไม่ให้ผู้โดยสารที่ปราศจากตั๋วโดยสารขึ้นรถ ทั้งนี้มาตรการระวังป้องกันสำหรับผู้โดยสารที่ไม่มีตั๋วจะขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการจะกำหนดไว้เช่นไร ผู้โดยสารที่ไม่แสดงบัตรแก่เครื่องอ่านตั๋วในขาออกจะไม่ได้รับเงินส่วนเกินคือ ถือเป็นมาตรการป้องกันการไม่แสดงตั๋วในขาออก

### 4.3.7 อุปกรณ์ ย่อย

อุปกรณ์ย่อยของระบบจัดเก็บค่าโดยสารมีดังนี้

- เครื่องอ่าน/เขียน บัตรโดยสารอัจฉริยะ

เครื่องอ่าน/เขียน บัตรโดยสารอัจฉริยะ (CSC R-W) เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติเพื่ออ่านบันทึกมูลค่าในตั๋วโดยสาร

- เครื่องอ่านตั๋วขาเข้า-ออกที่สถานี

เครื่องอ่านตั๋วจะติดตั้งทุกสถานี LRT บริเวณทางเข้าและทางออก เครื่องอ่านตั๋วจะเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างผู้โดยสารและระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติโดยที่ผู้โดยสารเพียงแต่แสดงบัตรแก่เครื่องอ่านตั๋ว รอสัญญาณไฟเขียวและสัญญาณเสียงยืนยัน

- เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่ (Mobile Entry Validator)

เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่จะติดตั้งเอาไว้ที่รถโดยสารประเภทอื่น หากเป็นรถโดยสารขนาดเล็กจะติดตั้งไว้ที่ประตูทางเข้า ส่วนรถสองแถวจะติดตั้งไว้ด้านซ้ายของรถเพื่อให้พนักงานขับรถเห็นได้ชัดเจน

- Simple Point of Sale Terminal (POS)

POS จะติดตั้งที่ร้านสะดวกซื้อและซุ้มขายซึ่งอยู่ใกล้กับสถานี LRT ทำงานโดยพนักงานของ LRT หรือพนักงานของร้านสะดวกซื้อ ในการออกบัตรและเติมมูลค่าให้แก่บัตรโดยสาร พนักงานและผู้โดยสารสามารถทราบข้อมูลได้จากจอ Patron Information Display (PID) โดยหน้าที่ของ POS ได้แก่ เติมมูลค่าให้แก่บัตรโดยสารแบบมาตรฐาน ออกบัตรโดยสารสำหรับนักท่องเที่ยว แสดงมูลค่าคงเหลือของบัตรโดยสารทุกประเภทและอาจจะสามารถออกตั๋วฉุกเฉิน POS terminal ซึ่งจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางทุกวันโดยระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (Standard dial-up telephone system)

สำหรับผู้โดยสารที่ทำตั๋วหายหรือเสียหาย จะเก็บค่ามัดจำและหักคืนให้เมื่อผู้โดยสารทำการออกตั๋วโดยสารใหม่ที่ศูนย์ให้ความช่วยเหลือ

- Super Point of Sale Terminal (SPOS)

SPOS จะดำเนินการโดยพนักงาน LRT เพื่อวิเคราะห์ออกตั๋วและ upgrade บัตรโดยสาร จอ PID จะแสดงข้อมูลให้แก่ผู้โดยสารและพนักงาน SPOS จะติดตั้งที่ศูนย์จัดการระบบตั๋ว ในการใช้งาน SPOS จะต้องทำการเข้าระบบด้วยบัตรเฉพาะของเจ้าหน้าที่ SPOS จะดำเนินการใน 4 ลักษณะ คือ ออกบัตร เติมมูลค่าบัตร วิเคราะห์ และสืบค้น พนักงานจะทำการเลือกใช้ระบบปฏิบัติการในแต่ละครั้งเพื่อให้ตรงกับเป้าหมายการใช้งาน

- อุปกรณ์ที่ใช้กับพื้นที่จอดแล้วจร

อุปกรณ์ที่ใช้กับพื้นที่จอดแล้วจรจะควบคุมการนำรถเข้ามาจอดในพื้นที่จอดรถสำหรับผู้โดยสาร LRT พื้นที่จอดรถแล้วจรจะติดตั้งเครื่องอ่านตั๋วบริเวณทางเข้าและทางออก โดยจะมีประตูกั้นรถอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเข้าสู่พื้นที่จอดรถ ผู้ใช้บริการสามารถใช้บัตรโดยสาร LRT ในการเปิดประตูกั้นรถอัตโนมัติ

- เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ (Ticket Vending Machine-TVM)

เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ ทำหน้าที่จำหน่ายตั๋วให้แก่ผู้โดยสาร โดยผู้โดยสารสามารถเลือกประเภทของตั๋วได้ด้วยระบบสัมผัส สามารถออกตั๋วได้หลายประเภท เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติจะติดตั้งอยู่ที่บริเวณสถานีที่มีความหนาแน่นของผู้โดยสารสูง หน้าที่ของเครื่องขายตั๋วอัตโนมัติได้แก่

- เติมมูลค่าแก่บัตรโดยสาร
- ออกบัตรโดยสารแก่นักท่องเที่ยว
- แสดงมูลค่าคงเหลือของบัตรโดยสาร
- เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติสามารถออกตั๋วฉุกเฉินได้
- เครื่องขายตั๋วจะทอนเงินเป็นเหรียญและใช้ได้ในกรณีซื้อตั๋วท่องเที่ยวหรือตั๋วฉุกเฉินเท่านั้น
- เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติจะเชื่อมต่อแบบ Real time กับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางโดยโครงข่าย ITS

- เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่ (Portable CSC Processors-PCP)

ผู้ตรวจสอบตั๋วจะพกพาเครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่เพื่อใช้เก็บรายละเอียดของผู้โดยสารที่ตั๋วโดยสารเสียหายหรือผู้โดยสารที่ใช้ตั๋วมูลค่าติดลบในการเดินทาง เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่จะเป็นเครื่องมือของพนักงานผู้ดูแลเพื่อทำการตรวจสอบ มูลค่าคงเหลือของบัตรโดยสาร

สถานีสุดท้ายที่แสดงตั๋ว และความเสียหายของบัตรโดยสาร เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่ยังสามารถหักลบมูลค่าของบัตรโดยสารและค่าปรับเนื่องจากไม่แสดงตั๋วโดยสารแก่เครื่องอ่านตั๋วที่สถานีก่อนเข้าสู่ยานพาหนะ สำหรับบัตรโดยสารที่เสียหาย เครื่องอ่านตั๋วเคลื่อนที่จะทำการบันทึกและพิมพ์หมายเลขบัตรโดยสารได้

### 4.3.7 ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง (Central Computer System-CC)

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติจะควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนกลางจากศูนย์ควบคุมและปฏิบัติการ (OCC) หน้าที่พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ได้แก่

- ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ AFC และจัดทำรายงานจากข้อมูลที่ได้
- รักษาฐานข้อมูลกลางซึ่งเป็นข้อมูลของบัตรโดยสารในระบบทั้งหมด เช่น ผู้ถือครอง มูลค่าปัจจุบัน
- ปรับเปลี่ยนและสร้างตัวแปรในการเก็บค่าโดยสารของระบบ AFC
- ควบคุมระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติจากสถานี
- เชื่อมต่อระบบกับศูนย์วิศวกรรมเพื่อการบำรุงรักษา
- จัดส่งข้อมูล ตารางค่าโดยสาร ให้กับอุปกรณ์ AFC
- จัดส่งตั๋วและ Equipment blacklist
- จัดส่งชุดคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ AFC
- รับข้อมูล Usage Data จากอุปกรณ์ AFC
- รับข้อมูลตรวจสอบการจดทะเบียน สถานภาพอุปกรณ์ และสัญญาณเตือน
- รักษาสำเนาของข้อมูลที่กำลังรอการถ่ายโอนรวมทั้งข้อมูลที่ถ่ายโอนแล้วเป็นเวลา 90 วัน
- ตั้งเวลาของอุปกรณ์ AFC ทุกชิ้นให้เท่ากัน
- ระหว่างช่วงไฟฟ้าขัดข้องจะใช้ไฟฟ้าสำรองจาก UPS และควบคุมการปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางในกรณีที่จำเป็น

อุปกรณ์ AFC แบบ on-board จะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางโดย ITS (Intelligent Transit System) ด้วยโครงข่าย WAN ระบบ WAN จะช่วยในการส่งข้อมูลสถานะของอุปกรณ์ สถิติผู้โดยสาร และข้อมูลรายได้ให้กับคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง รวมทั้งรับคำสั่งในการปฏิบัติงานและการปรับปรุง Software จากคอมพิวเตอร์ส่วนกลางอีกด้วย

ข้อมูลโดยพื้นฐานที่จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ได้แก่

- ข้อมูลทั่วไป ข้อความจากอุปกรณ์ AFC ไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนกลางโดยจะมีรูปแบบข้อมูลเหมือนกัน (same data format) การส่งข้อมูลจะถูกตั้งค่าให้เป็น Null ในส่วนของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์
- สถานะ หากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์จะส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ
- ข้อมูลลงทะเบียน ข้อมูลที่สะสมในอุปกรณ์จะถูกเก็บเอาไว้ในทะเบียนตรวจสอบ (Audit register) ซึ่งเป็นทะเบียนอิเล็กโทรนิกส์ที่ไม่สามารถ Reset ได้ และมีความจุอย่างน้อย 24 bit ต่อหนึ่งระเบียน อุปกรณ์จะส่งข้อมูลทุกอย่างที่เก็บไว้ในทะเบียนตรวจสอบตามเวลาที่กำหนดไว้
- Transaction Upload อุปกรณ์จะส่งข้อมูลการดำเนินการโดยอัตโนมัติกึ่ง Real time
- จัดเก็บ-สืบค้นมูลค่า สืบค้นมูลค่าที่เหลือของบัตรและข้อมูลอื่น ๆ ปัญหาของบัตรโดยสาร ข้อมูลเหล่านี้จะส่งจาก SPOS ไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนกลางแบบ Real time ทุกเวลาที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางร้องขอ
- ตัวแปรในการดำเนินการ (Operating Parameter) และ blacklist ตัวแปรในการดำเนินการและ blacklist ที่มีการอัพเดทจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ส่วนกลางไปยังอุปกรณ์ AFC เมื่อมีการร้องขอ

ระบบ AFC ควรมีระบบสำรองในกรณีที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางหรือการเชื่อมต่อขัดข้อง อุปกรณ์ AFC ก็ยังสามารถปฏิบัติงานต่อไปได้โดยไม่มีข้อมูลสูญหาย หลังจากที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลางสามารถดำเนินการต่อได้ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนโดยอัตโนมัติ ข้อมูลที่อยู่ในอุปกรณ์ที่ขัดข้องจะสามารถดึงออกมาและบรรจุเข้าไปในระบบ AFC ได้ อุปกรณ์ AFC สามารถป้องกันข้อมูลสูญหายจากกระแสไฟฟ้าขัดข้องได้

## 4.4 ระบบความปลอดภัย

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบขนส่งมวลชน ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประชาชนผู้เข้าใช้บริการเกิดความเชื่อมั่นต่อระบบ พร้อมทั้งให้เกิดความมั่นใจได้ว่าจะมีมาตรการในการบรรเทาเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นผ่านขั้นตอนทางเทคนิคและการจัดการที่เหมาะสมได้ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการวางมาตรการในการป้องกันอุบัติเหตุแก่ผู้โดยสารขณะเข้าใช้บริการ การป้องกันอัคคีภัย และการรักษาความปลอดภัยให้กับระบบสัญญาณและการควบคุมการเดินรถอัตโนมัติให้มีความปลอดภัย

# บทที่ 5
# ระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบาสำหรับนครราชสีมา

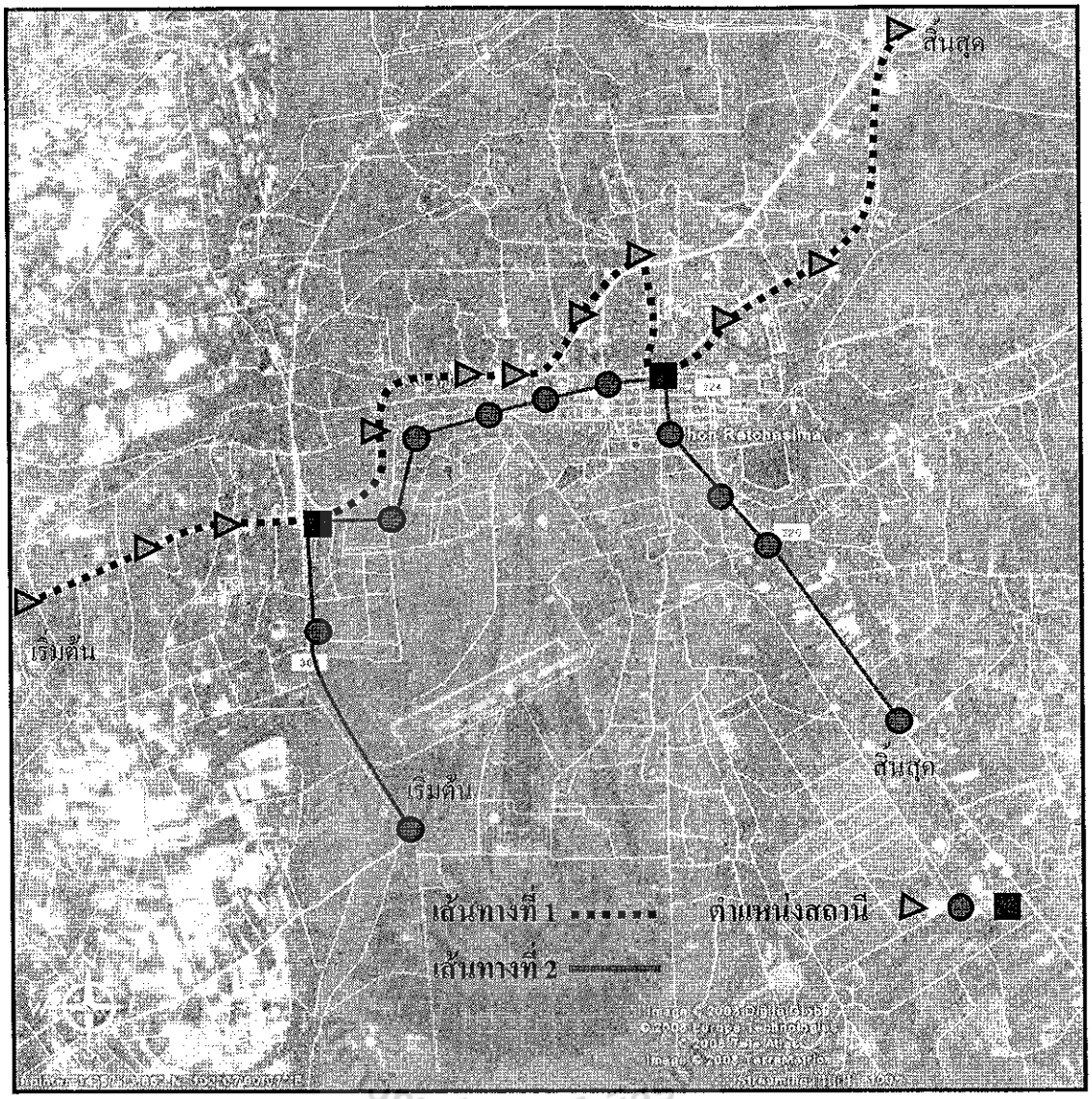
ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบเบื้องต้นของรถรางไฟฟ้าขนาดเบาเพื่อรองรับการเดินทาง โดยจะพิจารณาถึงลักษณะทั่วไปของระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาที่เหมาะสมกับนครราชสีมา

## 5.1 โครงข่ายและเส้นทางของระบบ LRT

ในการออกแบบโครงข่ายหรือกำหนดเส้นทางของระบบ LRT นั้น จุดเริ่มต้นของการพิจารณากำหนดเส้นทาง คือ การวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางของผู้โดยสาร ปริมาณผู้โดยสารที่คาดว่าจะเข้ามาใช้บริการของระบบ แหล่งกิจกรรมการเดินทาง ลักษณะการใช้ที่ดิน ทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการเดินทางของประชากร ซึ่งก่อให้เกิดทั้งการเกิดการเดินทาง (Trip production) และการดึงดูดการเดินทาง (Trip attraction) ลักษณะการใช้งานและโครงข่ายถนน (Road network function) การเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ (Connection with other transport model) ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะหรือการเดินทางอื่น

จากผลการศึกษาของโครงการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาค จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ.2546 พบว่า มีผู้ที่เดินทางโดยใช้ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองประมาณ 143,600 คน-เที่ยวต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 27.90 ผู้เดินทางที่ไม่มีรถส่วนใหญ่จะใช้การขนส่งสาธารณะคิดเป็นร้อยละ 90.20 สำหรับผู้เดินทางที่มีรถจักรยานยนต์ 1 คัน รถยนต์ 1 คัน และมีทั้งรถยนต์และรถจักรยานยนต์ จะใช้ระบบการขนส่งสาธารณะคิดเป็นร้อยละ 34.30, 37.00 และ 14.50 ตามลำดับ และจากผลการสำรวจภาคสนามในการศึกษาด้านปริมาณผู้โดยสารของระบบรถโดยสารประจำทางหมวด 1 ซึ่งกล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3.2 พบว่าปัจจุบันมีผู้โดยสารที่ใช้บริการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางทั้ง 19 สาย ประมาณ 34,423 คนต่อวัน หรือประมาณ 68,846 คน-เที่ยวต่อวัน โดยมีผู้โดยสารในสาย 1 และสาย 6 มากกว่า 5,000 คนต่อวัน โดยเราสามารถกำหนดเส้นทางหลักของ LRT สำหรับเมืองนครราชสีมาได้จากจำนวนผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง และเส้นทางที่มีผู้โดยสารมาก ประกอบกับตำแหน่งสถานที่สำคัญที่เป็นแหล่งกิจกรรมของเมือง ดังแสดงในรูปที่ 5-1

เส้นทาง LRT ทั้งสองสายนี้ จะเป็นเส้นทางหลักของระบบขนส่งสาธารณะในเมืองนครราชสีมาที่เชื่อมระหว่างชุมชนเข้าสู่แหล่งกิจกรรมหลักในเมือง เช่น สถานีขนส่ง สถานีรถไฟ โรงเรียน โรงพยาบาลมหาราช ตลาด ห้างสรรพสินค้า และนิคมอุตสาหกรรม




**รูปที่ 5-1** โครงข่ายเส้นทางเดินรถ LRT สำหรับเมืองนครราชสีมา

จากรูปที่ 5-1 เป็นการนำเสนอเส้นทางเดินรถ LRT จำนวน 2 โดยกำหนดเงื่อนไขในการพิจารณาความเหมาะสมของเส้นทางดังนี้

1. การกระจายของการเดินทาง เส้นทางรถ LRT จะเป็นเส้นทางที่สามารถรองรับความต้องการเดินทางของประชาชนโดยสามารถเดินทางได้ในบริเวณกว้าง เส้นทางมีลักษณะที่มีความกระจายครอบคลุมพื้นที่ในเขตเมือง
2. ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ เส้นทางรถ LRT จะต้องเป็นเส้นทางที่รองรับความต้องการของประชาชนให้สามารถเดินทางเข้าถึงพื้นที่ ที่มีความสำคัญ เป็นแหล่งดึงดูดการจราจรซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความต้องการเดินทาง

3. สามารถเดินทางเชื่อมต่อกับระบบโดยสารสาธารณะในรูปแบบอื่น การกำหนดเส้นทางรถ LRT นั้น ต้องมีการออกแบบเส้นทางให้ประชาชนสามารถเปลี่ยนรูปแบบระหว่างการเดินทาง ด้วยรถไฟฟ้า และระบบโดยสารสาธารณะในรูปแบบอื่น เช่น สามารถเดินทางต่อโดยใช้รถโดยสารประจำทางสาธารณะ

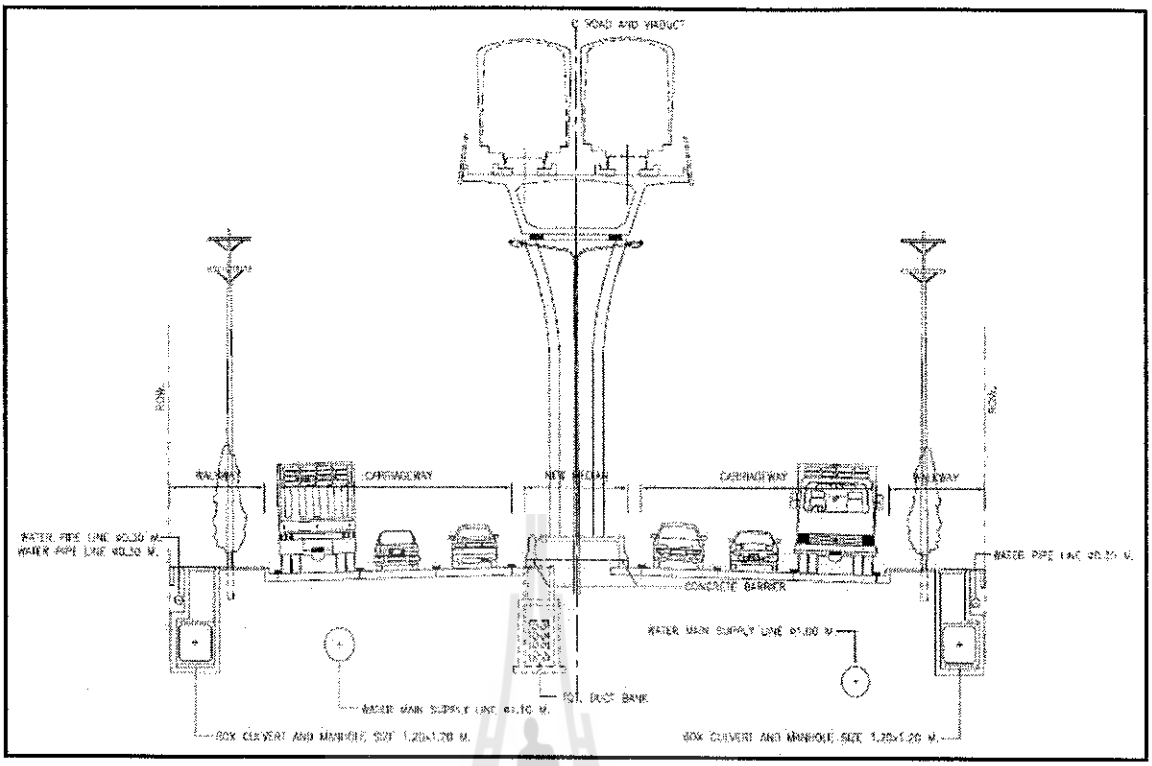
เส้นทางเดินรถ LRT ทั้งสอง 2 เส้นทาง ผ่านสถานที่สำคัญ ดังนี้

- **เส้นทางที่ 1** จะเริ่มจากสถานีโคกกรวด วิ่งขนานกับแนวถนนมิตรภาพเข้าสถานีโรงเรียนราชสีมา สถานีการเคหะ และสถานีสามแยกปัก (ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างสายที่ 1 และสายที่ 2) สถานีอัมพวัน สถานีห้างสรรสินค้า Tesco-Lotus สถานีห้างสรรพสินค้า The Mall เข้าสู่สถานีขนส่งแห่งที่สอง สถานีประโดก และวกกลับเข้าสถานีประตูน้ำ (จุดเชื่อมต่อระหว่างสายสีเขียวและสายสีแดง) เลี้ยวซ้ายเข้าสู่สถานีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา สถานีเทคโนโลยีราชมงคล ไปสิ้นสุดที่สถานีชุมชนจอหอ

- **เส้นทางที่ 2** จะเริ่มที่ สถานีหน้าทางเข้า มทส วิ่งขนานกับถนนราชสีมา-ปักธงชัย (ทางหลวงหมายเลข 304) เรื่อยมาถึงสถานีหน้าโรงงาน Pepsi วิ่งเข้าสถานีสามแยกปัก และเลี้ยวขวามุ่งหน้ามายังสถานีชลประทาน สถานีสวายเรียง สถานีหัวรถไฟ สถานีโรงเรียนสุขานารี สถานีตลาดแม่กิมเฮง และวิ่งเข้าสู่สถานีประตูน้ำ วกกลับเข้าเมืองมายังสถานีประตูผี ออกสู่สถานีหัวทะเล บนถนนนครราชสีมา-โชคชัย (ทางหลวงหมายเลข 224) สถานีโรงเรียนบุญวัฒนา และสิ้นสุดที่สถานีนิคมอุตสาหกรรมสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปแบบโครงสร้างระบบรถไฟฟ้า LRT ของนครราชสีมา ควรออกแบบให้เป็นทางยกระดับในช่วงที่ตัดผ่านตัวเมืองซึ่งมีปริมาณการจราจรคับคั่งและเป็นย่านการค้า เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อการสภาพการจราจร และลดมูลค่าของการเวนคืนที่ดินให้น้อยที่สุด รวมทั้งการก่อสร้างโดยยกระดับยังใช้งบประมาณการก่อสร้างต่อกิโลเมตรน้อยกว่าการก่อสร้างแบบใต้ดิน โดยทางยกระดับนี้จะมีความกว้างประมาณ 9 เมตร ในบางช่วงของเส้นทางทางสามารถออกแบบให้อยู่ในตำแหน่งเกาะกลางถนนอยู่สูงจากพื้นทางโดยทั่วไปประมาณ 12 เมตร สำหรับเสารองรับทางยกระดับนั้น ก่อสร้างด้วยคอนกรีตมีความกว้างประมาณ 2 เมตร มีระยะห่างช่วงเสา (Span Length) ประมาณ 30–35 เมตร ซึ่งลักษณะของโครงสร้างเช่นเดียวกับโครงสร้างของระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (BTS) ส่วนต่อขยาย [9] ดังแสดงในรูปที่ 5-2



**รูปที่ 5-2** แบบจำลองโครงสร้างทางวิ่งยกระดับของ LRT นครราชสีมา

ที่มา: http://www.skyscrapercity.com

สำหรับเส้นทางการเดินรถ LRT ที่อยู่ในช่วงนอกเขตเมือง สามารถพิจารณาให้มีการออกแบบโครงสร้างให้อยู่ในระดับเดียวกันกับการจราจรทั่วไป เช่น ถนนมิตรภาพ (ทางหลวงหมายเลข 2) จากสถานีต้นทางโคกกรวดถึงสถานีสามแยกปัก ถนนนครราชสีมา-ปักธงชัย (ทางหลวงหมายเลข 304) จากสถานีสามแยกปักถึงสถานีหน้าทางเข้า มทส และบนถนนนครราชสีมา-โชคชัย (ทางหลวงหมายเลข 227) จากสถานีหัวทะเลถึงสถานีนิคมอุตสาหกรรมสุรนารี ซึ่งถนนเหล่านี้มีความกว้างของเขตทางเพียงพอที่จะทำการวางรางรถไฟฟ้า ในบริเวณเกาะกลางถนน ลักษณะของการวางรางในช่วงเส้นทางที่มีโครงสร้างอยู่ระดับเดียวกับการจราจรทั่วไปแสดงไว้ในตัวอย่างดังรูปที่ 5-3

**รูปที่ 5-3** การวางแนวเส้นทาง LRT บริเวณกึ่งกลางถนน

ที่มา: http://www.lightrailnow.org/images02/sf-lrt-T-Line-Sunnydale-stn-pax-deboard-1120-20070224x_lh.jpg

## 5.2 การเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ

เนื่องจากการเดินทางด้วยระบบ LRT เป็นการเดินทางในรูปแบบสถานีถึงสถานี (Station to Station Service) ซึ่งไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสารได้ดังเช่นการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนตัว ที่สามารถเดินทางได้แบบประตูถึงประตู (Door to Door service) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดให้มีระบบรถโดยสารขนาดเล็ก หรือแม้กระทั่งรถจักรยานยนต์รับจ้าง รถสามล้อ หรือแท็กซี่ ที่คอยทำหน้าที่รับผู้โดยสารจากสถานที่ต่าง ๆ ป้อนเข้าสู่ระบบ LRT (Feeder) หรือทำหน้าที่กระจายผู้โดยสารจากสถานี LRT สู่ปลายทางที่แท้จริงของผู้เดินทาง

ปัจจุบันระบบรถโดยสารประจำทางหมวด 1 ที่ให้บริการครอบคลุมพื้นที่ตัวเมืองนครราชสีมานั้นมีทั้งสิ้น 19 สาย และมีเส้นทางที่วิ่งซ้อนทับกันเองอยู่ในช่วงเขตเมืองทั้งสิ้น ซึ่งเกิดความสูญเสียในเรื่องของพลังงานเชื้อเพลิงโดยรวม อีกทั้งเส้นทาง LRT ที่ได้กำหนดไว้ในรูป 5-1 ยังเป็นเส้นทางที่วิ่งซ้อนทับกับระยะทางวิ่งของรถโดยสารทั้ง 19 สาย กว่าร้อยละ 70 จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการออกแบบกำหนดเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 1 ของนครราชสีมาใหม่ เพื่อให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการเดินรถโดยสารสาธารณะทั้งหมดของนครราชสีมา และเกิดผลดีต่อผู้ใช้บริการที่สามารถเดินทางได้สะดวกรวดเร็ว

### 5.2.1 การออกแบบโครงข่ายรถโดยสารประจำทาง

ระบบรถโดยสารสาธารณะที่ให้บริการในเส้นทางสายรองจะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มพื้นที่การให้บริการหรือความเข้าถึงของระบบขนส่งมวลชนโดยรวมดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้วลักษณะพื้นที่ของเมืองนครราชสีมา มีถนนสายรองและตรอกซอยที่เข้ามาเชื่อมต่อถนนสายหลักเป็นจำนวนมาก และมีระยะการเดินเท้าและการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนสายหลักที่ดีอยู่แล้ว

แนวคิดสำหรับการออกแบบเส้นทางสายรองสามารถแยกการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่

- การให้บริการต่อพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น และความยากลำบากในการเข้าถึงระบบ LRT
- การรองรับผู้ที่เดินทางมาจากพื้นที่เขตชานเมือง ซึ่งเดินทางเข้ามายังเขตตัวเมืองในทิศทางต่าง ๆ ตามแนวโครงข่ายถนนสายหลักของเมือง ได้แก่ ถนนมิตรภาพในด้านทิศเหนือที่เชื่อมกับ อ. บัวใหญ่ และด้านทิศตะวันตกที่เชื่อมตัวเมืองกับ อ.สูงเนิน ทางหลวงหมายเลข 304 เชื่อมต่อนครราชสีมาอำเภอปักธงชัย ในด้านทิศใต้ เช่นเดียวกับทางหลวงหมายเลข 224 เป็นถนนที่เชื่อมระหว่างนครราชสีมากับอำเภอโชคชัย และยังมีทางหลวงหมายเลข 226 ที่แยกออกจากทางหลวงหมายเลข 224 เชื่อมระหว่างเมืองกับอำเภอเฉลิมพระเกียรติซึ่งเป็นทางไปยังสนามบินนครราชสีมา

ลักษณะของยานพาหนะที่วิ่งให้บริการในเส้นทางสายรอง จะพิจารณาตัวรถโดยสารที่มีขนาดเล็กปรับอากาศ (Air-conditions Minibus) ซึ่งมีขนาด 24 ที่นั่ง เพื่อยกระดับการให้บริการ และดึงดูดให้เกิดการเปลี่ยนรูปแบบเดินทางจากการเดินทางด้วยรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ส่วนตัวมาเป็นระบบขนส่งมวลชนของนครราชสีมา

### 5.2.2 การเชื่อมต่อกับสถานีขนส่ง

**สถานีขนส่งเดิม (บ.ข.ส.1)**

เส้นทางรถ LRTที่เชื่อมต่อกับสถานีขนส่งเดิม คือเส้นทางสายสีแดง โดยที่จุดขึ้น-ลง ที่สถานีบริเวณตลาดแม่กิมเฮง ซึ่งเมื่อผู้โดยสารลงจากรถ LRT สามารถเดินทางไปยังสถานีขนส่งเดิมได้ในระยะทางที่ไม่ไกลนัก โดยการเดินจากสถานีรถ LRTไปยังสถานีขนส่งเดิมนั้นอาศัยทางเท้า ที่มีขนาดกว้างพอที่จะไม่เกิดความแออัด ควรมีหลังคาหรือที่กำบังแดด-ฝน เชื่อมระหว่างสถานีทั้งสอง

**สถานีขนส่งใหม่ (บ.ข.ส.2)**

การเชื่อมต่อเส้นทางรถ LRTกับสถานีขนส่งใหม่ โดยจะมีสถานีรถ LRT ตั้งอยู่ภายในบริเวณ บ.ข.ส. ใหม่ ทำให้ผู้โดยสารสามารถใช้บริการของรถ LRT ไปยังเส้นทางอื่นๆ ต่อไปได้ ซึ่งมีการเดินรถ LRTแบบรางรางคู่ สามารถรองรับผู้โดยสารที่มาจากชานเมือง และมาจากตัวเมืองได้ เส้นทางรถ LRTสายนี้สามารถเชื่อมโยงกับระบบการขนส่งอื่นๆได้อย่างสะดวกรวดเร็ว บริเวณหน้าสถานีขนส่งใหม่จะมีสถานีขนาดกลางที่เป็นจุด ขึ้น-ลง รถ LRT สามารถรองรับผู้โดยสารที่สถานีขนส่งใหม่ และผู้โดยสารที่อาศัยอยู่ ณ.บริเวณนั้นได้อย่างเพียงพอ การเชื่อมต่อสถานีรถ LRTกับสถานีขนส่งสายใหม่นั้นจะทำเป็นสะพานลอยเชื่อมต่อกัน ภายในสะพานลอย อาจจะมีพื้นเลื่อน ไป-กลับ ระหว่างสถานีทั้งสองได้ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารและสัมภาระต่าง ๆ

ภายในสถานีรถ LRTนี้จะต้องมีจุดซื้อตั๋วได้ทั้งตั๋วรถ LRT และตั๋วรถทัวร์ มีตารางการเดินรถ LRT และรถทัวร์ ที่ผู้โดยสารที่นั่งรอรถอย่างพอเพียง มีบริการสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์สาธารณะ ห้องน้ำสาธารณะ ตู้ ATM เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ร้านสะดวกซื้อ และประชาสัมพันธ์

### 5.2.3 การเชื่อมต่อกับระบบรถไฟ

**สถานีหัวรถไฟ**

เส้นทางรถ LRT ที่เชื่อมต่อกับสถานีหัวรถไฟคือ เส้นทางสายสีแดง ซึ่งผ่านบริเวณด้านหน้าสถานีหัวรถไฟ ซึ่งจุด ขึ้น-ลง จะสร้างเป็นสถานีขนาดกลาง ซึ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร และสัมภาระ ผู้โดยสารที่ลงจากรถไฟสามารถเลือกเดินทางต่อด้วยรถ LRT ได้ และผู้โดยสารจากสถานีรถ LRT หนึ่งสามารถเดินไปยังอีกสถานีสามแยกปัก หรือสถานีประตูน้ำเพื่อเปลี่ยนเส้นทางได้ ผู้โดยสารสามารถเดินทางต่อไปยังระบบขนส่งอื่น ๆ เช่น สถานีขนส่ง สนามบิน ได้โดยสะดวก

ในแต่ละสถานีรถ LRT จะมีที่ซื้อตั๋วรถ LRT และมีตารางการเดินรถทั้งรถ LRT และรถไฟ รวมทั้งโทรศัพท์ ห้องน้ำ ศูนย์ประชาสัมพันธ์ ร้านสะดวกซื้อ ที่สำคัญต้องมีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง

**สถานีรถไฟจิระ**

สถานีรถไฟจิระเชื่อมต่อกับรถ LRT เส้นทางสายสีแดงได้ ณ สถานีประตูผี โดยสถานีนี้จะออกแบบให้ ผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟที่สถานีรถไฟจิระนั้นสามารถเชื่อมโยงกับสนามบินนครราชสีมาได้ หรือจะเดินทางเข้าสู่ สถานีขนส่ง (บ.ข.ส.1 และ บ.ข.ส.2) ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

## 5.3 รูปแบบของระบบ LRT และสถานีตลอดแนวเส้นทาง

### 5.3.1 รูปแบบของยานพาหนะ (Light rail vehicle: LRV)

จากการทบทวนรูปแบบของยานพาหนะของ LRT นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะของกลุ่มผู้ผลิต คือ ประเภท Low floor LRV และ High floor LRV ซึ่งมีคุณลักษณะทางเทคนิคตามที่ทาง Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH [10] ได้สรุปไว้สำหรับการออกแบบระบบ LRT ให้กับเมือง Helsinki ดังตารางที่ 5-2

**ตารางที่ 5-1** คุณลักษณะของ Light rail vehicle

| Criteria | Low floor LRV | High floor LRV |
|---|---|---|
| Floor height | 300-350 mm. | 1,000 mm. |
| Power Supply | 750 Volt DC<br>Overhead wire | 750 Volt DC<br>Third rail / Over head wire |
| Track gauge | Standard track gauge<br>1435 mm. | Standard track gauge<br>1435 mm. |
| Vehicle width | 2.65 m. | 2.65 m. |
| Buffer load | 400 kN plus crash element | 600 kN plus crash element |

สำหรับเมืองนครราชสีมา ลักษณะของโครงข่ายถนน และระบบการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ที่พักอาศัยและอาคารสำนักงานนั้น ยังใช้การจ่ายกระแสไฟฟ้าบนพื้นดินโดยการโยงสายไฟขนานไปตามแนวเส้นทางของถนนซึ่งหากระบบ LRT ของนครราชสีมาจะใช้ระบบการจ่ายกระแสไฟโดยการโยงสายไฟ (Overhead wire) นั้นก็สามารถทำได้ แต่คงเกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงามมากยิ่งขึ้น รวมทั้งระบบ LRT ของนครราชสีมานั้นจะเป็นเส้นทางที่ยกระดับในบางช่วง ดังนั้นการจ่ายกระแสไฟฟ้าสู่ตัวรถ LRT นั้นควรใช้รางที่สามจะมีความเหมาะสมมากกว่า ซึ่งก็จะทำให้สามารถตัดสินใจในการใช้รถแบบ High floor LRV เพราะแบบ Low floor LRV นั้นจะไม่มีความปลอดภัยเนื่องจากระยะห่างระหว่างรางจ่ายกระแสไฟฟ้าและตัวรถนั้นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้

**รูปที่ 5-4** การจ่ายไฟด้วยรางที่ 3 ให้กับ High floor-LRV

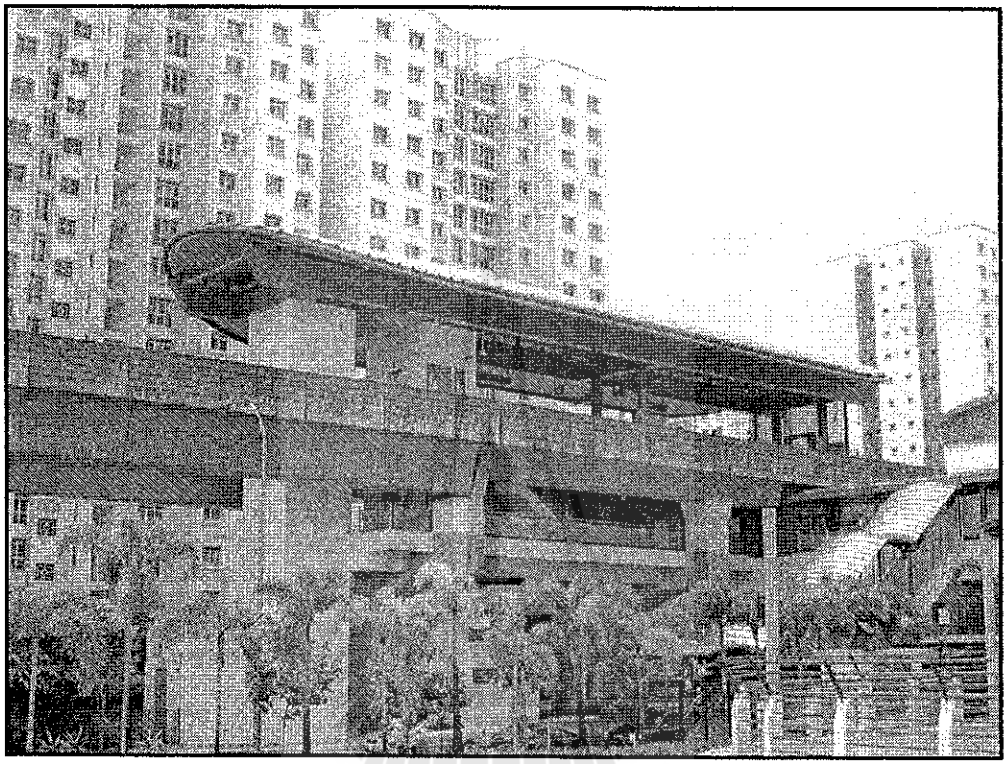
ที่มา: http://www.railway-technology.com/projects/kuala_lumpur/kuala_lumpur7.html

สรุป ระบบ LRT ของนครราชสีมาจะใช้ยานพาหนะแบบ High floor-LRV และจ่ายกระแสไฟฟ้า 750 V-DC ด้วยระบบรางที่สาม (Third rail) ดังแสดงในรูปที่ 5-4 โดยมีความกว้างของขบวนรถ 2.65 เมตร มีความสามารถในการขนผู้โดยสารได้ ประมาณ 320 คน (นั่ง 42 คน ยืน 278 คน) จำนวนตู้ต่อขบวนเท่ากับ 3 ตู้ ความกว้างของรางเท่ากับ 1,435 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานที่ใช้กันในกลุ่มประเทศยุโรป โครงสร้างของรางเป็นแบบยกระดับ ผสมผสานกับแบบระดับเดียวกับกระแสจราจรทั่วไป

### 5.3.2 รูปแบบของสถานี LRT

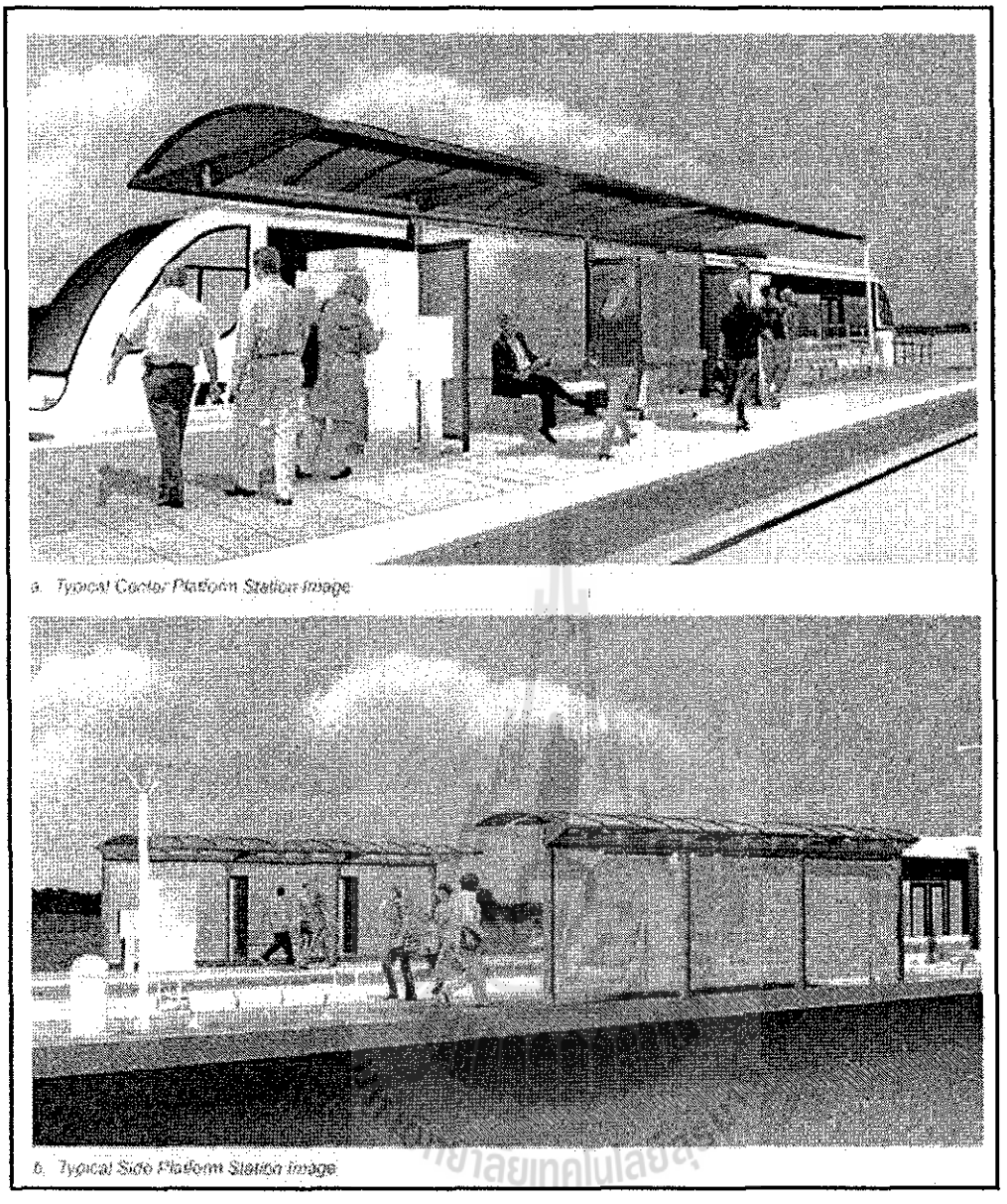
รูปแบบของสถานีที่อยู่ในระบบ LRT เมืองนครราชสีมานั้น จำแนกออกได้เป็น 4 รูปแบบ คือ รูปแบบสถานีช่วงเป็นโครงสร้างทางยกระดับ ซึ่งจะเป็นที่มีชานชาลาเดียวตรงกลาง (Center Platform Station) ระหว่างรางรถไฟทั้งสองทิศทาง ดังตัวอย่างในรูปที่ 5-5 และ 2 รูปแบบสำหรับสถานีที่มีโครงสร้างทางระดับเดียวกันกับการจราจรทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 5-6 ซึ่งมีทั้งแบบ Center Platform Station และ Sid Platform Station และสุดท้าย คือรูปแบบสถานีที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างเส้นทางเดินรถไฟฟ้าทั้งสองสาย (Switch Station) ที่บริเวณสถานีสามแยกปัก และสถานีประตูน้ำ ทั้งนี้จะพิจารณาตามลักษณะทางกายภาพและสภาพการจัดการจราจร ณ ตำแหน่งสถานีนั้น อย่างไรก็ตามในสถานีแต่ละรูปแบบยังคงมีส่วนของพื้นที่ใช้สอยที่จำเป็นเหมือนกัน ได้แก่ พื้นที่รอ พื้นที่ขน

ถ่ายผู้โดยสารขึ้นลงรถ สิ่งอำนวยความสะดวก เคาน์เตอร์จำหน่ายตั๋วโดยสาร รวมทั้งทางเดินข้ามถนนทั้งระดับบนดินหรือแบบยกระดับ ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของสถานีจอดจะรองรับผู้โดยสารได้ประมาณ 50-100 คนต่อหนึ่งช่วงสถานี ความต้องการพื้นที่รอของผู้โดยสารประมาณ 0.6 ตร.ม.ต่อคน ทั้งนี้การออกแบบจะขึ้นอยู่กับปริมาณผู้โดยสารที่ขึ้นลงในแต่ละสถานี



**รูปที่ 5-5** สถานียกระดับแบบ Center Platform

ที่มา: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Coral_Edge_LRT_Station,_Jan_06.JPG




**รูปที่ 5-6** แบบจำลองของสถานีรับส่งผู้โดยสาร LRT
(a) แบบชานชาลาเดียวตรงกลางระหว่างรางทั้งสอง (b) แบบชานชาลาวางอยู่ด้านข้างราง

ที่มา: http://www.geocities.com/gregvassilakos/norfolklrt/7-7typicalstationplatformimages-eis.jpg

ข้อกำหนดการวางสถานี LRT ของจังหวัดนครราชสีมา

1) สถานีจอดจะต้องรองรับกิจกรรมการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ โดยมีจุดจอดในพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ที่ดินดังต่อไปนี้

- ชุมชนหรือมีกิจกรรมหนาแน่นบริเวณสองข้างทาง

- แหล่งกิจกรรมหลักและดึงดูดการเดินทาง ได้แก่ สถานบริการประชาชน (ศูนย์ราชการ โรงพยาบาล โรงเรียน ศาสนสถาน) ศูนย์กลางธุรกิจการค้าของเมือง (Central Business District-CBD)

2) ระยะห่างระหว่างสถานีจอด ควรอยู่ห่างกันในช่วงระยะทางเฉลี่ยประมาณ 1,000 เมตร ในช่วงเขตเมืองหรือมากกว่านั้นในช่วงนอกเมือง เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงระบบ LRT ได้ด้วยการเดินเท้า และใช้ระบบรถโดยสารประจำทางเป็นทางเลือกหลัก
3) ตำแหน่งที่จัดตั้งสถานีจะต้องไม่กีดขวางการจราจรอื่น เนื่องจากการขนถ่ายผู้โดยสาร
4) จุดที่วางสถานีจะต้องมีความกว้างของเขตทางเพียงพอ เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบการเวนคืนที่ดินให้มากที่สุด

## 5.4 ทางเลือกในการบริหารจัดการระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบานครราชสีมา

รูปแบบทางเลือกการบริหารจัดการระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบาของจังหวัดนครราชสีมา สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ทางเลือก เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้พิจารณามีดังนี้

### 5.4.1 ทางเลือกที่ 1 บริหารจัดการโดยหน่วยงานส่วนกลาง

ในการบริหารจัดการระบบขนส่งมวลชนเมืองนครราชสีมาโดยรัฐบาลสามารถมอบหมายให้รัฐวิสาหกิจในส่วนกลาง ซึ่งได้แก่ การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) เป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่งอำนาจและหน้าที่ในการดำเนินการจะเป็นของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย รฟม. จะเป็นเจ้าภาพในการดำเนินการและให้สัมปทานกิจการรถรางไฟฟ้าขนาดเบาแก่เอกชน หรือจะมอบหมายให้องค์กรที่จะจัดตั้งขึ้นมาเพื่อบริหารจัดการระบบการขนส่งรถรางไฟฟ้าเมืองนครราชสีมาให้เป็นผู้ดำเนินการต่อไปก็ได้

### 5.4.2 ทางเลือกที่ 2 บริหารจัดการโดยองค์กรส่วนท้องถิ่น

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาลนครนครราชสีมา จะเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการเอง หรือจะร่วมกับเทศบาลอื่นๆ หรือองค์การบริหารส่วนจังหวัด องค์การบริหารส่วนตำบล ซึ่งอาจเลือกวิธีการบริหารดังนี้

1) หน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบโครงการ โดยให้เอกชนเข้ารับสัมปทานลงทุนทั้งหมด

ยกตัวอย่างเช่น กรุงเทพมหานครที่มอบให้ บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (BTSC) หรือกลุ่มธนายง ซึ่งได้ลงนามสัญญากับ กรุงเทพมหานคร (กทม.) เพื่อ

ดำเนินการก่อสร้างและประกอบการระบบขนส่งมวลชนวิ่งบนทางยกระดับ หรือ รถไฟฟ้า BTS จำนวน 2 สาย คือ สายสีลม (สะพานตากสิน-สนามกีฬา) และสายสุขุมวิท (หมดชิต-อ่อนนุช) ระยะทางรวมประมาณ 23 กิโลเมตร

ประเด็นสำคัญที่อาจเป็นข้อจำกัดก็คือ รัฐจะต้องให้อายุสัมปทานนานพอเพื่อที่จะให้เอกชนหรือผู้รับสัมปทานสามารถคืนทุนได้ และในขณะที่ภาครัฐอาจไม่สามารถกำหนดค่าโดยสารให้อยู่ในระดับต่ำเพื่อบริการประชาชนในทุกระดับได้ ซึ่งโดยหลักการแล้วการให้บริการสาธารณะต้องเป็นลักษณะของการทำแบบให้เปล่าหรือรัฐอาจเก็บค่าธรรมเนียมเพียงเพื่อให้โครงการดำเนินการอยู่ต่อไปได้ และที่สำคัญระบบ LRT ของนครราชสีมานี้จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนสูง ทั้งนี้จะต้องพิจารณาเงื่อนไขการให้เอกชนเข้ารับสัมปทานลงทุนทั้งหมด ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานหรือดำเนินการในกิจการของรัฐ พ.ศ.2535

2) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบลงทุนระบบ แล้วจัดตั้งวิสาหกิจขององค์กรปกครองท้องถิ่นเข้ารับสัมปทานหรือรับจ้างบริหารจัดการเดินรถ

ในกรณีนี้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะเป็นผู้รับผิดชอบโครงการโดยลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน ระบบ และตัวรถทั้งหมด แล้วจัดตั้งวิสาหกิจของตนในรูปแบบบริษัทจำกัดตามประมวลกฎหมายเพ่งและพาณิชย์หรือบริษัทมหาชนจำกัด ตาม พ.ร.บ. บริษัทมหาชนจำกัด พ.ศ.2535 หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถือหุ้นในบริษัทจำกัดเป็นมูลค่าไม่เกินร้อยละห้าสิบของทุนจดทะเบียน

ข้อดีคือ การสร้างระบบ LRT ของนครราชสีมาจะกระทบกับกลุ่มผู้ประกอบการเดินรถโดยสารประจำทางหมวด 1 ที่มีอยู่เดิมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อไม่ให้เกิดข้อขัดแย้ง กลุ่มผู้ประกอบการสามารถเข้าร่วมหุ้นอันเป็นการสมานประโยชน์ระหว่างรัฐและเอกชนได้ดี และจะสามารถพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะของนครราชสีมาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งประชาชนทั่วไปยังสามารถร่วมถือหุ้นได้

3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับผิดชอบลงทุน แล้วให้บริษัทเอกชนเข้ารับสัมปทานหรือรับจ้างบริหารจัดการเดินรถ

ตัวอย่างกรณีนี้ เช่น โครงการรถไฟใต้ดินของ รฟม. (MRTA) ที่ให้บริษัทรถไฟฟ้ากรุงเพท จำกัด (มหาชน) หรือ BMCL เป็นผู้ให้บริการการเดินรถ

### 5.4.3 ทางเลือกที่ 3 บริหารจัดการโดยการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน

การร่วมทุนระหว่างรัฐและเอกชนสามารถทำได้โดยการจัดตั้งรัฐวิสาหกิจในรูปแบบบริษัทจำกัด แต่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติวิธีการงบประมาณ พ.ศ.2502 มาตร 4 คือ หน่วยงานของรัฐไม่ว่าจะเป็นส่วนกลาง ส่วนท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ หรือองค์การรัฐบาลต้องมีทุนเกินกว่าร้อยละห้าสิบ ดังนั้น ในการจัดตั้งองค์กรอาจจะง่ายกว่ารูปแบบองค์การของรัฐบาล เพราะจัดตั้งขึ้นเช่นเดียวกับบริษัทเอกชน ในขณะที่การร่วมทุนของเอกชนก็ทำได้ง่ายและไม่ติดอยู่ในระเบียบของทางราชการ

ในทางปฏิบัติ รูปแบบนี้อาจไม่จูงใจให้เอกชนเข้าร่วมลงทุน เนื่องจากอำนาจรัฐครอบงำกิจการ เพราะรัฐถือหุ้นเกินกว่าร้อยละห้าสิบ และโดยเฉพาะถ้าโครงการมีแนวโน้มผลประกอบการไม่ได้กำไร การหาเอกชนเข้ามาร่วมทุนก็จะเป็นไปได้ยาก

ไม่ว่าระบบรถรางไฟฟ้าขนาดเบาเมืองนครราชสีมาจะใช้รูปแบบการบริหารจัดการในรูปแบบใด ข้อควรคำนึงที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ คือ ระบบ LRT ของนครราชสีมา นี้เปรียบเสมือนกับเส้นเลือดใหญ่ที่ใช้สำหรับการสัญจรของประชาชนในเขตเมือง หากมุมมองของผู้บริหารได้เล็งเห็นว่าการสร้างระบบ LRT นั้นก็เหมือนกับการตัดถนนหรือก่อสร้างทางหลวงที่ให้ประชาชนได้สัญจรไปมา เพราะเหตุใดเราจึงไม่สามารถพัฒนาระบบการบริหารจัดการ กิจการเดินรถขนส่งสาธารณะรูปแบบนี้ ให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้โดยปราศจากการเก็บค่าโดยสาร หากมองในแง่ของผลประโยชน์ที่จะได้จากการดำเนินโครงการ เพื่อทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างระบบ LRT ให้เหมือนกับการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก่อสร้างหรือการขยายผิวทางการจราจรภายในเขตเมืองนครราชสีมานั้น เราคงสามารถเปรียบเทียบดัชนีทางเศรษฐศาสตร์กันได้ การประหยัดเวลาในการเดินทาง การลดมลพิษทางอากาศ ทางเสียง การลดปริมาณการใช้น้ำมัน อุบัติเหตุบนท้องถนนลดลง คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น ล้วนเป็นข้อดีของการนำเอาระบบ LRT มาใช้ ถ้าทุกคนคิดเช่นนี้คงทำให้บ้านเมืองของเรามีระบบการคมนาคมขนส่งที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากกว่าในปัจจุบันนี้

# บรรณานุกรม


1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ บริษัททรานส์คอนซัลท์จำกัด (2539). รายงานฉบับสมบูรณ์: โครงการสำรวจสภาพการจราจรและขนส่งในจังหวัดนครราชสีมา. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย กระทรวงมหาดไทย. หน้า 2-23.
2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2547). โครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาค จังหวัดนครราชสีมา (ครั้งที่ 2). สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. หน้า 8-18.
3. Vuchic, V.R. (1981). Urban Public Transportation: Systems and Technology. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs: New Jersey.
4. Graebner J.H. and Jackson R.E.2007. Trackway Infrastructure Guidelines for Light Rail Circulator Systems. (Online). Available URL:http://www.apta.com.
5. The European Rail Research Advisory.2002. Light Rail and Metro Systems in Europe. (Online). Available URL:http://www.aelf.org
6. Transportation Research Board (1988). Transit Scheduling: Basic and Advanced Manuals. Transit Cooperative Research Program (Project 30): Washington, D.C.
7. John, D.S. (2003). Light Rail Without Wire, A Dream Come True. Transportation Research Circular E-C058: 9th National Light Rail Transit Conference. pp. 729-744 .
8. Transportation Research Board (1985). Highway Capacity Manual: Special Report 209. National Research Council: Washington, D.C.
9. กองประชาสัมพันธ์. การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย. 11 คำถาม-คำตอบ เกี่ยวกับโครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วงฯ. (Online). Available URL:http://www.mrta.co.th/11.htm
10. Transport Technologie-Consult Karlsruhe GmbH (2004). Final Report :Metro+Light Rail Integration Technical Case Study for Helsinki/Espoo. (Online). Available URL:http://www.raideyva.fi/selvitys/Metro_lightrail_integration.pdf

# ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ ผ.ศ.ศาสน์ สุขประเสริฐ ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประวัติการศึกษา วุฒิการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต เมื่อ พ.ศ. 2520 วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระดับมหาบัณฑิต เมื่อปี พ.ศ. 2523 M.Eng (Transportation) จาก Asian Institute of Technology (AIT) ,Thailand สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ Non-Destructive Examination Technology for Quality Control and Maintenance ,Workshop in Oil and Gas Processing Technology,H2S Safety และ Dispensing Pump design ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับงานวิจัย เช่น เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยโครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านจราจรและขนส่งภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมาได้รับทุนจาก สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบจราจรทางบก (สจร.) เมื่อปี พ.ศ. 2539 โครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองภูมิภาคจังหวัดปราจีนบุรี ได้รับทุนจาก สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบจราจรทางบก (สจร.) เมื่อปี พ.ศ. 2541 โครงการจัดทำแผนสร้างทางจักรยานและแผนรณรงค์การใช้จักรยานแบบครบวงจรเทศบาลเมืองนครอุบลราชธานี ได้ทุนจากสำนักงานนโยบายและพลังงาน (สนพ.) เมื่อปี พ.ศ.2546 โครงการศึกษาและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางจักรยาน เมื่อปี พ.ศ.2548 โครงการศึกษาระบบการขนส่งในการผลิตและส่งออกของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง เมื่อปี พ.ศ.2550 และอีกหลายงานวิจัย หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติต่อได้ ที่สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 0-4422-4421 โทรสาร 0-4422-4220 E-mail: sart@sut.ac.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี