การศึกษาความเหมาะสมของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเลียบคลองเส้นทางพระราม3 - ช่องนนทรี

โดย
นายธำรงค์รัตน์ วัฒนโรจนาพร
นางสาวยุพิน จันดา
นายวิรัช จานทอง

วัน เดือน ปี 16 ก.ค. 2541
เลขทะเบียน 039012
เลขเรียกหนังสือ T 4025 ส 552ก

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
039012

A STUDY OF LIGHT RAIL TRANSIT ALONG THE KHLONG RAMA III - CHONGNONSEE

MR. THAMRONGRAT WATANAROJANAPORN

MISS YUPIN JUNDA

MR. WIRAT CHANTHONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR'S DEGREE

OF CONSTRUCTION ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาความเหมาะสมของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเลียบคลอง เส้นทางพระราม3 - ช่องนนทรี

A Study of Light Rail Along The Khlong Rama3 - Chongnonsee

นักศึกษา
1. นายธำรงค์รัตน์ วัฒนโรจนาพร รหัสประจำตัว 37014171
2. นางสาวยุพิน จันดา รหัสประจำตัว 37014345
3. นายวิรัช จานทอง รหัสประจำตัว 37014405

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์

คณะกรรมการสอบหัวข้อโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ 2. อาจารย์ศิริวัฒน์ ไชยชนะ 3. อาจารย์ศิลป์ชัย จานสุวรรณ	....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายอำนวย พานิชกุลพงศ์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความเหมาะสมของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเลียบคลอง เส้นทางพระราม3-ช่องนนทรี

A STUDY OF LIGHT RAIL TRANSIT ALONG THE KHLONG RAMA III – CHONGNONSEE

โดย นายธำรงค์รัตน์ วัฒนโรจนาพร

นางสาวยุพิน จันดา

นายวิรัช จานทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงษ์

บทคัดย่อ

เนื่องจากระบบขนส่งมวลชน ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร โดยจัดให้มีระบบขนส่งมวลชนหลักวิ่งตามเส้นทางหลักทั่วกรุงเทพมหานคร และเพื่อความสมบูรณ์ของระบบขนส่งมวลชน จึงได้มีการศึกษาระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ให้บริการในพื้นที่ซึ่งระบบขนส่งมวลชนหลักไม่สามารถเข้าถึงได้ ในขณะเดียวกันระบบขนส่งมวลชนขนาดรองยังสามารถทำหน้าที่เป็นส่วนต่อขยายของระบบขนส่งมวลชนหลัก เข้าสู่พื้นที่ซึ่งมีปริมาณผู้โดยสารต่ำกว่าที่จะใช้ระบบขนส่งมวลชนหลักได้ และจากการศึกษา เส้นทางสายพระราม 3 -ช่องนนทรี เป็นเส้นทางสายหนึ่งที่เหมาะสม ให้มีการจัดระบบขนส่งมวลชนขนาดรองขึ้น ดังนั้นโครงงานพิเศษฉบับนี้จึงนำเสนอข้อมูลการศึกษาความเหมาะสมของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในเส้นทางสายพระราม 3 - ช่องนนทรี โดยมีเนื้อหาด้านต่างๆ ประกอบด้วย การศึกษาด้านการจราจร การออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรม การศึกษาระบบรถที่นำมาใช้ และการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

A number of mass transit systems had been conceived for Bangkok under private and Government initiative. To complete the mass transit systems, a "secondary" Mass Transit Master Plan (MTMP) has studied. A secondary MTMP will extend accessibility of mass transit into new areas. A light rail transit rail along the Khlong Rama III- Chongnonsee has appropriate been studied as a secondary MTMP. This special project contains the information of the traffic, engineering design, vehicle and environmental of that rail transit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในระหว่างการดำเนินงานการทำโครงงานพิเศษนี้ ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่านด้วยกัน จึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลผู้ซึ่งมีส่วนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีดังนี้

อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำเป็นอย่างดี

กทม., สจร., กรมควบคุมมลพิษ, บ.ไทย ดีซีไอ จำกัด, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, บ.กรุงเทพธนาคม จำกัด, องค์การรถไฟฟ้ามหานคร, บ. คริสเตียรีและนีลเส็น(ไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลและคำแนะนำ

พ่อ, แม่, พี่ ,น้อง ร่วมทั้งเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

จึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้อีกครั้งและจะระลึกถึงตลอดไป

ผู้จัดทำ

นายธำรงค์รัตน์ วัฒนโรจนาพร

นางสาวยุพิน จันดา

นายวิรัช จานทอง

1 เมษายน 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
กิตติกรรมประกาศ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	vi
สารบัญรูป	x
บทที่	
1. บทนำ	1
1) ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2) วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
3) ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ	1
4) ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	1
5) วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ	2
6) ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชน	3
1) ความเป็นมาและการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในอดีต	3
2) หลักการของระบบขนส่งมวลชน	5
3) ระบบต่างๆของการคมนาคมขนส่งและการขนส่งมวลชน	7
4) โครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนหลักในกรุงเทพฯ	10
5) ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	28
3. การเลือกแนวเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	42
1) การประเมินเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	42
2) ตัวเลือกสายทาง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4. การวางแผนการขนส่ง	51
1) วิธีการในการประเมินโครงการ	51
2) สมมติฐานในการพยากรณ์	58
3) การคาดการณ์การเดินทางด้วยการขนส่งมวลชน	67
4) การทดสอบความอ่อนไหว	84
5) บริการเรือโดยสารเพื่อป้อนระบบขนส่งมวลชนสายพระราม 3	86
5. การศึกษาเทคโนโลยีของระบบขนส่งมวลชน	94
1) เส้นทางในแนวดิ่ง	95
2) เทคโนโลยีของระบบขนส่งมวลชน	96
3) หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชน	104
4) การเปรียบเทียบระบบขนส่งมวลชนประเภทต่างๆ	111
6. การศึกษาด้านวิศวกรรม	115
1) ทางวิ่ง	115
2) สถานี	118
3) อู่จอดซ่อม	121
4) ทางวิ่งและสถานีของสายทางพระรามที่ 3	129
5) ตัวรถ	140
6) ระบบราง	141
7) ระบบจ่ายพลังงาน	147
8) ระบบควบคุม	149
9) แนวคิดเกี่ยวกับระบบตั๋ว	153
10) ระบบการจัดเก็บค่าโดยสารและวิธีการจัดเก็บ	156
7. การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน	163
1) ความเป็นไปได้ทางการเงิน	163
2) ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์	182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
8. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	193
1) ทรัพยากรทางด้านกายภาพ	193
2) ทรัพยากรทางด้านชีวภาพ	236
3) ด้านการใช้ประโยชน์ของมนุษย์	240
4) คุณภาพชีวิต	250
9. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	262
1) ข้อสรุปด้านวิศวกรรม	262
2) ข้อสรุปด้านการวางแผนและขนส่ง	262
3) ข้อสรุปด้านการเงิน	263
4) ข้อสรุปด้านการสิ่งแวดล้อม	263
5) ข้อเสนอแนะ	264

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แนวเส้นทางสายพระรามที่3-ช่องนนทรี

ภาคผนวก ข. การออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรม

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อัตราค่าโดยสารรถไฟชุมชน	19
2.2	ความจุในการให้บริการของโครงการรถไฟชุมชน	24
2.3	ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ	25
2.4	ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการรถไฟฟ้ามหานคร	26
2.5	ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการรถไฟชุมชน	26
3.1	แนวคลองในพื้นที่ทิศเหนือที่นำมาคัดเลือก	46
3.2	แนวคลองในพื้นที่ทิศตะวันออกที่นำมาคัดเลือก	48
3.3	แนวคลองในพื้นที่ทิศตะวันตกที่นำมาคัดเลือก	49
3.4	แนวคลองในพื้นที่ทิศใต้ที่นำมาคัดเลือก	50
4.1	Assumed Mass Transit Completion Dates	61
4.2	มูลค่าของเวลาที่ทีมที่ปรึกษาได้พยากรณ์ไว้	62
4.3	Public Transport Fares	64
4.4	Feeder System Fare Comparison	65
4.5	การใช้บริการรถโดยสารประจำทางเมื่อไม่มีสายพระรามที่ 3 ปี พ.ศ.2554	70
4.6	ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3	71
4.7	ปริมาณการใช้บริการรถประจำทางรายวันปี พ.ศ.2554 เมื่อมีสายพระราม ที่ 3 เต็มระบบ	73
4.8	ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3 เมื่อก่อสร้างเฉพาะขั้นที่ 1	74
4.9	ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3 เมื่อก่อสร้างเฉพาะขั้นที่ 1 และ2	75
4.10	ปริมาณการขึ้นใช้รถประจำทางในแต่ละวันในปี พ.ศ.2544 เมื่อไม่มีสายทางพระรามที่ 3 เปิดดำเนินการ	76
4.11	ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ปริมาณการขึ้นใช้รถประจำทางในแต่ละวันในปี พ.ศ.2544 เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระรามที่ 3 เต็มระบบ	81
4.13 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3 เมื่อมีเฉพาะขั้นที่ 1	82
4.14 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายพระรามที่ 3 เมื่อมีเฉพาะขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2	83
4.15 ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าใน พ.ศ.2554 ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระรามที่ 3	84
4.16 สรุปผลการทดสอบความอ่อนไหว	85
4.17 ปริมาณการโดยสารต่อวันใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระรามที่ 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสารใหม่	88
4.18 ปริมาณการโดยสารในช่วงเร่งด่วนเช้าใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระรามที่ 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสารใหม่	89
4.19 ปริมาณการโดยสารต่อวันใน พ.ศ.2544 ของสายทางพระรามที่ 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสารใหม่	90
5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรและระบบขนส่ง	94
5.2 ลักษณะและคุณสมบัติของระบบแหล่งมวลชน	100
5.3 เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียการใช้ล้อยาง - ล้อเหล็ก ของรถไฟฟ้า	103
5.4 กฎเกณฑ์ในการประเมินโครงการขนส่งมวลชน	104
5.5 หลักเกณฑ์ด้านรูปแบบทางเทคนิค	105
5.6 หลักเกณฑ์ด้านสัดส่วนเงินลงทุน	109
5.7 หลักเกณฑ์ด้านการยอมรับของสังคมและสิ่งแวดล้อม	110
5.8 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในเชิงคุณภาพ	114
6.1 พื้นที่ของอู่จอดซ่อมที่ต้องการ	124
6.2 สรุปการให้คะแนนสถานที่ที่นำมาพิจารณาสร้างอู่จอดซ่อมสายทางพระราม 3	125
7.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของรูปแบบการลงทุนด้านการเงิน	165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
7.2 ผลการทดสอบของนโยบายค่าโดยสาร 3 แบบและรูปแบบแผนการเงิน 3 ชนิด	169
7.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3	179
7.4 Rama III Revised Capital Costs	180
7.5 แผนงานสำหรับต้นทุนการลงทุน	185
7.6 สมมติฐานอายุใช้งานของสินทรัพย์	185
7.7 ตัวคูณปรับค่าทางเศรษฐศาสตร์	186
7.8 ต้นทุนการลงทุนของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ	187
7.9 มูลค่าของเวลาที่คำนวณ	190
7.10 สมรรถภาพทางเศรษฐกิจ	191
7.11 การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและผลประโยชน์	192
8.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พ.ศ. 2538)	194
8.2 ข้อมูลคุณภาพอากาศจากการตรวจวัด	198
8.3 การเกิดลมในทิศทางต่าง ๆ	201
8.4 การเกิดสารมลพิษจากเครื่องจักรที่ใช้ก่อสร้าง	202
8.5 ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศต่อแหล่งส่งผลกระทบสองฝั่งถนน	203
8.6 มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป	207
8.7 ข้อมูลคุณภาพเสียงตามแนวสายทางพระราม 3	209
8.8 ระดับเสียงในพื้นที่ก่อสร้างที่เกิดจากเครื่องมือชนิดต่าง ๆ	210
8.9 ผลกระทบจากระดับเสียงต่อแหล่งรองรับเสียงสองข้างทางโดยแหล่งกำเนิดเสียงดังสูงสุด 120	210
8.10 ผลกระทบของเสียงที่จะเกิดขึ้นจากขบวนรถไปยังสองฝั่งถนน	212
8.11 แสดงค่ามาตรฐานระดับการสั่นสะเทือนของ WHIFFIN and LEONARD 1971	214
8.12 ความสั่นสะเทือนบริเวณสายทางพระราม 3	218
8.13 ระดับความสั่นสะเทือนจากการก่อสร้าง	219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
8.14 ความสั่นสะเทือนที่แหล่งรองรับตามแนวสายทาง	220
8.15 ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนต่อพื้นที่สองฝั่งถนน	221
8.16 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	226
8.17 คุณภาพน้ำในคลองต่าง ๆ บริเวณสายทางพระราม 3	232
8.18 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำในคลองหลัก ๆ ทั้ง 3 แห่ง	235
8.19 ชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนพืชจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	238
8.20 ผลกระทบต่อนิเวศน์วิทยาทางน้ำในคลองหลัก ๆ ทั้ง 3 แห่ง	239
8.21 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวสายทางพระราม 3	244
8.22 สถานที่และอาคารสำคัญริมถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี)	244
8.23 สถานที่และอาคารสำคัญริมถนนพระรามที่ 3	245
8.24 ปริมาณการจราจรและสายรถประจำทาง	248
8.25 รายชื่อของศาสนสถานและโบราณสถานตลอดแนวสายทาง 11.82 กิโลเมตร ของสายทางพระราม 3	255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป		หน้า
	2.1 โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนหลัก	22
	2.2 การดำเนินการสายทางระบบขนส่งมวลชนชานเมือง	32
	2.3 การดำเนินการสายทางระบบขนส่งมวลชนในเมือง	33
	2.4 การเลือกแนวสายทางภายในขอบเขตที่มีอยู่แล้ว และแนวสายทางใหม่	35
	3.1 แนวคลองที่พิจารณา	44
	3.2 แนวคลองพระรามที่ 3 – ช่องนนทรี	45
	4.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง UTDM ในโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	54
	4.2 การแบ่งเขตพื้นที่ย่อย	55
	4.3.ก กรแบ่งเขตพื้นที่ย่อยเพิ่มเติม	56
	4.3.ข แบบขยายการแบ่งเขตพื้นที่ย่อยเพิ่มเติม	57
	4.4 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2544	72
	4.5 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2544	79
	4.6 ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2554	80
	4.7 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2554 เมื่อเพิ่มเรือโดยสารข้ามฟาก	91
	4.8 ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2554 เมื่อปรับปรุงเรือโดยสารข้ามฟาก	92
	4.9 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระรามที่ 3 ในปี พ.ศ.2544 เมื่อปรับปรุงเรือโดยสารข้ามฟาก	93
	5.1 รถไฟฟ้ารางเดี่ยว	99
	5.2 รถไฟฟ้าขนาดเบา	99
	5.3 รางนำทางวางบนหมอน	102
	5.4 รางนำทางวางบนพื้นคอนกรีต	102
	6.1 ตัวอย่างภาพรถไฟฟ้าที่บริเวณถนนพระราม 3	116
	6.2 รูปตัดโครงสร้างคานทางวิ่งและเสารองรับ	117
	6.3 ชานชาลาสถานีและรูปตัดสถานี	119
	6.4 สถานี ชั้นจำหน่ายตั๋ว	120
	6.5 บริเวณโรงงานบำบัดน้ำเสียกรุงเทพฯ	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป		หน้า
6.6	บริเวณใต้สะพานพระราม 9	127
6.7	บริเวณวงแหวนอุตสาหกรรม	127
6.8	รูปแปลนแสดงตำแหน่งอู่จอดซ่อมที่บริเวณโรงงานบำบัดน้ำเสียกรุงเทพฯ	128
6.9	บริเวณสถานีสาธรนคร	131
6.10	บริเวณสถานีวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ	131
6.11	บริเวณสถานีวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ	132
6.12	บริเวณสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่	132
6.13	บริเวณสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่	133
6.14	บริเวณสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่	133
6.15	บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน	134
6.16	บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน	134
6.17	บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน	135
6.18	บริเวณสถานีสุภาลัย	135
6.19	ริเวณสถานีเอส.วี.การ์เด้น	136
6.20	บริเวณสถานีเอส.วี.ริเวอร์ไซด์	136
6.21	บริเวณสถานีเอส.วี.ริเวอร์ไซด์	137
6.22	บริเวณสถานีสาธุประดิษฐ์	137
6.23	บริเวณสถานีสะพานพระราม 9	138
6.24	บริเวณสถานีโรงแรมรัชดา	138
6.25	บริเวณสถานีโรงแรมมณเฑียร	139
6.26	บริเวณสถานีวัดจันทร์นอก	139
6.27	บริเวณสถานีเจริญกรุง	140
6.28	รอยต่อแบบข้อต่อ	143
6.29	รอยต่อแบบเชื่อม	143
6.30	อุปกรณ์ยึดรางเข้ากับที่รองรับบริเวณรางสับเปลี่ยน	144
6.31	อุปกรณ์ยึดรางเข้ากับที่รองรับหมอนคอนกรีต	144
6.32	รางสับเปลี่ยนก่อนเข้าสถานี	145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป		หน้า
	6.33 รางสับเปลี่ยนก่อนเข้าสถานี	145
	6.34 รางที่มีหมอนคอนกรีตรองรับ	146
	6.35 ตัวอย่างศูนย์ควบคุม	152
	6.36 ตัวอย่างตั๋วโดยสารสำหรับรถไฟฟ้า	159
	6.37 ตู้ขายตั๋วโดยสาร	159
	6.38 เครื่องจำหน่ายตั๋ว	161
	6.39 ตัวอย่างประตูเข้า - ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ	162
	6.40 ตัวอย่างประตูเข้า - ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ	162
	6.41 ตัวอย่างประตูเข้า - ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ	162
	7.1 Average Fares Realized - Year 2011 , Rama III Line.	172
	7.2 Average Farebox Ratios : Year 2006-2011, Rama III Line	173
	7.3 Debt Coverage Ratios by Year Years 2004 through 2021 , Rama III Line	174
	7.4 Highest Working Capital Deficiency Occuring During Start-up Year 2002 , Rama III Line	175
	7.5 Financial Internal Rate of Return (FIRR) by Case Rama III Line	176
	7.6 ต้นทุนการลงทุนของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3	188
	7.7 กระแสของต้นทุนและผลประโยชน์	191
	8.1 จุดตรวจวัดแยกสารธร-นราธิวาสฯ	199
	8.2 วัดช่องนนทรี	199
	8.3 ใต้สะพานพระราม 9	200
	8.4 แยกพระราม 3-เจริญกรุง	200
	8.5 ถนนพระราม 3	211
	8.6 ถนนคลองช่องนนทรี	211
	8.7 เกิดขึ้นตามปกติ	221
	8.8 คลองสาธร	233
	8.9 คลองช่องนนทรี	233
	8.10 คลองพระราม 3	234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป		หน้า
8.11	แสดงศาสนสถานและโบราณสถานตลอดแนวคลองพระราม 3 – ช่องนนทรี	254
8.12	แสดงทัศนียภาพบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี)	258
8.13	แสดงทัศนียภาพบริเวณถนนพระราม 3	258
8.14	รถรางเลียบคลองบริเวณคลองพระราม 3	260
8.15	รถรางเลียบคลองบริเวณคลองช่องนนทรี	261

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประชากรของกรุงเทพมหานคร คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 14 ล้านคนในอีก 20 ปีข้างหน้าจาก 8.14 ล้านคนในปัจจุบัน ขณะเดียวกันปัญหาการจราจรก็เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากการที่ปริมาณรถยนต์บนท้องถนนเพิ่มขึ้นถึงวันละ 700 คัน ทำให้การเดินทางโดยใช้ระบบถนนนั้นประสบกับความยากลำบากมากยิ่งขึ้นและยังส่งผลทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษด้วย ดังนั้นจึงมีการคิดที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวนี้โดยการทำโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกับระบบขนส่งมวลชนหลัก โดยใช้ระบบรถรางเลียบคลอง

2. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อให้ทราบถึงผลดี-ผลเสียของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการจราจรในปัจจุบันหรือไม่อย่างไร
2. เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงการออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรมของโครงการรถรางเลียบคลอง

3. ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

1. เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการศึกษาการจราจรและขนส่ง
2. เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3. ระบบรถที่นำมาคัดเลือกในโครงการ
4. วิธีการออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรม

4. ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. ศึกษาด้านการจราจรและการขนส่ง
2. ศึกษาการออกแบบแนวทางเบื้องต้นทางวิศวกรรม
3. ศึกษาระบบรถที่นำมาใช้ในโครงการ
4. ศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วิธีที่ใช้ในการดำเนินการโครงงานพิเศษ

1. รวบรวมข้อมูลจากฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับโครงการรถรางเลียบคลอง
2. เก็บรายละเอียดจากสถานที่จริง
3. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล
4. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับผลของกรุงเทพมหานคร
5. สรุปผล

6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลดี-ผลเสียของระบบขนส่งมวลชลขนาดรอง ว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการจราจรในปัจจุบันได้หรือไม่ อย่างไร
2. ทราบและเข้าใจถึงการออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรมของโครงการรถรางเลียบคลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชน

1. ความเป็นมาและการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในอดีต

ความเป็นมาและการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในประเทศไทย นับตั้งแต่สมัยต้นรัตนโกสินทร์จนกระทั่งถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาตามลำดับดังนี้

1. เกวียน

เกวียนเป็นยานพาหนะชนิดหนึ่งที่มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์อย่างมากก่อนสมัยที่มนุษย์ได้คิดประดิษฐ์รถขึ้นมาใช้ได้ ในทุกๆภาคของประเทศไทย การขนส่งข้าวเปลือกจากท้องนาไปยังแม่น้ำลำคลองเพื่อบรรทุกเรือไปยังจุดหมายต่างๆนั้น ใช้เกวียนบรรทุกลำเลียงกัน นอกจากนั้นยังใช้เกวียนในการรับส่งคนโดยสาร ไปยังปูชนียสถานที่สำคัญๆในทางราชการ ข้าราชการฝ่ายบริหารใช้เกวียนในการตรวจท้องที่ การใช้เกวียนเป็นยานพาหนะนี้ใช้กันเรื่อยมาจนกระทั่งถึงสมัยรัชการที่ 4

2. รถม้า

รถม้าเริ่มจะมีขึ้นในสมัยรัชการที่ 4 โดยนำแบบอย่างมาจากต่างประเทศ และในปลายรัชสมัยได้โปรดเกล้าฯ ให้สร้างถนนสำหรับใช้รถ ใช้ม้าวิ่งได้ 3 สาย คือ ถนนเจริญกรุง ถนนบำรุงเมือง และถนนเฟื่องนคร เมื่อสร้างถนนทั้ง 3 เสร็จเรียบร้อยใน พ.ศ.2407 นับแต่นั้นเป็นต้นมา รถม้าก็ได้กลายเป็นพาหนะอีกอย่างหนึ่งของกรุงเทพฯ และในสมัยเดียวกันนี้ รถม้าได้แพร่หลายไปในจังหวัดต่างๆ เช่น อุบลราชธานี และลำปาง เป็นต้น

3. รถลาก

รถลากคันแรกของโลกมีขึ้นในประเทศญี่ปุ่น เมื่อประมาณ พ.ศ.2376 และได้แพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยในสมัยรัชการที่ 4 โดยมีขุนนางจีนในไทยได้นำขึ้นทูลเกล้าฯเป็นคันแรก ต่อจากนั้นข้าราชการราชบริพารและเศรษฐีก็สั่งเข้ามาใช้กัน เมื่อประชาชนทั่วไปนิยมมากขึ้น จำนวนรถลากจึงทวีมากขึ้นตามลำดับ และแพร่หลายไปตามต่างจังหวัด นับได้ว่ารถลากเป็นยานพาหนะทางบก สำหรับจ้างคนโดยสารชนิดแรกที่เกิดขึ้นในเมืองไทย

4. รถราง

รถรางมีขึ้นในสมัยรัชกาลที่ 5 โดยฝรั่งชาติเดนมาร์กได้รวมกันตั้งเป็นรูปบริษัท ยื่นเรื่องขอพระราชทานพระบรมราชานุญาตในการตั้งบริษัท และขอสัมปทานการเดินรถราง พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงเห็นว่าเป็นการทำให้การคมนาคมสะดวกอันเป็นทางนำมาซึ่งความเจริญของชาติ จึงพระราชทานสัมปทานเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ.2430 หลังจากได้รับสัมปทานและเตรียมกิจการต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทางบริษัทได้กระทำพิธีนำรถรางคันแรกของประเทศไทย และของทวีปเอเชีย ออกรับคนโดยสารเป็นปฐมฤกษ์เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ.2431 โดยเริ่มแรกได้ใช้ม้าลากรถรางเช่นเดียวกับรถม้า แต่ต่อมาในปี

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ.2437 รถรางที่ใช้ม้ารากได้เปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้าแทน รถรางเป็นพาหนะมวลชนที่มีบทบาทต่อชาวเมืองหลวงมาก เพราะเป็นวิธีการคมนาคมทางบกวิธีหนึ่งที่รวดเร็วมากในตอนปลายรัชกาลที่ 5 นั้นมีรถรางบริการประชาชน 7 สาย วิ่งผ่านเกือบทุกถนนในกรุงเทพฯ กิจการรถรางได้ดำเนินการเรื่อยมาจนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2511 รถรางจึงถูกประกาศยกเลิกไป เนื่องจากกลายเป็นสิ่งกีดขวางการจราจรบนท้องถนน

5. รถไฟ

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้ตั้งกรมรถไฟสังกัดกระทรวงโยธาธิการขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ.2433 และเสด็จพระราชดำเนินประกอบพระราชพิธีกระทำพระฤกษ์ เริ่มก่อสร้างทางรถไฟสายแรกจากกรุงเทพฯถึงนครราชสีมา พ.ศ.2439การสร้างทางแล้วเสร็จจากกรุงเทพฯถึงอยุธยา พอที่จะเปิดการรถไฟได้ส่วนหนึ่ง พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พร้อมด้วยสมเด็จพระบรมราชินีนาถ จึงเสด็จพระราชดำเนินไปประกอบพิธีเปิดการเดินรถไฟหลวงสายแรกแห่งราชอาณาจักรไทยเมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ.2439 ซึ่งถือเป็นวันสถาปนากิจการรถไฟไทย

6. รถโดยสารประจำทาง

ในสมัยก่อนเรียกว่ารถเมล์ รถเมล์ประจำทางที่มีครั้งแรกนั้นใช้ม้าเทียมเกวียน ซึ่งพระยาภักดีนรเศรษฐ์ (เลิศ เศรษฐบุตร) เป็นผู้ริเริ่มขึ้นราว พ.ศ.2450 เมื่อกิจการเจริญขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นรถยนต์ยี่ห้อฟอร์ดเมื่อราว พ.ศ.2451 ต่อมาได้ตั้งเป็นบริษัทชื่อว่า "บริษัทนายเลิศ จำกัด" (บริการรถเมล์ขาว) และได้ขยายการเดินรถกว้างขวาง ไปทั้งจังหวัดพระนคร ในปี พ.ศ.2476 ได้มีเศรษฐีจีนตั้งบริษัทเดินรถโดยสารประจำทางขึ้นอีกบริษัทหนึ่งชื่อ "บริษัทนครธน" นับเป็นบริษัทแรกที่วิ่งเชื่อมการขนส่งระหว่าง จังหวัดพระนครกับจังหวัดธนบุรี จากนั้นมากิจการรถโดยสารประจำทางได้เจริญรุดหน้าเป็นลำดับ มีบริษัทเดินรถโดยสารเกิดขึ้นอีกหลายบริษัท เส้นทางเดินรถก็มีมากสายขึ้น ทำให้ประชาชนเดินทางได้สะดวกรวดเร็วขึ้น ในปี พ.ศ.2518 มีบริษัทต่างๆดำเนินการอยู่ถึง 24 บริษัท แต่วิธีการดำเนินการไม่อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน คุณภาพด้านการให้บริการไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เรียกว่าเป็นการให้บริการสาธารณูปโภคที่คำนึงถึงผลประโยชน์ของผู้ใช้บริการเป็นส่วนใหญ่ รัฐบาลจึงได้ดำเนินการรวมบริษัทเอกชนทั้ง 24 บริษัท เข้าเป็นบริษัทมหานครขนส่ง จำกัด เมื่อวันที่ 29 กันยายน พ.ศ.2518 แต่ปรากฏว่ามีปัญหาในทางปฏิบัติและในแง่ของกฎหมาย จึงได้มีการเสนอให้ออกพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งเป็นองค์การโดยใช้ชื่อว่า "องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ" เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ.2519 และเริ่มดำเนินกิจการตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2519 จนถึงปัจจุบัน

7. รถแท็กซี่

รถแท็กซี่ มีเป็นครั้งแรกในราว พ.ศ.2467–พ.ศ.2468 ในสมัยรัชการที่ 7 ผู้ให้กำเนิดคนแรกในประเทศไทยคือ พระยาเทพหัสดิน ณ อยุธยา โดยที่ท่านให้ลูกหลานของท่านนำรถยนต์นั่งออกวิ่งรับจ้าง โดยติดป้ายรับจ้างไว้ข้างหน้าและข้างหลัง ในสมัยนั้นเรียกว่า "รถไมล์" เพราะคิดราคาเป็นไมล์ ต่อจากนั้นก็เกิดมีรถแท็กซี่ขึ้นมากมายในพระนคร และเป็นที่นิยมของประชาชนด้วย ในขณะเดียวกัน รถโดยสารประเภทรถม้าและรถลากก็ต้องเลิกไปโดยปริยายเพราะไม่เป็นที่นิยมของคนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. รถสามล้อ

นายเลื่อม พงษ์โสภณ ได้ดัดแปลงรถจักรยานสองล้อให้กลายเป็นรถสามล้อคนขี่ ซึ่งเสร็จเมื่อ พ.ศ.2476 เพื่อให้มีคุณภาพรับผู้โดยสาร นับว่าเป็นแบบฉบับรถสามล้อที่ได้วิวัฒนาการเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้พัฒนาจากใช้แรงคนถีบมาใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนแทนซึ่งเรียกว่า "รถสามล้อเครื่อง" ชั่วระยะเวลาปีเศษให้หลัง รถสามล้อได้แพร่หลายไปตามหัวเมืองต่างๆ และยังได้แพร่หลายไปเกือบทุกประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และตะวันออกไกล โดยได้วิวัฒนาการจากแบบของเจ้าของเดิมไปตามสภาพการณ์และรสนิยมเฉพาะ ต่างแห่งต่างก็มีรูปลักษณะต่างๆกัน ด้วยเหตุผลหลายประการ ทางการได้พิจารณายกเลิกการใช้รถสามล้อคนขี่ โดยขั้นแรกดำเนินการในกรุงเทพฯก่อน เมื่อต้นปี พ.ศ.2503 สามล้อคนขี่จึงหายไปจากกรุงเทพฯ นับแต่นั้นมา แต่ยังคงเหลือตามจังหวัดอื่นๆทั่วประเทศ

9. การบินและการขนส่งทางอากาศ

บริษัทผลิตเครื่องบินแห่งประเทศฝรั่งเศสได้ขอพระบรมราชานุญาตต่อรัฐบาลไทย นำเครื่องบินมาแสดงการบิน ณ ราชการกรีฑาสโมสรสระปทุม ในวันที่ 31 มกราคม และวันที่ 1-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2453 ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว

เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ.2462 เสนาธิการทหารบกได้ให้ทดลองการคมนาคม โดยอาศัยการบินจากสนามบินดอนเมืองไปยังหวัดจันทบุรี ปรากฏว่าทั้งขาไปและขากลับเป็นที่เรียบร้อย ยังความสนใจแก่ประชาชนเป็นอันมาก เพื่อเป็นการเบิกทางที่ไทยจะได้มีโอกาศดำเนินการขนส่งทางอากาศกับนานาประเทศ จึงได้เข้าเป็นภาคีของอนุสัญญาว่าด้วยการเดินอากาศระหว่างประเทศ ซึ่งอนุสัญญาดังกล่าวได้มีการเจรจาและลงนามโดยรัฐภาคีต่างๆกัน ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ.2462 (ใช้บังคับเมื่อวันที่ 11 กรกฎคม พ.ศ.2465) ต่อมาทางราชการได้เริ่มทำการทดสอบการขนส่งทางอากาศขึ้นอย่างแท้จริง โดยใช้เครื่องบิน 3 เครื่อง นำถุงไปรษณีย์จากกรุงเทพฯ ไปยังนครราชสีมา โดยเปิดสายการบินเป็นปฐมฤกษ์ เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ.2463 นับว่าเป็นศักราชแรกที่ประเทศไทย ได้เริ่มใช้ระบบการขนส่งทางอากาศอย่างแท้จริง (การบินพลเรือน) และเป็นแนวทางที่จะเปิดสายการบินติดต่อกับจังหวัดอื่นๆ ที่มีการคมนาคมทางบกที่ไม่สะดวกต่อไป

2. หลักการของระบบขนส่งมวลชน

ระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีหลักการและเป้าหมาย ในแง่ของผู้บริโภค หน่วยงานรับผิดชอบและชุมชน ดังต่อไปนี้คือ

2.1 ในแง่ของผู้บริโภคประกอบด้วย

2.1.1 การเพิ่มขีดความสามารถในการเดินทาง ในสภาพปัจจุบันการเดินทางที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ซึ่งต้องพิจารณารวมไปถึงเด็ก คนชรา คนพิการ และผู้ที่ไม่มีรถยนต์ส่วนตัว

2.1.2 การเพิ่มความน่าเชื่อถือและไว้ใจได้ ระบบขนส่งต้องมีความเที่ยงตรง มีตารางเวลาที่แน่นอน และขจัดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การลดเวลาในการเดินทาง ในการขนส่งมวลชนและสินค้าต้องมีความรวดเร็ว รวมไปถึงการลดระยะเวลา และความสะดวกในการเปลี่ยนหรือถ่ายรูปแบบของการเดินทางเช่น จากรถเมล์ไปยังรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

2.1.4 **การเพิ่มความสะดวกสบาย** ความสะดวกสบายในการเดินทาง ประกอบด้วยความสะอาด อุณหภูมิที่เหมาะสม การบำรุงรักษาที่ดีทั้งของสภาพรถและสถานีผู้โดยสาร และมีสภาพที่ไม่แออัด

2.1.5 การลดอุบัติเหตุ โดยหลักการก็เพื่อลดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน เนื่องจากอุบัติเหตุ

2.1.6 การลดค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค เป้าหมายก็คือการลดค่าใช้จ่ายของผู้ขับขี่ยวดยานและผู้โดยสารระบบขนส่งสาธารณะรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า

2.1.7 การคำนึงถึงทัศนียภาพ ทัศนียภาพที่สวยงามในระหว่างการเดินทางเป็นสิ่งที่ควรจะต้องพยายามให้มีมากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้

2.2 ในแง่ของหน่วยงานรับผิดชอบ ประกอบด้วย

2.2.1 การลดต้นทุนในการลงทุน การก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง และการลงทุนซื้อยานพาหนะในการขนย้ายผู้คนและสินค้าเป็นการลงทุนจำนวนมาก การลงทุนในส่วนนี้ต้องพยายามให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ทั้งนี้ต้องให้สามารถบรรลุหลักการข้ออื่นๆ

2.2.2 การลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ต้องให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2.3 การลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่าแรง และค่าพลังงานซึ่งเป็นมูลค่าหลักในการขนส่งผู้คนและสินค้า ต้องอยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2.4 กำไรเป็นเป้าหมายสำคัญของผู้ประกอบการเอกชน สำหรับหน่วยงานของรัฐบาลจะเป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน

2.2.5 การเพิ่มความร่วมมือระหว่างกัน ระบบคมนาคมขนส่งทุกอย่างรวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต้องมีการวางแผนอย่างสอดคล้องเป็นระบบ เพื่อให้การเดินทางในรูปแบบต่างๆสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.6 การรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ระบบการคมนาคมขนส่ง ต้องมีการวางแผนอย่างดีในการรักษาสภาพทรัพยากรธรรมชาติ อันได้แก่ เกษตรกรรม ป่าไม้ ลำธาร ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ แหล่งสงวนพันธุ์สัตว์ และโบราณสถานต่างๆ

2.2.7 ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การคมนาคมขนส่ง เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการขนส่งเสริมทางด้านเศรษฐกิจ

2.3 ในแง่ของชุมชนและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

2.3.1 การเพิ่มสมรรถนะในการติดต่อเข้าถึงพื้นที่ โดยหลักการแล้ว การคมนาคมขนส่ง ต้องให้สามารถให้บริการในการติดต่อให้บริการสู่ชุมชนต่างๆ ได้มากที่สุด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 **การลดมลภาวะต่างๆ** ระบบขนส่งต้องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง อากาศ และสิ่งปฏิกูลต่างๆ เกินกว่ามาตรฐานกำหนด

2.3.3 **การกระตุ้นให้เกิดการจัดรูปแบบการใช้ที่ดินที่ถูกต้อง** เนื่องจากระบบการคมนาคมขนส่ง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อรูปแบบของการพัฒนาพื้นที่ ดังนั้นในการวางแผนการคมนาคมขนส่งจึงต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการจัดรูปแบบที่อยู่อาศัย และกิจกรรมทางสังคมให้ถูกต้องสอดคล้องกัน

2.3.4 **การลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม** ในการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการคมนาคมขนส่ง จะต้องลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ และธรรมชาติ ให้มีน้อยที่สุด

3. ระบบต่างๆของการคมนาคมขนส่งและการขนส่งมวลชน

ระบบการขนส่งและการขนส่งมวลชนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ การขนส่งทางถนน การขนส่งทางรถไฟ การขนส่งทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ ซึ่งต่อไปจะได้กล่าวถึงระบบขนส่งแบบต่างๆ อย่างกว้างๆโดยจะเน้นหนักไปที่รูปแบบและเทคโนโลยีของระบบต่างๆ ส่วนลักษณะของการให้บริการตามลักษณะของพื้นที่ เช่นนอกเมือง ในเมือง ระหว่างเมือง และการเชื่อมต่อระบบต่างๆ จะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

3.1 ระบบการขนส่งถนน

ระบบถนน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการขนส่งทางถนน ในการจัดระบบถนนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีความเข้าใจประเภทของถนนที่ประกอบกันเป็นระบบขึ้นมา มีการแบ่งประเภทของถนนอยู่หลายวิธีในการวางแผนรวมของการขนส่ง (Comprehensive Transportation Planning) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมนั้นการจัดประเภทของถนนตามลักษณะการให้บริการแก่การจราจร (Functional Classification) เป็นเครื่องมือสำคัญและสอดคล้องกับการวางแผนดังกล่าว

การศึกษาระบบการขนส่งทางถนน ในแง่ของการวางแผนแล้ว จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงประเภทของถนนตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของถนนออกได้ดังนี้

3.1.1 **ตรอก ซอย ถนนท้องถิ่น** (Local Roads & Streets) เป็นทางต่อเชื่อมบ้านเรือน ที่ดินรายย่อย ที่ส่วนบุคคล เข้ากับถนนรวมการจราจร (Collectors)

3.1.2 **ถนนรวมการจราจร** (Collectors) เป็นทางที่รวบรวมการจราจรจากที่ส่วนบุคคลเพื่อเข้าเชื่อมต่อกับถนนกระจายการจราจรสายย่อย (Distributors) โดยปกติแล้วเป็นถนนตัดเข้าสู่ชุมชนย่านธุรกิจ

3.1.3 **ถนนกระจายการจราจร** (Distributors) เป็นถนนที่รับการจราจรจากชุมชนหรือย่านธุรกิจหลายแห่ง ไปสู่ถนนสายหลัก (Major Arterials)

3.1.4 **ถนนสายหลัก** (Major Arterials) เป็นถนนสายหลักที่ให้บริการแก่การจราจรระหว่างชุมชนและกลุ่มกิจกรรมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 **ทางหลวงแผ่นดินและทางด่วน** (Freeways & Expressways) เป็นถนนที่มีความจุ และความเร็วของการจราจรสูง เชื่อมต่อระหว่างเมืองหรือรอบเขตมหานครใหญ่ เป็นถนนที่มีการควบคุมทางเข้า–ออก (Controlled Access) โดยเฉพาะทางด่วนจะมีการควบคุมทางเข้า–ออก ตลอดจุดเชื่อมต่อสำคัญ (Fully Controlled Access)

- ถนนแต่ละประเภทดังกล่าว มีความคล่องตัวในการเดินทาง และการเข้าออกพื้นที่ในการบริการต่างกัน

3.2 ระบบการขนส่งรถไฟ

ระบบการขนส่งทางรถไฟให้การบริการแก่การขนส่งทางบกเช่นเดียวกับระบบถนน โดยมีข้อแตกต่างพอสรุปได้ดังนี้คือ

- รถไฟสามารถให้บริการแก่ผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้าต่อเที่ยวได้มากกว่าระบบถนน
- รถไฟมีทางวิ่งเฉพาะสามารถควบคุมเวลาในการเดินทางได้ดีกว่าระบบถนน
- รถไฟสามารถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงเนื่องจากไม่มีปัญหาการจราจรติดขัด
- รถไฟให้บริการเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้น้อยกว่าระบบถนน
- รถไฟเป็นระบบที่ให้บริการสาธารณะในขณะที่ระบบถนนให้บริการทั้งการขนส่งทางสาธารณะและส่วนบุคคล

ระบบการขนส่งทางรถไฟแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในเมือง (Urban Rail Transit System) ซึ่งเป็นการขนส่งผู้โดยสาร

3.2.2 ระบบรถไฟฟ้าระหว่างเมือง (Intercity Railroad System) ซึ่งแบ่งการให้บริการออกเป็นการขนส่งผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า

3.3 ระบบขนส่งทางน้ำ

ระบบขนส่งทางน้ำมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ ข้อดีของการขนส่งทางน้ำ คือสิ้นเปลืองพลังงานในการขับเคลื่อนน้อย และสามารถออกแบบที่มีความจุได้สูง ข้อเสียก็คือมีความเร็วต่ำ ระบบขนส่งทางน้ำแบ่งออกได้เป็นการขนส่งระหว่างประเทศ และการขนส่งในประเทศ

3.3.1 การขนส่งระหว่างประเทศ

เนื่องจากในปัจจุบันการพัฒนาการขนส่งทางบกและทางอากาศ มีความสะดวกรวดเร็ว การขนส่งทางน้ำจึงลดบทบาทลงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขนส่งผู้โดยสารอย่างไรก็ตาม การขนส่งสินค้ายังอาศัยการขนส่งทางน้ำเป็นหลัก มากกว่า 70 เปอร์เซนต์ของการค้าขายระหว่างประเทศ อาศัยการขนส่งทางน้ำ ที่เหลือเป็นการขนส่งทางบกและทางอากาศ การขนส่งทางน้ำแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

- เดินเรือประจำทาง (Liner Service) เป็นการขนส่งที่มีตารางเวลาการเดินเรือแน่นอน ใช้ในการขนส่งสินค้าอุตสาหกรรมโลหะ และสินค้าราคาสูงอื่นๆ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เดินเรือไม่ประจำทาง (Non–Liner Service) เป็นการขนส่งสินค้าที่ไม่มีประสิทธิภาพ และไม่มีตารางการเดินเรือที่แน่นอน

3.3.2 การขนส่งในประเทศ

ระบบการขนส่งในประเทศ ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ แม่น้ำลำคลองต่างๆของแต่ละประเทศและท้องถิ่นต่างๆ โดยทั่วไประบบการขนส่งทางน้ำในประเทศ แบ่งตามลักษณะของการให้บริการได้ดังนี้

- ใช้สำหรับการขนส่งสินค้าภายในประเทศ และเชื่อมต่อกับท่าเรือนานาชาติ
- ใช้สำหรับการขนส่งผู้โดยสารในระยะใกล้ๆ
- ใช้เพื่อการท่องเที่ยว

3.4 ระบบการคมนาคมขนส่งทางอากาศ

นับตั้งแต่ได้มีการประดิษฐ์เครื่องบินลำแรกของโลกเมื่อ พ.ศ.2446 ได้มีการพัฒนาขีดความสามารถของเครื่องบินมาเป็นลำดับ โดยเมื่อปี พ.ศ.2460 เครื่องบินโดยสารเที่ยวแรกระหว่างสหรัฐอเมริกาและฮ่องกงได้ทดลองเปิดใช้ และในปี พ.ศ.2482 เริ่มมีเที่ยวบินโดยสารบินข้ามมหาสมุทรแอตแลนติคเชื่อมต่อระหว่างยุโรปและสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ.2495 อังกฤษได้พัฒนาระบบเครื่องยนต์ไอพ่นสำหรับเครื่องบินโดยสาร จนกระทั่งในปลายปีทศวรรษที่ 80 ได้มีการพัฒนาเครื่องบินคอนคอร์ดขึ้น ซึ่งสามารถเชื่อม ต่อการเดินทางทั่วโลกได้ภายในระยะเวลาอันสั้นนับเวลาชั่วโมงได้

องค์ประกอบของระบบขนส่งทางอากาศประกอบด้วย

3.4.1 กิจกรรมภายในสนามบิน (Airport Space) ซึ่งสนามบินเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการขนส่งทางอากาศ เป็นที่รวมศูนย์กิจกรรมทั้งทางภาคพื้นดินและทางอากาศ โดยทั่วไประบบสนามบินจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- ส่วนในอากาศ (Air Space) คือเส้นทางเดินทางอากาศและจุดหมายปลายทางในอากาศ ซึ่งอยู่ก่อนถึงสนามบิน (Enroute Air Space และ Terminal Air Space) ซึ่งจะต้องมีการควบคุมให้สัญญาณการจัดลำดับอย่างเข้มงวด เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการ
- ส่วนที่เกี่ยวข้องกับภาคอากาศ (Air Side) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นทางวิ่ง (Runways) ทางขับ (Taxiways) ลานจอดเครื่องบินซึ่งจะต้องมีการเตรียมการให้พร้อมเพื่อรองรับจำนวนเครื่องบินที่จะเพิ่มขึ้นและเลี่ยงความล่าช้าโดยไม่จำเป็น
- ส่วนที่เกี่ยวกับภาคพื้นดิน (Landside) คือส่วนที่เป็นอาคารสนามบิน และส่วนที่ต่อเชื่อมกับระบบถนนภายนอกสนามบิน ซึ่งต้องได้รับการออกแบบให้สามารถขนถ่ายผู้โดยสารจากเครื่องบินสู่ระบบถนนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

3.4.2 สนามบิน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

- สนามบินสำหรับการบินระยะสั้น (Community หรือ Short Range Airport)
- สนามบินสำหรับการบินระยะปานกลาง (Metropolitan of Intermediate Range Airport)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สนามบินสำรับการบินระยะยาว (Intercontinental or Long Range Airport)

3.4.3 เครื่องบิน ซึ่งลักษณะของเครื่องบิน เป็นสิ่งประกอบในการออกแบบสนามบินและการให้บริการแก่ผู้โดยสารและขนส่งสินค้า

4. โครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนหลักในกรุงเทพมหานคร

โครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยโครงการระบบรถไฟฟ้า 3 โครงการ ดังต่อไปนี้คือ

1. โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร
2. โครงการรถไฟฟ้ามหานคร
3. โครงการรถไฟฟ้ามวลชน

4.1 โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (บริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด [ข.ม.ก.], 2536)

4.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร เป็นโครงการที่ให้สัมปทานแก่เอกชนเพื่อสร้างและประกอบการระบบขนส่งมวชน วิ่งบนทางยกระดับ 2 สายในกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร และเพื่อให้ประชาชนเกิดมีทางเลือกในการเดินทางที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งกรุงเทพมหานครได้ประกาศเชิญชวนให้เอกชนยื่นรายละเอียดข้อเสนอโครงการ และข้อเสนอของกลุ่มธนายงได้รับการคัดเลือกว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด กลุ่มธนายงจึงได้ก่อตั้งบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด ขึ้นตามข้อเสนอเพื่อรับสัมปทาน เมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ.2534 และได้ลงนามสัญญากับกรุงเทพมหานครเมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ.2535

4.1.2 สัมปทาน

สัมปทานมีอายุ 30 ปี นับจากวันเริ่มเปิดให้บริการแก่ประชาชน และด้วยเหตุผลที่โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครต้องใช้เงินลงทุนสูง โดยไม่มีการสนับสนุนจากรัฐบาล จึงไม่มีการพิจารณาแบ่งผลประโยชน์รายให้แก่กรุงเทพมหานครตลอดระยะเวลาสัมปทาน ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้รัฐบาลได้ให้สิทธิประโยชน์แก่บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด โดยการส่งเสริมการลงทุนจาก BOI ประกอบด้วยการยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้เป็นระยะเวลา 8 ปี เพื่อให้โครงการเกิดความคุ้มทุน

4.1.3 แนวเส้นทาง

เส้นทางที่ได้รับสัมปทานมีจำนวน 2 สายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สายสุขุมวิท เริ่มจากสุขุมวิท 77 (อ่อนนุช) ผ่านถนนสุขุมวิท – ถนนเพลินจิตร – ถนนพระรามที่ 1 – ถนนพญาไท – อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ – ถนนพหลโยธิน ไปสิ้นสุดที่บริเวณสถานีขนส่งหมอชิต รวมระยะทางประมาณ 16.8 กม.

2. สายสีลม เริ่มจากบริเวณกลางถนนเจริญกรุง – ผ่านถนนสีลม – ถนนราชดำริ – ถนนพระรามที่ 1 ไปสิ้นสุดที่บริเวณสนามกีฬาแห่งชาติรวมระยะทางประมาณ 6.9 กม.

4.1.4 ระบบรถ

ระบบที่ใช้เป็นไฟฟ้าแบบมาตรฐานที่ใช้แพร่กันหลายในเมืองใหญ่ๆ ทั่วไป โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน วิ่งบนรางคู่ยกระดับแยกทิศทางไปและกลับ ความกว้างของรางเท่ากับ 1.435 เมตร มีรางป้อนกระแสไฟฟ้าอยู่ด้านล่างเรียกว่าระบบ Third Rail ซึ่งมีความปลอดภัยสูง และมีผลกระทบต่อทัศนียภาพน้อยกว่าแบบที่มีสายไฟด้านบนหรือสาลี่ (Cantinery) ระบบนี้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด มีความคล่องตัวสูง และสามารถขยายระบบได้ โดยมีความจุสูงสุด 50,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง การควบคุมรถไฟฟ้าจะใช้คอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะในเรื่องความปลอดภัย เช่นระบบป้องกันการชน ระบบควบคุมความเร็ว เป็นต้น

4.1.5 ขบวนรถ

ขบวนรถประกอบด้วยรถจำนวน 3-6 คันพ่วงต่อกันสามารถวิ่งกลับทิศทางได้ รถที่ใช้จะมีอยู่ 2 ประเภทหลักๆ คือ รถชนิดที่มีห้องคนขับซึ่งมีมอเตอร์สามารถขับเคลื่อนที่ได้และรถชนิดที่ไม่มีห้องคนขับหรือรถพ่วงทั้งชนิดที่มีและไม่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน ตัวรถแต่ละคันมีขนาดความกว้าง 3.20 เมตร และยาว 20.00 เมตรโดยประมาณ สามารถจุผู้โดยสารได้ประมาณ 278 คนเป็นผู้โดยสารนั่ง 70 คน ยืน 208 คน (คำนวณจากจำนวนผู้โดยสารยืน 6 คนต่อตารางเมตร) มีประตูกว้าง 1.30 เมตร จำนวน 4 บานทั้งสองด้าน ตัวถังทำด้วยอลูมินั่มอัลลอยด์ หรือเหล็กปลอดสนิม ติดตั้งระบบระบายอากาศพร้อมหน้าต่างชนิดกันแสงแดด

4.1.6 โครงสร้าง

โครงสร้างรองรับรางยกระดับ (Vaiduct) มีขนาดความกว้างประมาณ 9 เมตร อยู่สูงจากพื้นเฉลี่ยประมาณ 12 เมตร ใช้ระบบคอนกรีตหล่อสำเร็จชนิดนำมาประกอบในสถานที่มีลักษณะเป็น Segmental Box Girder นำมาต่อกันด้วยวิธี Overheard Launching โดยไม่ต้องปิดการจราจร หรือปิดเพียงบางส่วนในระหว่างการประกอบความยาวช่วงเสาที่ใช้ประมาณ 25–30 เมตร การเลือกใช้โครงสร้างดังกล่าว นอกจากจะกระทบต่อการจราจรน้อยแล้วยังดูสวยงามเป็นระเบียบ อีกทั้งการก่อสร้างสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่าแบบอื่นๆ โครงสร้างยกระดับนี้จะตั้งอยู่บนเสาคอนกรีตเดี่ยวขนาดกว้าง 2 เมตร ซึ่งสร้างขึ้นบริเวณกึ่งกลางถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 สถานี

สถานีมีโครงสร้างแบบ Portal ยาวประมาณ 120 เมตร คร่อมอยู่บนถนน เพื่อให้มีพื้นผิวการจราจรของถนนซึ่งอยู่ภายใต้โครงสร้างรางยกระดับมีมากที่สุด และกระทบต่อระบบสาธารณูปโภคน้อยที่สุด สถานีมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ

- Side Platform Station มีชานชาลาออยู่สองข้างโดยรถไฟวิ่งอยู่ตรงกลางสถานี สถานีทั่วไปที่ออกแบบจะมีลักษณะแบบนี้ เนื่องจากสร้างได้ง่ายและใช้เนื้อที่น้อย
- Center Platform Station มีชานชาลาอยู่ตรงกลางและรถไฟวิ่งอยู่สองข้าง สถานีชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแรกแต่การก่อสร้างยากกว่า เนื่องจากตัวรางต้องเบนออกเมื่อเข้าสู่สถานีและเบี่ยงกลับเมื่อวิ่งออกจากสถานี สถานีปลายทาง สถานีร่วม และสถานีที่สำคัญได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็น Center Platform เนื่องจากเป็นสถานีที่คาดว่าจะมีผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก

ตัวสถานีที่มี 2 ชั้นคือ ชั้นสำหรับจำหน่ายตั๋ว (Concourse) และชั้นชานชาลา (Platform) โดยชั้นจำหน่ายตั๋วจะอยู่ในระดับเดียวกันกับสะพานลอยคนข้ามถนนส่วนชั้นชานชาลาอยู่สูงขึ้นไป ทุกสถานีออกแบบให้สามารถติดตั้งลิฟท์และบันไดเลื่อนในขาขึ้นได้ มีจำนวนทั้งสิ้น 21 สถานีอยู่ห่างกันประมาณ 700–800 เมตร โดยสถานีร่วมแบบขนาน (Parallel Interchange Station) อยู่ 1 สถานีบนถนนพระรามที่ 1 บริเวณหน้ากรมตำรวจ เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเปลี่ยนเป็นเส้นทางระหว่างสุขุมวิทกับสายสีลมได้โดยสะดวก

4.1.8 ระบบตั๋วและการเก็บค่าโดยสาร

ระบบตั๋วและการเก็บค่าโดยสารจะใช้ระบบอัตโนมัติ โดยใช้ตั๋วชนิดที่บันทึกข้อมูลได้และหากเป็นไปได้จะออกแบบให้สามารถใช้ร่วมกับระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ คือ โครงการรถไฟชุมชนและโครงการรถไฟฟ้ามหานครได้ เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

4.1.9 โรงเก็บรถ

โรงเก็บรถจะสร้างในที่ดินที่ทางกรุงเทพมหานครได้จัดเตรียมไว้ให้ บริเวณด้านหน้าสถานีขนส่งหมอชิต ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นถนนและลานเอนกประสงค์ ในโรงเก็บรถยังประกอบไปด้วย ส่วนซ่อมบำรุง ศูนย์ควบคุมและอำนวยการเดินรถ

4.1.10 การให้บริการ

การให้บริการจะให้บริการระหว่างเวลา 5:00น. ถึง 24:00น. โดยในระยะแรกของการเปิดให้บริการจะมีขบวนออกวิ่งบริการทุกๆ 3–4 นาทีระหว่างชั่วโมงเร่งด่วน และทุกๆ 4–5 นาทีระหว่างเวลาปกติ ทั้งนี้การจัดตารางเวลาให้บริการจะคำนึงถึงจำนวนและความต้องการของผู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.11 ค่าใช้จ่าย

เนื่องจากโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ เป็นโครงการที่สร้างขึ้นในเขตทางและที่ดินของกรุงเทพมหานครทั้งหมดจึงไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องที่ดิน มีเพียงค่าก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเท่านั้น รายละเอียดของค่าก่อสร้างหลักๆ จนถึงปัจจุบันมีดังนี้

งานโยธา	14,000 ล้านบาท
ค่าอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์	6,000 ล้านบาท
ค่าเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภค	500 ล้านบาท
(หากเกิน 500 ล้านบาท กรุงเทพมหานครจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายส่วนเกิน)	
ค่าบริหารโครงการ	2,000 ล้านบาท
ค่าดอกเบี้ยเงินกู้และค่าใช้จ่ายทางด้านการเงิน	4,000 ล้านบาท
งบสำรอง เผื่อค่าใช้จ่ายเปลี่ยนแปลง	3,500 ล้านบาท
รวมเป็นเงิน	30,000 ล้านบาท

ส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการซ่อมบำรุงประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี

4.1.12 โครงสร้างทางการเงิน

ที่ปรึกษาทางด้านการเงินได้เสนอโครงสร้างการเงินดังนี้

Equity (ส่วนของเงินทุนของบริษัท)	ประมาณ	25 – 33 %
Export Credit	ประมาณ	25 – 33 %
เงินกู้ระยะยาว	ประมาณ	50 – 33 %

ในส่วนของผู้ถือหุ้นได้กำหนดไว้ว่าบริษัท ธนายง จะเป็นผู้รับภาระไปไม่น้อยกว่า 60 % ส่วนที่เหลือจะเปิดโอกาสให้ผู้ที่สนใจร่วมลงทุน และในอนาคตก็จะนำบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัดเข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เพื่อให้ประชาชนหรือผู้ใช้ได้มีส่วนร่วมลงทุน และรับส่วนแบ่งผลประโยชน์

4.2 โครงการรถไฟฟ้ามหานคร (องค์การรถไฟฟ้ามหานคร [ร.ฟ.ม.], 2536)

4.2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

องค์การรถไฟฟ้ามหานคร จัดตั้งขึ้นเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ.2535 ตามพระราชกฤษฎีกาการจัดตั้งเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ.2535 เป็นองค์การซึ่งรัฐบาลจัดตั้งขึ้น เป็นผลต่อเนื่องมาจากโครงการซึ่งการทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้ดำเนินงานโครงการรถไฟลอยฟ้า โครงการของการทางพิเศษฯนั้นแต่เดิมรู้จักกันในนามของลาวาลิน เพราะลาวาลินเป็นผู้ที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้รับสัมปทานในการลงทุนโครงการกับการทางพิเศษฯ แต่มีเหตุขัดข้องที่ให้โครงการนี้ต้องยุติไป จึงได้มีการจัดตั้งโครงการรถไฟฟ้ามหานครขึ้นมาเป็นองค์การของรัฐเพื่อทำหน้าที่ในส่วนของโครงการรถไฟฟ้าซึ่งรัฐจะต้องเป็นผู้ลงทุนเอง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นโยบายสนับสนุนการขนส่งสาธารณะและการจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนตัว เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรที่ให้ผลตอบแทนและลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจมากที่สุด การวางแผนเพื่อการแก้ไขปัญหาการจราจรโดยการก่อสร้างถนนเพิ่มขึ้นอย่างเดียวไม่พอ เนื่องจากการเดินทางและการขนส่งทางถนน เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางมีขีดจำกัดต่ำในเรื่องความสามารถในการขนส่งผู้โดยสาร จึงไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการในการเดินทางที่มากขึ้นได้ ดังจะเห็นได้จากในปัจจุบันการจราจรในกรุงเทพมหานครมีความแออัดและติดขัดมากเกือบตลอดทั้งวัน และได้แผ่ขยายเป็นวงกว้างมากขึ้นจนถึงบริเวณชานเมือง ซึ่งสภาพการจราจรดังกล่าวกำลังเลวร้ายลงทุกขณะ หากไม่รีบก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพ เช่น ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนให้เพียงพอ การจราจรภายในกรุงเทพมหานครจะถึงขั้นวิกฤตภายในไม่ช้า ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ และการแข่งขันด้านการค้าและการลงทุนกับต่างประเทศอย่างมาก รวมทั้งลดการกระตุ้นต่อการพัฒนาในด้านต่างๆ

4.2.2 แนวเส้นทาง

เส้นทางระยะแรกตามที่เสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญ ดร.ริดเล่ย์ (T.M. Ridley) และได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี คือ สายบางซื่อ – ลาดพร้าว – รัชดาภิเษก – พระรามที่4 – หัวลำโพง โดยเริ่มจากบริเวณสถานีรถไฟบางซื่อผ่านสถานีขนส่งสายเหนือ ถนนลาดพร้าว ถนนรัชดาภิเษก ถนนอโศก ถนนพระรามที่ 4 ไปสิ้นสุดบริเวณสถานีรถไฟหัวลำโพง รวมระยะทางประมาณ 20 กม. โดยเป็นเส้นทางยกระดับประมาณ 19.4 กม. และทางวิ่งในอุโมงค์ใต้ดินช่วงเข้าสู่สถานีหัวลำโพงประมาณ 600 ม.

4.2.3 สถานี

มีสถานีทั้งสิ้น 21 สถานี มีระยะระหว่างสถานีประมาณ 1 กม. โดยเป็นสถานียกระดับ 20 สถานี และสถานีใต้ดิน 1 สถานี คือ สถานีหัวลำโพง โดย 6 สถานี เป็นสถานีร่วมระหว่างโครงการรถไฟฟ้ามหานครกับ โครงการรถไฟฟ้าอื่นๆ คือ

- สถานีบางซื่อ (ร่วมกับ โครงการโฮปเวลล์)
- สถานีอโศก (ร่วมกับ โครงการโฮปเวลล์)
- สถานีสุขุมวิท (ร่วมกับ โครงการธนายง)
- สถานีพระราม 4 (ร่วมกับ โครงการโฮปเวลล์)
- สถานีสีลม (ร่วมกับ โครงการธนายง)
- สถานีหัวลำโพง (ร่วมกับ โครงการโฮปเวลล์)

4.2.4 ระบบรถ

ระบบของโครงการรถไฟฟ้ามหานคร จะเป็นรถไฟฟ้าปรับอากาศแบบ Heavy Rail ที่ใช้กันแพร่หลายในเมืองใหญ่ๆทั่วไป โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนวิ่งบนรางคู่ยกระดับ แยกทิศทางไปกลับ มีราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้อนกระแสไฟฟ้าอยู่ด้านล่างเรียกว่า Third Rail ซึ่งมีความปลอดภัยสูงและ มีผลกระทบต่อทัศนียภาพน้อยกว่าแบบที่มีสายไฟด้านบนหรือสาลี่ (Cantinery) ระบบนี้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ มีความคล่องตัวสูงและสามารถขยายระบบได้ โดยมีความจุสูงสุดไม่ต่ำกว่า 40,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง การควบคุมจะเป็นระบบอัตโนมัติใช้คอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะในเรื่องความลอดภัยในการเดินรถเช่น ระบบป้องกันการชน ระบบควบคุมความเร็ว ระบบสัญญาณและสื่อสาร เป็นต้น

4.2.5 ขบวนรถ

ขบวนรถประกอบด้วยรถจำนวน 3-6 คัน พ่วงต่อกันสามารถวิ่งกลับทิศทางได้ รถที่ใช้จะมีอยู่ 2 ประเภทหลักๆ คือ รถชนิดที่มีห้องคนขับซึ่งมีมอเตอร์สามารถขับเคลื่อนที่ได้ และรถชนิดที่ไม่มีห้องคนขับหรือรถพ่วงทั้งชนิดที่มีและไม่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน ตัวรถแต่ละคันมีขนาดความกว้าง 3.20 เมตร และยาว 20.00 เมตรโดยประมาณ สามารถจุผู้โดยสารได้ประมาณ 320 คนเป็นผู้โดยสารนั่ง 70 คน ยืน 208 คน (คำนวณจากจำนวนผู้โดยสารยืน 5 คนต่อตารางเมตร) มีประตูกว้าง 1.60 เมตร จำนวน 4 บานทั้งสองด้าน ตัวถังทำด้วยอลูมินั่มอัลลอยด์ หรือเหล็กปลอดสนิม ติดตั้งระบบระบายอากาศพร้อมหน้าต่างชนิดกันแสงแดด

4.2.6 โครงสร้าง

โครงสร้างรองรับรางยกระดับ (Vaiduct) มีขนาดความกว้างประมาณ 11 เมตร อยู่สูงจากพื้นเฉลี่ยประมาณ 12-24 เมตร ใช้ระบบคอนกรีตหล่อสำเร็จชนิดนำมาประกอบในสถานที่มีลักษณะเป็น Segmental Box Girder นำมาต่อกันโดยไม่ต้องปิดการจราจรหรือปิดเพียงบางส่วนในระหว่างการประกอบความยาวช่วงเสาที่ใช้ประมาณ 30 เมตร การเลือก ใช้โครงสร้างดังกล่าว นอกจากจะกระทบต่อการจราจรน้อยแล้วยังดูสวยงามเป็นระเบียบ อีกทั้งการก่อสร้างสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาก่อสร้างน้อยกว่าแบบอื่นๆ โครงสร้างยกระดับนี้จะตั้งอยู่บนเสาคอนกรีตเดี่ยวขนาดกว้าง 2.60 เมตร ซึ่งสร้างขึ้นบริเวณกึ่งกลางถนน

4.2.7 โครงสร้างสถานี

สถานีมีลักษณะเป็นโครงสร้างที่สร้างที่สร้างคร่อมถนนยาวประมาณ 150 เมตร กว้างประมาณ 22 เมตร และชานชาลากว้าง 6.5 เมตร เพื่อให้มีผลกระทบต่อการจราจรบนทางเท้าน้อยที่สุดและกระทบต่อระบบสาธารณูปโภคน้อยที่สุด สถานีมี 2 ลักษณะ คือ

- Side Platform Station มีชานชาลาออยู่สองข้างโดยรถไฟวิ่งอยู่ตรงกลางสถานี สถานีทั่วไปที่ออกแบบจะมีลักษณะแบบนี้ เนื่องจากสร้างได้ง่ายและใช้เนื้อที่น้อย
- Center Platform Station มีชานชาลาอยู่ตรงกลางและรถไฟวิ่งอยู่สองข้าง สถานีชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแรกแต่การก่อสร้างยากกว่า เนื่องจากตัวรางต้องเบนออกเมื่อเข้าสู่สถานีและเบี่ยงกลับเมื่อวิ่งออกจากสถานี สถานีปลายทาง สถานีร่วม และสถานีที่สำคัญได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็น Center Platform เนื่องจากเป็นสถานีที่คาดว่าจะมีผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวสถานีที่มี 2 ชั้นคือ ชั้นสำหรับจำหน่ายตั๋ว (Concourse) และชั้นชานชาลา (Platform) โดยชั้นจำหน่ายตั๋วจะชั้นล่าง ส่วนชั้นชานชาลาอยู่สูงขึ้นไป ทุกสถานีออกแบบให้สามารถติดตั้งลิฟท์และบันได้เลื่อนในขาขึ้น และมีระบบทางเข้าออกฉุกเฉิน แต่ละสถานีอยู่ห่างกันประมาณ 0.8–1.0 กม. โดยมีสถานีร่วมกับโครงการรถไฟฟ้าอื่นๆ อยู่ 6 สถานี เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเปลี่ยนเส้นทางได้โดยสะดวก

4.2.8 โรงซ่อมบำรุง

โรงซ่อมบำรุงจะก่อสร้างบริเวณห้วยขวางใช้พื้นที่ประมาณ 300 ไร่ จากพื้นที่เตรียมไว้ทั้งหมด 1,000 ไร่ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพื้นที่จอดรถ ทำความสะอาดรถตรวจซ่อมบำรุง ในพื้นที่ดังกล่าวยังประกอบด้วยศูนย์ควบคุมอำนวยการเดินรถและอาคารสำนักงานและเป็นชุมทางของการขยายเส้นทางของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในอนาคตของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมทั้งเส้นทางรถไฟฟ้าไปยังสนามบินแห่งชาติหนองงูเห่า นอกจากนี้ยังเตรียมไว้สำหรับสถานีรถไฟความเร็วสูงเพื่อเชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนด้วย

4.2.9 การให้บริการ

โครงการรถไฟฟ้ามหานคร คาดว่าจะให้บริการได้ในปี พ.ศ.2541 ในระหว่างเวลา 5:00 น. ถึง 24:00 น. ทุกวัน โดยในระยะแรกจะมีขบวนรถออกวิ่งบริการทุกๆ 2–4 นาที ในชั่วโมงเร่งด่วนและทุกๆ 4–6 นาที ในช่วงเวลาปกติ ทั้งนี้การจัดตารางเวลาให้บริการดังกล่าว จะคำนึงถึงจำนวนและความต้องการของผู้โดยสารเป็นสำคัญ

4.2.10 ระบบตั๋วและการเก็บตั๋วค่าโดยสาร

ระบบเก็บตั๋วจะเป็นระบบอัตโนมัติโดยใช้ตั๋วชนิดที่สามารถบันทึกข้อมูลได้ และหากเป็นไปได้จะออกแบบให้สามารถใช้ร่วมกับระบบขนส่งมวลชนอื่นๆได้ เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

4.2.11 ค่าโดยสาร

อัตราค่าโดยสารจะเป็นแบบเพิ่มขึ้นตามระยะทางโดยเฉลี่ย จะไม่สูงกว่าระบบรถไฟฟ้าซึ่งดำเนินการโดยเอกชน (ไม่เกิน 15 บาท)

4.2.12 ค่าลงทุนโครงการ

งานโยธา	13,976	ล้านบาท
ระบบรถ	3,693	ล้านบาท
งานไฟฟ้า – เครื่องกล	5,421	ล้านบาท
ค่าออกแบบและควบคุมงาน	1,849	ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าปรับเงินเฟ้อและสำรองราคา	6,068	ล้านบาท
รวมเป็นเงิน	31,005	ล้านบาท

(ไม่ร่วมค่าดอกเบี้ยระหว่างก่อสร้างและค่าที่ดิน)

4.3 โครงการรถไฟฟ้าชุมชน (การรถไฟแห่งประเทศไทย [ร.ฟ.ท.], 2536)

4.3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้ตระหนักถึงเรื่องการยกระดับทางรถไฟในเขตกรุเทพมหานคร เนื่องจากจุดตัดระหว่างทางรถไฟและถนนเสมอระดับ(ทางผ่านเสมอระดับ) ก่อให้เกิดการจราจรติดขัดทั้งบนถนนและทางรถไฟ ทางเสมอระดับเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญยิ่งที่ทำให้การรถไฟฯไม่สามารถเพิ่มขบวนรถไฟวิ่งเข้าออกสถานีหัวลำโพงเพื่อบริการประชาชนได้ ดังนั้นการรถไฟฯจึงได้ติดต่อขอความช่วยเหลือจากรัฐบาลญี่ปุ่น ให้ส่งผู้เชี่ยวชาญมาศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจและวิศวกรรมการกำจัดทางผ่านเสมอระดับในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินขบวนรถไฟ และแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่บริเวณทางผ่านเสมอระดับในเขตกรุงเทพมหานคร

การศึกษาของผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นพบว่า การแก้ไขทางผ่านเสมอระดับที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเทียบกับการก่อสร้างสะพานลอยข้ามทางรถไฟและการก่อสร้างอุโมงค์ถนนลอดใต้ทางรถไฟคือการยกระดับทางรถไฟใน 3 ช่วงได้แก่ช่วงหัวลำโพง – บางซื่อ ระยะทาง 5.5 กม. ช่วงยมราช – มักกะสัน ระยะทาง 3.0 กม. และช่วงมักกะสัน – ท่าเรือ ระยะทาง 4.5 กม. รวมระยะทาง 13.0 กม.

กระทรวงคมนาคมได้ออกประกาศเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ.2532 เชิญชวนให้ผู้สนใจเสนอโครงการลงทุนก่อสร้างทางรถไฟ และถนนยกระดับ โดยผู้เสนอโครงการจะได้รับสัมปทานในการประกอบกิจการเดินรถไฟชุมชน และระบบการขนส่งทางถนน โดยเก็บค่าผ่านทางบนที่ดินของการรถไฟฯ หัวลำโพง – บางซื่อ ,ยมราช – หัวหมาก และมักกะสัน – แม่น้ำ และได้รับสิทธิในการจัดหาประโยชน์จากที่ดินของการรถไฟฯใน 4 บริเวณ คือบริเวณหัวลำโพง บางซื่อ มักกะสัน และบางกอกน้อย รวม 633 ไร่โดยประมาณ เป็นระยะเวลา 30 ปี ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการขนส่งในกรุงเทพมหานครให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.3.2 สัญญาสัมปทาน

สัญญาสัมปทานมีอายุ 30 ปี ซึ่งรวมระยะเวลาก่อสร้าง 8 ปี เอาไว้ด้วย แต่ทางบริษัทโฮปเวลล์ (ประเทศไทย) จำกัด อาจร้องขอขยายอายุได้อีก 8 ปีและหลังจาก 38 ปี แล้วสัญญาอาจได้รับต่อออกไปอีก 2 ครั้งๆละ 10 ปีรวมเป็น 20 ปี แต่ต้องตั้งข้อกำหนดและเงื่อนไขใหม่ก่อน ตามสัญญาบริษัทฯจะเป็นผู้ลงทุนออกแบบ ประกอบการ และบำรุงรักษาทางยกระดับ ยกเว้นทางรถไฟ โดยบริษัทฯได้ผลตอบแทนในรูปของสัมปทานระบบ สามารถเรียกเก็บเงินค่าผ่านทาง ค่ารถไฟชุมชน ค่าและรายได้จากระบบดังกล่าว และได้รับสิทธิประโยชน์จากที่ดินของการรถไฟฯ ตลอดเส้นทางสัมปทานและในพื้นที่พัฒนา (นอกเหนือจากพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทางสัมปทาน) อีก 633 ไร่โดยประมาณในพื้นที่บริเวณหัวลำโพง บางซื่อ มักกะสัน ยมราช และบางกอกน้อย

ผลตอบแทนที่ทางบริษัทฯ จะให้แก่การรถไฟฯตลอดระยะเวลาสัมปทาน ได้แก่

- ชำระเงิน 300 ล้านบาท ในวันลงนามสัญญา (6 พฤศจิกายน พ.ศ.2533)
- ชำระเงินงวดแรก 300 ล้านบาทในวันที่สัญญามีผลบังคับใช้ (6 พฤศจิกายน พ.ศ.2534)
- ชำระเงินงวดที่สอง 350 ล้านบาท ในวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2534
- ต่อจากนั้นจะเพิ่มขึ้นปีละ 50 ล้านบาททุกปี จนถึงการชำระเงินงวดที่สิบห้า (6 ธันวาคม พ.ศ.2548) จำนวน 1,000 ล้านบาท และคงที่ที่ 1,000 ล้านบาท ไปจรถึงงวดที่ยี่สิบสาม (6 ธันวาคม พ.ศ.2556) ทั้งนี้สำหรับเงินงวดที่ยี่สิบสามให้เปรียบเทียบกับ 3เปอร์เซนต์ของรายได้ทั้งหมดของบริษัทฯ แล้วเลือกใช้ค่าที่สูงกว่าเป็นงวดนั้น
- ชำระเงินงวดที่ยี่สิบสี่ถึงสามสิบแปด งวดละ 2,404 ล้านบาท หรือ 30 เปอร์เซนต์ของกำไรจากการดำเนินงานของบริษัทฯ สุดแต่จำนวนใดจะมากกว่า

นอกจากนี้การรถไฟฯยังได้รับสถานีกลางบางซื่อใหม่ รวมทั้งอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆที่บริษัทจะต้องสร้างชดเชยให้เช่น บ้านพักพนักงาน โรงพยาบาล เป็นต้น ที่ต้องถูกรื้อถอนเพราะการดำเนินโครงการของบริษัทฯ

4.3.3 รายละเอียดของโครงการ

ระบบทางรถไฟและถนนยกระดับประกอบด้วย ทางรถไฟ ระบบรถไฟชุมชน และถนนยกระดับเก็บเงินค่าผ่านทาง (3+3 ช่องทาง) แบ่งออกเป็น 2 สายหลัก และ 1 สายแยกได้แก่

- สายที่ 1 ยาวประมาณ 27.8 กม. จากสถานีหัวลำโพง สถานีสามเสน สถานีบางซื่อ สถานีดอนเมือง ไปสิ้นสุดที่สถานีคลองรังสิต
- สายที่ 2 ยาวประมาณ 13.3 กม. จากสถานียมราช สถานีมักกะสัน ไปสิ้นสุดที่ สถานีหัวหมาก

นอกจากนี้บริษัทฯ จะสร้างถนนระดับพื้นดินขึ้นใหม่ในเขตพื้นที่ของการรถไฟฯ เป็นถนนเดินรถทางเดียววิ่งขนาน 2 ข้าง ของระบบทางแยกยกระดับไปตามเส้นทางต่างๆดังกล่าวเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อเชื่อมต่อระบบทางยกระดับกับโครงข่ายถนนที่มีอยู่เดิม

4.3.4 ระบบรถไฟชุมชน

ระบบรถไฟชุมชน (ประกอบการและบำรุงรักษาโดยบริษัทฯ) เป็นระบบ Heavy Rail ประกอบด้วยขบวนรถไฟปรับอากาศพ่วง 12 ตู้ มีความถี่ของขบวนในช่วงเวลาเร่งด่วน 1 ขบวนทุก 2 นาที สามารถส่งผู้โดยสารได้ชั่วโมงละ 60,000–100,000 คนต่อทิศทาง สถานีจะมีระยะห่างกันประมาณ 700–1,200 เมตร ระบบรถไฟชุมชนนี้จะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับชาวกรุงเทพที่อยู่ในเส้นทางหรือใกล้เคียง ซึ่งคาดว่าจะสามารถดึงดูดให้ผู้ใช้ถนนหันมาใช้บริการรถไฟชุมชนนี้พอสมควร เนื่องจากเส้นทางของระบบรถไฟชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้อยู่ในแนวทางที่ดีคือ ขนานกับถนนที่สำคัญ เช่น ถนนวิภาวดีรังสิต ถนนเพชรบุรี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการเตรียมปัจจัยอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร ตลอดจนโอกาสที่ผู้โดยสารจะเข้าถึงสถานีเช่น เส้นทางเดินรถขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพไปยังสถานีต่างๆ ไว้ให้พร้อม

4.3.5 อัตราค่าโดยสาร

ตารางที่ 2.1 อัตราค่าโดยสารรถไฟชุมชน

ปีที่	ค่าโดยสาร (บาทต่อกม.)
1 – 6	0.60
7 – 9	0.75
10 – 12	0.90
13 – 15	1.05
16 – 18	1.20

หมายเหตุ
- ปีที่ 1 จะนับจากวันที่สัญญามีผลใช้บังคับคือ 6 ธันวาคม พ.ศ.2534
- ช่วงปีที่ 19–30 ให้พิจารณาเพิ่มทุก 3 ปี ตามอัตราที่จะตกลงกันใหม่ภายหลัง
- นักเรียน นักศึกษา เด็กอายุต่ำกว่า 11 ปี มีส่วนลด 50%
- ค่าโดยสารรถไฟชุมชน อาจเพิ่มค่าธรรมเนียมสำหรับรถด่วนพิเศษได้

4.4 จุดตัดระหว่างโครงการในโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

จุดตัด			การประสานทางกายภาพ		
			ระดับ		ความสูง(ม.)
1	รถไฟฟ้ามหานคร	โครงการโฮปเวลล์ (บริเวณหัวลำโพง)	1	โฮปเวลล์	7.00
			0	ถนนพระรามที่ 4	0.00
			-1	รถไฟฟ้ามหานคร	-14.50
2	รถไฟฟ้ามหานคร	ทางด่วนขั้นที่ 2 (บริเวณหัวลำโพง)	2	ทางด่วนขั้นที่ 2	14.00
			1	รถไฟฟ้ามหานคร	-14.50
3	รถไฟฟ้ามหานคร	สะพานไทย-ญี่ปุ่น (บริเวณสามย่าน)	2	รถไฟฟ้ามหานคร	20.00
			1	สะพานไทย-ญี่ปุ่น	7.00
4	รถไฟฟ้ามหานคร	รถไฟฟ้ากรุงเทพ (ถนนสาธร ตัดกับถนนพระรามที่ 4)	3	รถไฟฟ้ามหานคร	22.50
			2	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	15.50
			1	สะพานไทย-ญี่ปุ่น	9.00
5	รถไฟฟ้ามหานคร	สะพานไทย-เบลเยี่ยม	2	รถไฟฟ้ามหานคร	17.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
039012

		(ถนนสาธร ตัดกับถนนพระรามที่ 4)	1	สะพานไทย-เบลเยี่ยม	6.00
6	รถไฟฟ้ามหานคร	ทางด่วนขั้นที่ 1 & โฮปเวลล์	2	รถไฟฟ้ามหานคร	16.90
			1	ทางด่วนขั้นที่ 1 & โฮปเวลล์	8.00
7	รถไฟฟ้ามหานคร	รถไฟฟ้ากรุงเทพ & ถนนยกระดับกทม.	3	ถนนยกระดับกทม.	25.10
		(ถนนรัชดาภิเษกตัดกับถนนสุขุทวิท)	2	รถไฟฟ้ามหานคร	17.60
			1	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	12.10
8	รถไฟฟ้ามหานคร	ถนนยกระดับกทม. & สะพานลอย อโศก	3	รถไฟฟ้าโฮปเวลล์	22.50
		(บริเวณใกล้แยก อสมท.)	2	รถไฟฟ้ามหานคร	15.90
			1	สะพานลอยอโศก	ทุบทิ้ง
9	รถไฟฟ้ามหานคร	ถนนยกระดับกทม. & โฮปเวลล์	4	โครงการโฮปเวลล์	29.50
		(บริเวณใกล้แยก อสมท.)	3	ถนนยกระดับกทม.	22.50
			2	รถไฟฟ้ามหานคร	15.90
			1	รถไฟฟ้าโฮปเวลล์	8.90
10	รถไฟฟ้ามหานคร	ถนนยกระดับกทม. & ทางด่วนขั้นที่ 2	3	ถนนยกระดับกทม.	21.50
		(บริเวณใกล้แยก อสมท.)	2	ทางด่วนขั้นที่ 2	14.70
			1	รถไฟฟ้ามหานคร	7.70
11	รถไฟฟ้ามหานคร	สะพานลอยรัชดา-ลาดพร้าว	2	รถไฟฟ้ามหานคร	19.50
			1	สะพานลอยรัชดา-ลาดพร้าว	12.00
12	รถไฟฟ้ามหานคร	ดอนเมืองโทลเวย์ & สะพานลอย ลาดพร้าว	3	รถไฟฟ้ามหานคร	20.00
		(บริเวณหน้าเซนทรัลพลาซา)	2	ดอนเมืองโทลเวย์	13.50
			1	สะพานลอยลาดพร้าว	6.50
13	รถไฟฟ้ามหานคร	ทางด่วนขั้นที่ 2	2	รถไฟฟ้ามหานคร	20.50
		(ถนนกำแพงเพชร)	1	ทางด่วนขั้นที่ 2	11.50
14	รถไฟฟ้ามหานคร	โครงการโฮปเวลล์	2	รถไฟฟ้ามหานคร	20.50
		(บริเวณบางซื่อ)	1	รถไฟฟ้าโฮปเวลล์	13.00
15	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	โครงการโฮปเวลล์	4	รถไฟฟ้าโฮปเวลล์	26.30
			3	รถไฟฟ้าชุมชน	21.30
			2	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	16.10
			1	รถไฟ(รฟท.)	8.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	รถไฟฟ้าชุมชน & ทางด่วนขั้นที่ 1	2	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	17.50
			1	รถไฟฟ้าชุมชน & ทางด่วน	9.70
				ขั้นที่ 1	
17	รถไฟฟ้ากรุงเทพ	ทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์	อยู่ระหว่างเจรจาตกลง		

4.5 ระดับการบริการของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

4.5.1 โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ข.ม.ก., 2536)

ความเร็ว : ความเร็วสูงสุด 80 กม./ชม.
ความเร็วในการเดินทาง 35 กม./ชม.

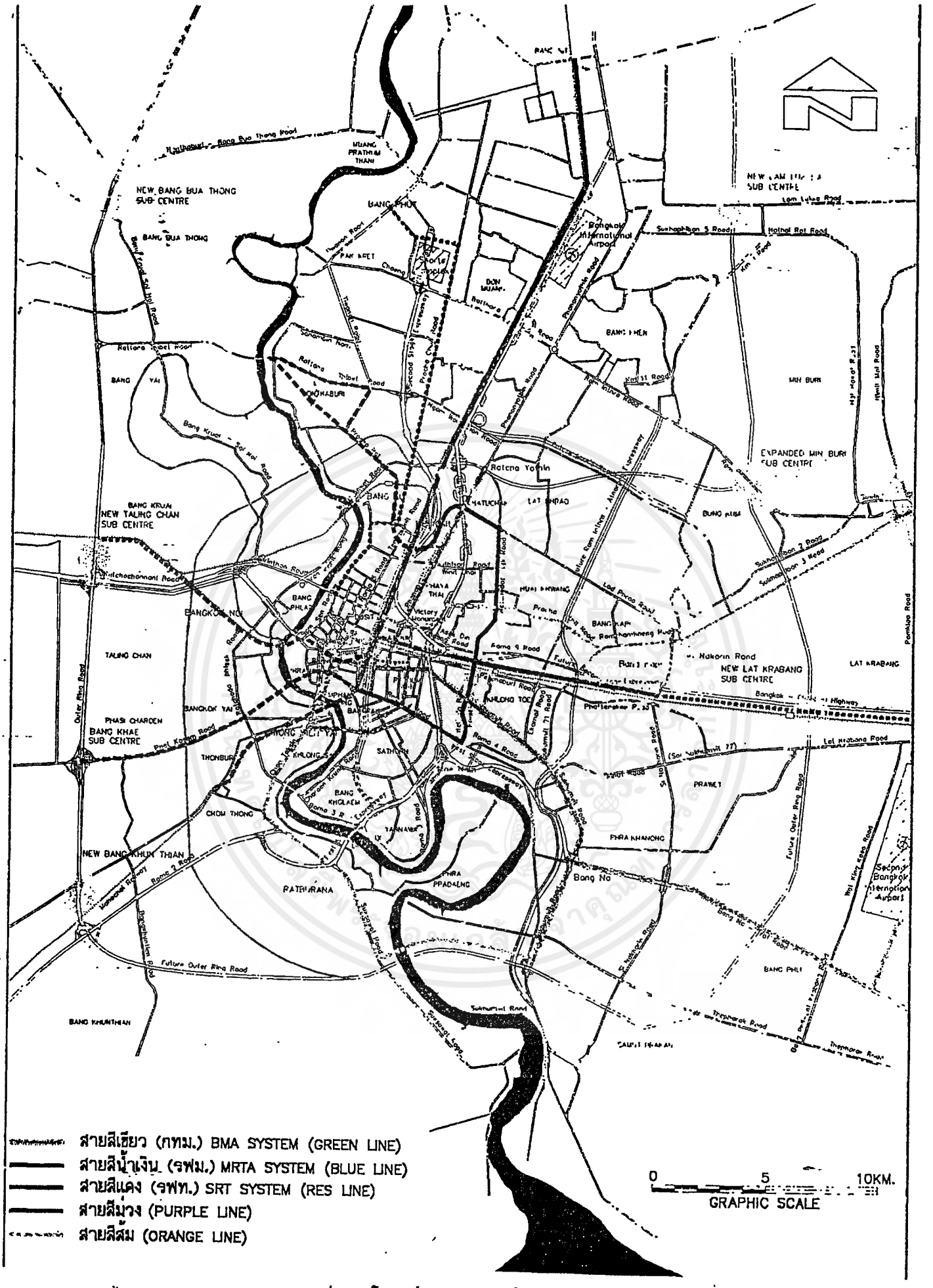
ความจุ : ในระยะเมื่อเปิดให้บริการ 30,000 คน/ชม./ทิศทาง
(ระยะระหว่างคัน 3–4 นาที)
ความจุสูงสุด 50,000 คน/ชม./ทิศทาง
(ระยะระหว่างคัน 2 นาที)

ระบบความปลอดภัย : Automatic Train Operation (ATO)
Automatic Train Protection (ATP)
Automatic Train Regulation (ATR)
Automatic Train Supervisor (ATS)
Positive Train Identification (PTI)

Automatic Train Operation เป็นระบบควบคุมที่ทำหน้าที่เสมือนพนักงานขับรถ ระบบนี้จะควบคุม การออกรถ การเบรค การเดินรถด้วยความเร็วที่เหมาะสมตารางเดินรถที่กำหนด โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนรถ และความสะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการเปิด–ปิดประตู และการจอดรถ ณ ตำแหน่งที่กำหนดบนชานชาลาตลอดจนทำหน้าที่รายงานข้อขัดข้องของอุปกรณ์ภายในรถไปยังศูนย์ควบคุมการเดินรถ เพื่อการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

Automatic Train Protection เป็นระบบควบคุมที่ทำหน้าที่สอดคล้องดูแลไม่ให้มีการเดินรถด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วที่กำหนด เพื่อมิให้เกิดการชนและป้องกันการตกราง ระบบนี้จะควบคุมระยะระหว่างขบวนรถเพื่อให้เกิดความปลอดภัย เมื่อใดก็ตามที่รถมีความเร็วสูงกว่าความเร็วที่กำหนด หรือระยะห่างระหว่างขบวนที่วิ่งตามกัน ลดลงจนไม่มีความปลอดภัย ระบบป้องกันอัตโนมัติจะทำหน้าที่หยุดรถในทันที ระบบป้องกันอัตโนมัตินี้มีหลักการออกแบบให้อำนวยความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้โดยสาร และมีการทำงานเป็นอิสระจากระบบเดินรถอัตโนมัติ กล่าวคือ กรณีที่ระบบเดินรถอัตโนมัติขัดข้องจะใช้พนักงานขับรถควบคุมการเดินรถ ขณะเดียวกันระบบป้องกันอัตโนมัติยังคอยดูแลในเรื่องความเร็วสูงสุดของรถและระยะห่างระหว่างขบวนรถ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากพนักงานขับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


NEW BANG BUA THONG SUB CENTRE
BANG BUA THONG
MUANG PRATHUM THANI
BANG PHLI
Bangkok International Airport
Suvarnabhumi Airport
NEW LAM LUK KA SUB CENTRE
Lam Luk Ka Road
Suksawat Road
Rama II Road
Rattana Tibet Road
BANG YAI
Bang Kruai - Sai Noi Road
BANG KRUAI
NEW TALING CHAN SUB CENTRE
Ratchachonnani Road
BANGKOK NOI
TALING CHAN
Outer Ring Road
PHASI CHAROEN
BANG KHAE SUB CENTRE
Phet Kasem Road
THONBURI
CHOM THONG
NEW BANG KHUN THIAN
Rama 2 Road
Bangkok Yai Canal
Bang Khun Thian - Chaitalay Road
Future Outer Ring Road
BANG KHUNTHIAN
RATCHARANA
Rama 3 Road
Rama 9 Road
Rama 4 Road
Sathorn Road
Chan Road
Ratchadaphisek Road
Lat Phrao Road
Ramkhamhaeng Road
Phahonyothin Road
Don Muang Tollway
Don Muang Airport
Rangsit - Nakhon Nayok Road
Khlong Prem Prison
Bang Khen
Min Buri
EXPANDED MIN BURI SUB CENTRE
Hathairat Road
Nakorn Rond
NEW LAT KRABANG SUB CENTRE
LAT KRABANG
Bangkok - Chonburi Highway
Lat Krabang Road
Suksawat Road 2
Suksawat Road 3
Pracha Uthit Road
Pracha Uthit 90 Road
Ramkhamhaeng 2 Road
Ramkhamhaeng 12 Road
Ramkhamhaeng 21 Road
Ramkhamhaeng 24 Road
Ramkhamhaeng 29 Road
Ramkhamhaeng 34 Road
Ramkhamhaeng 39 Road
Ramkhamhaeng 44 Road
Ramkhamhaeng 50 Road
Ramkhamhaeng 60 Road
Ramkhamhaeng 71 Road
Ramkhamhaeng 77 Road
Ramkhamhaeng 83 Road
Ramkhamhaeng 90 Road
Ramkhamhaeng 94 Road
Ramkhamhaeng 100 Road
Ramkhamhaeng 106 Road
Ramkhamhaeng 112 Road
Ramkhamhaeng 118 Road
Ramkhamhaeng 124 Road
Ramkhamhaeng 130 Road
Ramkhamhaeng 136 Road
Ramkhamhaeng 142 Road
Ramkhamhaeng 148 Road
Ramkhamhaeng 154 Road
Ramkhamhaeng 160 Road
Ramkhamhaeng 166 Road
Ramkhamhaeng

Automatic Train Regulation เป็นระบบที่ทำหน้าที่กำกับการออกวิ่ง และการเข้าจอดของรถไฟในสถานี เมื่อรถไฟขบวนใดวิ่งหรือเข้าจอด จะมีสัญญาณที่สามารถได้ยินหรือมองเห็นแสดงให้พนักงานขับรถได้รู้ ระบบนี้จะช่วยให้พนักงานขับรถสามารถควบคุมการออกวิ่งหรือการเข้าจอดในสถานีได้ตามกำหนดตารางการเดินรถที่ได้วางแผนไว้

Automatic Train Supervisor เป็นระบบควบคุมการเดินรถให้เป็นไปตามตารางการเดินรถ เพื่อให้ระบบมีความสามารถขนส่งผู้โดยสารได้มากที่สุด และผู้โดยสารจะเดินทางด้วยความสะดวกรวดเร็วและมั่นใจในความปลอดภัย ระบบนี้มีหน้าที่หลักในการจัดการหลายประการ คือ

- กำหนดเส้นทางการเดินรถ บันทึกระยะทางที่ให้บริการไปแล้วของรถแต่ละขบวน เพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษารถ
- ติดตามแสดงตำแหน่งรถทุกขบวนที่วิ่งบริการ ณ ศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- จัดเตรียมตารางเวลาการเดินรถให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่างๆ เพื่อให้การบริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- กำหนดข้อมูลการควบคุมความเร็วรถ ในการวิ่งระหว่างสถานีต่างๆ
- ควบคุมการเดินรถแต่ละขบวนให้เป็นไปตามตารางการเดินรถ และแจ้งเตือน เมื่อการเดินรถไม่เป็นไปตามตารางการเดินรถ
- จัดเตรียมขั้นตอนต่างๆ ในการควบคุมการเดินรถเมื่อระบบการเดินรถมีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น
- จัดเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อการจัดการ

Positive Train Identification เป็นระบบที่ทำหน้าที่ช่วยให้พนักงานขับรถรู้ถึงตำแหน่งของรถ และจุดหมายปลายทางของรถทุกขบวนที่กำลังวิ่งอยู่บนเส้นทางรถไฟ อุปกรณ์ของระบบนี้จะอยู่ภายในรถไฟแต่ละขบวน ซึ่งทำให้พนักงานขับรถสามารถส่งสัญญาณต่างๆ รวมทั้งรายงานจำนวนผู้โดยสาร จุดหมายปลายทางการเดินรถไปยังศูนย์ควบคุมการเดินรถได้ ระบบนี้จึงมีหน้าที่หลายประการคือ

- ควบคุมอุปกรณ์แสดงสัญญาณต่างๆ ในสถานีจุดหมายปลายทาง
- แสดงผลไปยังผังควบคุมของสถานีแต่ละสถานี
- แสดงผลไปยังผังการเดินรถในศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- ส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ร่วมกับศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- กำหนดเส้นทางการเดินรถโดยอัตโนมัติ

4.5.2 โครงการรถไฟฟ้ามหานคร (ร.ฟ.ม., 2536)

ความเร็ว	:	ความเร็วสูงสุด 80 กม./ชม.
		ความเร็วในการเดินทาง 35 กม./ชม.
ความจุ	:	ในระยะเมื่อเปิดให้บริการ 15,000 คน/ชม./ทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจุสูงสุด 40,000 คน/ชม./ทิศทาง

ระบบความปลอดภัย : Automatic Train Operation (ATO)

Automatic Train Protection (ATP)

Automatic Train Supervisor (ATS)

4.5.3 โครงการรถไฟชุมชน (ร.ฟ.ม., 2536)

ความเร็ว : ความเร็วสูงสุดประมาณ 100 กม./ชม.

ความเร็วในการเดินทาง 35 กม./ชม.

ความจุ : ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ความจุประมาณ 60,000–100,000 คน/ชม./ทิศทาง

ระบบความปลอดภัย : Automatic Train Protection

Automatic Train Regulation

Positive Train Identification

ตารางที่ 2.2 ความจุในการให้บริการของโครงการรถไฟชุมชน

ความจุ (คน) / คัน	300	350	400	300	350	400
Head Way (นาที)	3	3	3	2	2	2
จำนวนพ่วง 6 คัน	36,000	42,000	48,000	54,000	63,000	72,000
จำนวนพ่วง 8 คัน	48,000	56,000	64,000	72,000	84,000	96,000
จำนวนพ่วง 10 คัน	60,000	70,000	80,000	90,000	105,000	120,000
จำนวนพ่วง 12 คัน	72,000	84,000	96,000	108,000	126,000	144,000

ที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย 2536

4.6 เส้นทางของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนขยาย

การขยายเส้นทางของโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนนั้น ขึ้นอยู่กับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชน ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) แต่อย่างไรก็ตามโครงการทั้งสามก็ได้มีการพิจารณาขยายเส้นทางไว้ก่อนหน้าจะมีการจัดทำแผนดังกล่าวดังนี้

4.6.1 โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ข.ม.ก., 2536)

- สายสุขุมวิท จากสุขุมวิท 77 (ซอยอ่อนนุช) ตามถนนสุขุมวิทไปถึงสำโรง
- สายสีลม จากถนนเจริญกรุง ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา – ถนนตากสิน – ถนนเพชรเกษม – ไปบางแค และจากสถานีขนส่งหมอชิต – ถนนพหลโยธิน ไปถึงสนามบินดอนเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 โครงการรถไฟฟ้ามหานคร (ร.ฟ.ม., 2536)

- จากสถานีหัวลำโพง ผ่านถนนเจริญกรุง – ถนนมหาชัย – ถนนราชดำเนินกลาง – ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสะพานพระปิ่นเกล้า ไปถึงถนนอรุณอัมรินทร์
- โรงซ่อมบำรุง ผ่านพื้นที่ห้วยขวาง – ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ – ถนนเพชรบุรี – ถนนหลานหลวง – ผ่านถนนมหาชัย – ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า – ถนนตากสินไปถึงบริเวณดาวคะนอง
- โรงซ่อมบำรุง ผ่านถนนรามคำแหง ไปถึงบริเวณบางกะปิ

4.6.3 โครงการรถไฟชุมชน (ร.ฟ.ท., 2536)

- สายมักกะสัน – แม่น้ำ จากสถานีมักกะสัน – สถานีเพลินจิตร – สถานีพระราม 4 – สถานีแม่น้ำ
- สายยมราช – โพธิ์นิมิตร จากสถานียมราช – สถานีมหานาค – สถานีหัวลำโพง – สถานีตลาดน้อย – ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพระเจ้าตากสิน – สถานีลาดหญ้า – สถานีวงเวียนใหญ่ – สถานีโพธิ์นิมิตร
- สายยมราช – ตลิ่งชัน จากสถานียมราช – สถานีประชาธิปไตย – สถานีปิ่นเกล้า – ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพระปิ่นเกล้า - สถานีธนบุรี – สถานีบางกอกน้อย – สถานีคลองชักพระ – สถานีตลิ่งชัน

4.7 ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

4.7.1 โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร

ตาราง 2.3 ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ

ปี	สายสีลม	สายสุขุมวิท	รวม
2540	195,710	504,290	700,000
2550	215,550	555,414	770,964
2560	249,804	643,678	893,482

ที่มา : บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 โครงการรถไฟฟ้ามหานคร

ตาราง 2.4 ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการรถไฟฟ้ามหานคร

YEAR	2540	2542	2548	2552
MRTA with Partially Coordinated Bus	1,588,900	1,653,500	1,879,700	1,976,600
Initial Core System with Partially Coordinated Bus	902,400	939,600	1,069,700	1,125,500
Initial Core System with Fully Coordinated Bus	1,703,500	1,761,500	1,964,600	2,051,600

ที่มา : องค์การรถไฟฟ้ามหานคร 2536

4.7.3 โครงการรถไฟชุมชน

ตาราง 2.5 ปริมาณความต้องการในการเดินทางของโครงการรถไฟชุมชน

Year 2540	ระยะทาง (กม.)	Peak Hour Passengers	Daily Passengers
สายเหนือ – สายใต้			
Rout 346 ถึง ซอยวิเชียร	2.135	18,000	180,000
ซอยวิเชียร ถึง สนามบิน	5.285	25,300	253,000
สนามบิน ถึง หลักสี่	4.630	31,600	316,000
หลักสี่ ถึง บางเขน	4.600	39,500	395,000
บางเขน ถึง บางซื่อ	5.647	54,500	545,000
บางซื่อ ถึง ยมราช	5.478	38,700	387,000
สายตะวันออก – ตะวันตก			
ศรีนรินทร์ ถึง รัชดาภิเษก	8.314	25,000	250,000
รัชดาภิเษก ถึง ยมราช	4.973	35,000	355,000

ที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ระบบสนับสนุนของโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

ระบบสนับสนุนหมายถึง 1. พื้นที่จอด (Park & Ride)

2. ระบบป้อน (Feeder)

4.8.1 พื้นที่จอด (Park & Ride)

1. โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร

*** ยังไม่มีการพิจารณาในขณะนี้ และสัญญาสัมปทานไม่ได้มีการกำหนดไว้ ***

2. โครงการรถไฟฟ้ามหานคร (ร.ฟ.ม., 2536)

มีการเตรียมพื้นที่ขนาด 11,850 ตารางเมตร (ประมาณ 7 ไร่) ไว้ในบริเวณหัวมุมถนนรัชดาภิเษกตัดกับถนนลาดพร้าว

3. โครงการรถไฟชุมชน (ร.ฟ.ท., 2536)

- สำหรับเส้นทางที่กว้าง 40 เมตร (มีถนนขนาด 2 เลนขนาบข้าง) จะจัดทำพื้นที่จอดรถซึ่งมีความจุ เท่ากับ 78 คัน
- สำหรับเส้นทางที่กว้างกว่า 40 เมตร (มีถนน 3 เลนขนาบข้าง) จะจัดทำพื้นที่จอดรถที่บริเวณกึ่งกลางถนนใต้เส้นทางซึ่งมีความจุ เท่ากับ 84 คัน และสามารถจอดรถในบริเวณถนนได้
- แนวทางในการพิจารณาพื้นที่จอดรถอย่างหยาบ คือ สำหรับทุกพื้นที่ 500 ตารางเมตร GFA จะมีการจัดทำที่จอดรถ 1 คัน (GFA :Ground Floor Area)
- ในบริเวณภายใน 500 เมตรจากสถานีรถไฟฟ้า จะจัดทำที่จอดรถที่สามารถจอดรถได้ 50–70 คัน

4.8.2 ระบบป้อน (Feeder)

1. โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร

*** ยังไม่มีการพิจารณาในขณะนี้ และในสัญญาสัมปทานไม่ได้มีการกำหนดไว้ ***

2. โครงการรถไฟฟ้ามหานคร (ร.ฟ.ม., 2536)

จะการปรับเส้นทางรถเมล์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันให้มีลักษณะดังนี้

- รถเมล์ที่มาจากภายนอกใจกลางเมืองกรุงเทพฯที่วิ่งเข้าสู่ใจวงแหวนทางของโครงการ ในบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ จะต้องสิ้นสุดเส้นทางที่สถานีรถไฟฟ้า
- เส้นทางรถเมล์ที่มีอยู่เดิมจะถูกตัดให้สั้นลง เพื่อทำให้ประสิทธิภาพของรถเมล์ดีขึ้น
- ภายในพื้นที่ใจกลางเมืองกรุงเทพฯ (ภายในวงแหวนทางของโครงการ) จะมี Shuttle Bus ให้บริการการเดินทางแก่ประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.โครงการรถไฟชุมชน (ร.ฟ.ท., 2536)

- รถเมล์เดิมที่ดำเนินการอยู่ จะทำหน้าที่เป็นระบบป้อนให้กับโครงการ
- เส้นทางเดินรถเมล์จะถูกปรับเส้นทางเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นทางรถไฟชุมชน
- การออกแบบสถานีรถไฟฟ้า จะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับระบบป้อนที่จะเกิดขึ้นโดยรถเมล์ รถแท็กซี่ และ Jeepneys

5. ระบบขนส่งมวลชนระบบรอง

5.1 ทั่วไป

5.1.1 คำจำกัดความ

วัตถุประสงค์หลักของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง คือการป้อนผู้โดยสารไปยังระบบขนส่งสาธารณะอื่นดังนั้นจึงพิจารณาระบบ 2 ชนิด ซึ่งมีลักษณะและการใช้งานที่แตกต่างกัน สามารถอธิบายตามหน้าที่ของแต่ละระบบคือ

- โครงข่ายหลักในเขตกรุงเทพฯซึ่งประกอบด้วยระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ในแผนแม่บท
- โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง คือระบบที่เป็นประเด็นหลักในการศึกษานี้

โครงข่ายหลักจะเปรียบเสมือนกระดูกสันหลังของโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร และประกอบไปด้วยสายทางของระบบรถไฟฟ้าขนาดหนัก (Heavy Rail) หลายสายเชื่อมต่อกันโดยสถานีต่อเชื่อม ทำให้ทำงานคล้ายกับระบบขนส่งมวลชนโครงข่ายเดียวกัน โครงข่ายจะประกอบไปด้วยเส้นทางที่กระจายเป็นรัศมีออกจากย่านธุรกิจใจกลางเมืองและบรรจุผู้โดยสารเป็นจำนวนมาก โดยปกติ 50,000 คน (หรือมากกว่า) ต่อชม. ต่อทิศทาง และกำลังอยู่ในระหว่างการออกแบบตามลำดับขบวนรถควรจะมีความยาวพอที่จะบรรจุผู้โดยสาร 1,500-2,000 คน ในแต่ละขบวน ระบบอาณัติสัญญาณและระบบควบคุมรถไฟทำให้สามารถเว้นระยะห่างของแต่ละขบวนเพียง 2-3 นาที และสถานีจะออกแบบให้แยกโถงพักผู้โดยสารออกจากชานชาลา เพื่อให้การเดินทางของผู้โดยสารจำนวนมากได้รับความสะดวกและปลอดภัยอย่างเพียงพอ

โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะนำมารวมเข้ากับโครงข่ายหลัก และจะประกอบไปด้วยสายทางแยกอิสระหลายสาย ซึ่งสายทางอิสระเหล่านี้อาจจะไม่ได้ต่อเชื่อมถึงกัน แต่ทุกสายจะมีการต่อเชื่อมกับโครงข่ายหลักอย่างน้อย 1 จุด ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะผ่านพื้นที่ชานเมืองที่อยู่ห่างจากแนวรัศมีของโครงข่ายหลักเพื่อให้ผู้โดยสารได้รับความสะดวกในการที่จะเข้าถึงสถานีขนส่งมวลชนได้ง่ายขึ้นในอีกกรณีหนึ่ง อาจจะมีระบบบนพื้นที่ย่านสถานีใจกลางเมืองที่ให้บริการรองรับย่านธุรกิจที่อยู่รอบบริเวณนี้

ความต้องการผู้โดยสารบนระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง จะต่ำกว่าปริมาณความต้องการบนเส้นทางหลัก ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะขนผู้โดยสารที่เดินทางไป-มา เฉพาะในสายทางเป็นปริมาณน้อย โดยหลักแล้วจะให้บริการเพื่อกระจายผู้โดยสารเข้า-ออก ตามสถานีระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บท ดังนั้นผู้โดยสารจะเลือกใช้ชนิดที่มีปริมาณความจุต่ำ ระบบสัญญาณและระบบควบคุมก็ไม่ซับซ้อน นอกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือนำไปหาประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ตัวสถานีสามารถสร้างเป็นแบบง่ายๆ ปริมาณผู้โดยสารสูงสุดในทิศทางเดียวอยู่ในช่วง 5,000-20,000 คนต่อชั่วโมง ซึ่งชนิดของระบบขนส่งขนส่งขนาดรองอาจจะเลือกระบบ รถไฟฟ้ารางเดี่ยวหรือรูปแบบอื่นๆ จนถึงแบบรถไฟฟ้าขนาดเบา เมื่อพิจารณาถึงปัญหาการจราจรที่รุนแรง และสร้างปัญหาให้แก่กรุงเทพฯ ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ จึงต้องแยกออกจากการจราจรปกติบนถนนอย่างเด็ดขาด เช่นเดียวกับโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนตามแผนแม่บท

การรวมโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนหลักและระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะทำให้มีโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะใหม่โดยไม่ได้รับผลกระทบจากปัญหาการจราจรติดขัด และระบบสามารถประกอบการได้ด้วยความเร็วที่ 30-40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แม้จะอยู่ใต้สภาวะการที่บรรจุผู้โดยสารสูงสุดก็ตาม

5.1.2 วัตถุประสงค์ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

โครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะต่อขยายออกไปเพื่อครอบคลุมการขนส่งมวลชนภายพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ข้อดีของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่จะเกิดขึ้นคือ

1.การเข้าถึงพื้นที่จะมีเพิ่มมากขึ้นและพื้นที่ทั้งหมดจะให้ประโยชน์จากการที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนได้อย่างสะดวก

2.โครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะเอื้อประโยชน์แก่โครงข่ายขนส่งขนาดใหญ่โดยการเพิ่มความสามรถในการเข้าถึงจากระบบสู่ระบบได้ดีขึ้น

3.การรวมโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่และสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะช่วยให้การเดินทางในทุกพื้นที่ของเมืองทำได้อย่างรวดเร็ว ความสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากการจราจรติดขัดจะลดน้อยลงไป

4.ผู้โดยสารที่เดินทางเข้า-ออกพื้นที่ย่ายธุรกิจสามารถเดินทางสู่สถานีขนส่งขนาดใหญ่ได้โดยบริการของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองซึ่งจะทำหน้าที่ให้บริการขนส่งภายในพื้นที่แต่ละส่วน

5.ผู้ประกอบการรถโดยสารสามารถที่จะลดภาระจากการที่ต้องทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งมวลชนหลักบนสายทางใหญ่ต่างๆ บนถนนที่มีการติดขัดสูง และจัดรูปแบบของการให้บริการใหม่เป็นระบบที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนหลักแทน

6.ปัญหาความคับคั่งของการจราจรอาจจะลดลงไปเมื่อผู้โดยสารที่เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถโดยสาร รถแท็กซี่และรูปแบบอื่นๆ ที่ต้องเดินทางบนถนนมาใช้บริการขนส่งมวลชนแทน

7.ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะเข้ามารองรับความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพื้นที่บริเวณชานเมือง

ถึงแม้ความพยายามในการเนินการของระบบขนส่งมวลชนได้เริ่มดำเนินการแล้วก็ตาม แต่ปัญหาของการพัฒนาพื้นที่อย่างไม่มีการควบคุม ความไม่เพียงพอของพื้นที่ถนนและการจราจรคับคั่งซึ่งดูเหมือนจะอยู่คู่กับกรุงเทพฯ ส่งผลต่อการวางแผนการสร้างและต้องใช้เวลาในการเยียวยาหลายปีก่อนที่จะแก้ไขได้ ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่และระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ในฐานะเริ่มเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการก็คือทางเลือกใหม่ในการเดินทางด้วยความจุสูงแทนการเดินทางด้วยถนน ซึ่งปัจจุบันยังไม่เกิดขึ้น ประชาชนจะมีโอกาสในการหลีกเลี่ยงการจราจรติดขัดถ้าต้องการทำให้การเดินทางเร็วขึ้น

5.1.3 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดต่างๆ

ความเห็นเกี่ยวกับชนิดของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสำหรับกรุงเทพฯ จากหน่วยงานทางการขนส่งและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดไว้ในสามชนิดต่อไปนี้

- ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองบริเวณชานเมือง
- ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองภายในเมือง
- ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองตามสายทางเดินรถหลัก

5.1.3.1 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองบริเวณชานเมือง

สำหรับพื้นที่รอบนอกเมือง สายทางของระบบขนส่งมวลชนหลักได้กำหนดไว้ในลักษณะของรัศมีกระจายออกออกจากย่านธุรกิจใจกลางเมือง ซึ่งปกติจะวิ่งไปตามแถบข้างถนนที่มีการพัฒนาอย่างหนาแน่น โดยก่อให้เกิดพื้นที่เป็นรูปลิ่มขนาดใหญ่ในบริเวณพื้นที่รอบนอกเมืองและไม่สะดวกในการเข้าสู่สถานีขนส่งขนาดใหญ่ พื้นที่รอบนอกเมืองนี้นอกจากมีการเข้าออกพื้นที่ที่ไม่สะดวกแล้วยังมีการพัฒนาเฉพาะตามแนวของถนนและซอยเป็นแบบแถบคล้ายโบว์เนื่องจากมูลค่าของที่ดินมีราคาถูกและความหนาแน่นค่อนข้างจะต่ำกว่าในพื้นที่ในเมือง จากเหตุผลดังกล่าวระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่อยู่นอกเมืองจะมีความยาวมากกว่าเพื่อที่จะครอบคลุมระยะห่างที่เพิ่มขึ้นและเพื่อที่จะให้ผ่านไปยังพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการรับผู้โดยสารอย่างเพียงพอ

สายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองรอบนอกเมืองอาจจะวิ่งทำมุมฉากกับสายทางหลักของระบบขนส่งหลัก และอาจจะป้อนผู้โดยสารแก่ระบบขนส่งมวลชนหลักมากกว่า 1 สายก็ได้ ในบางกรณีสายระบบมวลชนขนาดรองอาจจะทำหน้าที่เป็นเครือข่ายต่อขยายของระบบขนส่งมวงชนหลักในบางสายก็ได้ ในบางกรณีทั่วไปบนสายทางหลักของแนวรัศมี เช่นส่วนต่อขยายของสายสีแดงไปยังวงแหวนรอบนอกทางทิศตะวันตก ปริมารของผู้โดยสารจะลดจำนวนลงขณะที่ออกห่างจากย่านธุรกิจใจกลางเมือง ซึ่งทำให้บริเวณปลายทางเกิดการสูญเปล่าในระบบที่มีความจุสูง ดังนั้นการใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่มีความจุต่ำกว่าและคุ้มค่าในการลงทุนจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด แนวความคิดนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2

5.1.3.2 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่ในเมือง

โดยความเป็นจริงระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในเมืองมีลักษณะที่แตกต่างออกไป ระยะห่างระหว่างสถานีของระบบขนส่งมวลชนหลักจะกำหนดให้อยู่ในระยะ 800-1,000 เมตร ซึ่งเป็นระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการออกแบบสถานีขนส่งของระบบไฟฟ้าขนาดหนัก ในกรณีที่มีข้อจำกัดทางด้านเรขาคณิต กายภาพและข้อจำกัดอื่นๆ ทำให้การวางตำแหน่งของสถานีที่เหมาะสมในแง่ของพื้นที่การให้บริการซึ่งผู้โดยสารจำนวนมากในพื้นที่บริการเช่นย่านค้าขายหรือบริเวณที่มีกลุ่มสำนักงานในอาคารสูงอาจจะอยู่เกินกว่าระยะการเดินที่เหมาะสม ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือบริเวณย่านถนนสีลมเป็นพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาแน่นสูงมาก ซึ่งเป็นเหตุผลที่ระบบขนส่งจะมีระยะหยุดรับส่งถี่ โดยที่ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะมีระยะหยุดรับ-ส่งผู้โดยสารในทุก 300 เมตร มีการเชื่อมต่อกับสถานีขนส่งสายหลักมากกว่าหนึ่งสายขึ้นไป เพื่อเพิ่มความสามารถเข้าถึงสถานีและขยายพื้นที่การให้บริการอย่างทั่วถึงและกว้างขวาง

แนวคิดของการดำเนินการสายทางระบบขนส่งในเมืองแสดงอยู่ในรูปที่ 2.3

5.1.3.3 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองตามแนวสายทางเดินรถหลัก

รูปแบบของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดที่สามจะให้บริการตามแนวถนนสายหลักสำหรับพื้นที่ด้านในของรอบเมืองเช่นถนนลาดพร้าวและถนนจรัลสนิทวงศ์ เนื่องจากความหนาแน่นของการพัฒนาตามแนวถนนเหล่านี้ก่อให้เกิดความต้องการการเดินทางภายในพื้นที่อย่างมาก และเพื่อเดินทางเข้า-ออกย่านธุรกิจใจกลางเมืองเป็นผลให้เกิดการจราจรติดขัดเป็นอย่างมาก ซึ่งกรณีนี้จะแตกต่างจากระบบขนส่งมวลชนขนาดรองรอบนอกเมืองออกไปที่มักจะแสดงความต้องการของผู้โดยสารเกี่ยวกับชั่วโมงเร่งด่วนในการเดินทางและเฉพาะทิศทางสูงสุดให้เห็นได้อย่างเด่นชัด โดยที่การเดินทางบนสายทางหลักนี้จะแสดงตัวเลขความต้องการอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน

5.1.4 การใช้รถโดยสารเป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

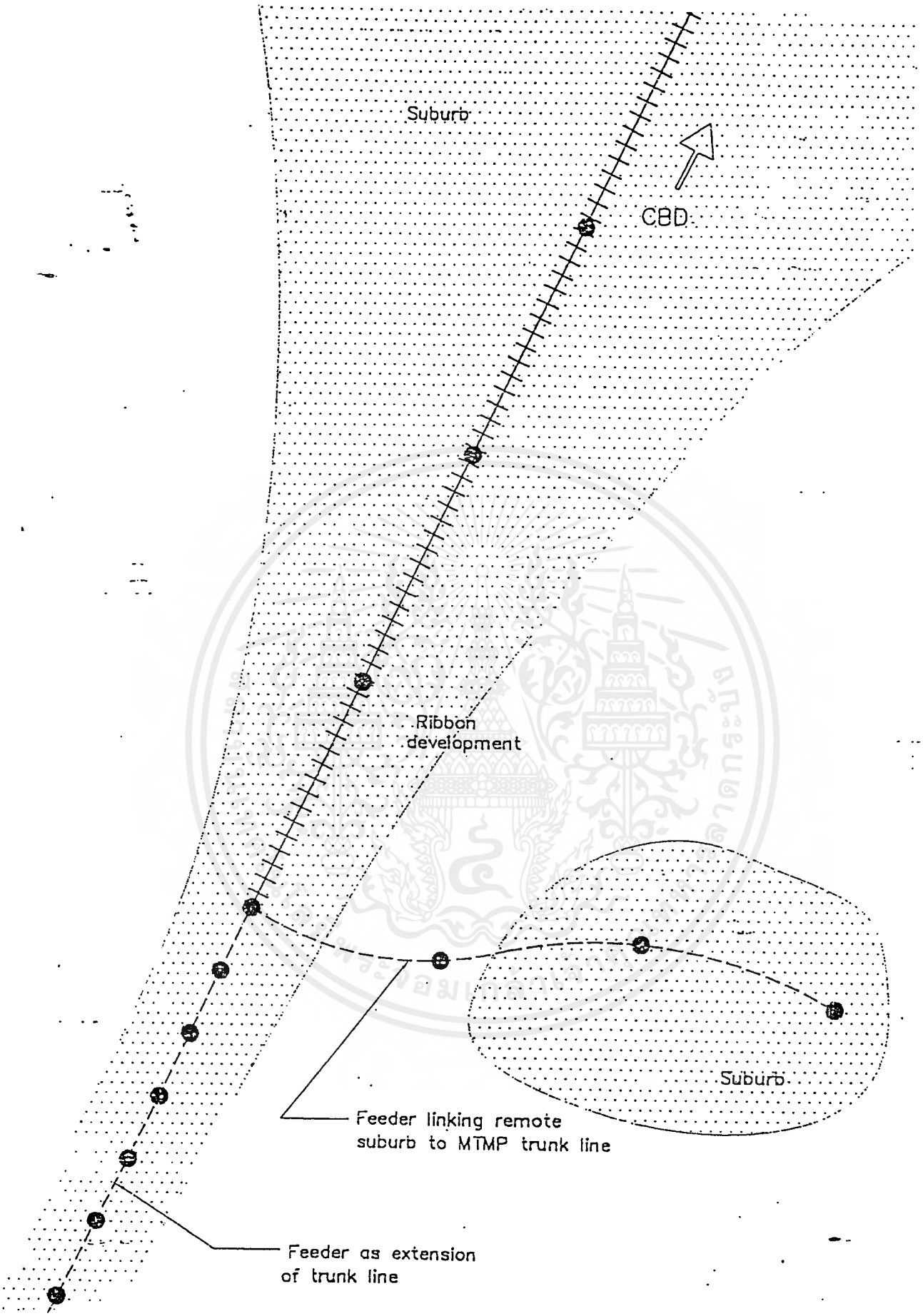
จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อที่จะแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในการประกอบการอยู่บนรางแยกอิสระตามเขตทางของระบบเอง และจะคัดเลือกสายทางที่คาดว่าจะมีผู้ใช้บริการในการเดินทางสูงสุดไว้ในโครงการ ในปัจจุบันมีการดำเนินการศึกษาทั้งสองจะต้องได้ข้อสรุปที่สัมพันธ์และสอดคล้องกัน รถโดยสารมองดูเหมือนจะเป็นการแก้ปัญหาที่ยืดหยุ่น มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการและคุ้มทุนในกรณีที่เป็นการเดินทางในทิศทางเดียวและมีผู้โดยสารต่ำกว่า 10,000 คน แต่ทั้งนี้ต้องมีความจะเพียงพอ และการดำเนินการตามถนนสายหลักที่มีการจราจรติดขัดอย่างหนักได้ และเส้นทางใหม่ก็สามารถที่จะเปิดดำเนินการได้เพื่อให้เป็นบริการแบบระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่วิ่งอยู่บนราง ซึ่งรถโดยสารมีความสามารถให้บริการในพื้นที่ที่คาดว่าจะมีความหนาแน่นของผู้ใช้บริการต่ำได้ รวมถึงบริเวณพื้นที่อื่นที่ไม่เอื้ออำนวยในการประกอบการบริการขนส่งมวลชนขนาดรองแบบราง

5.2 แนวคิดในการกำหนดสายทาง

ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่จะนำมาใช้จะต้องอยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

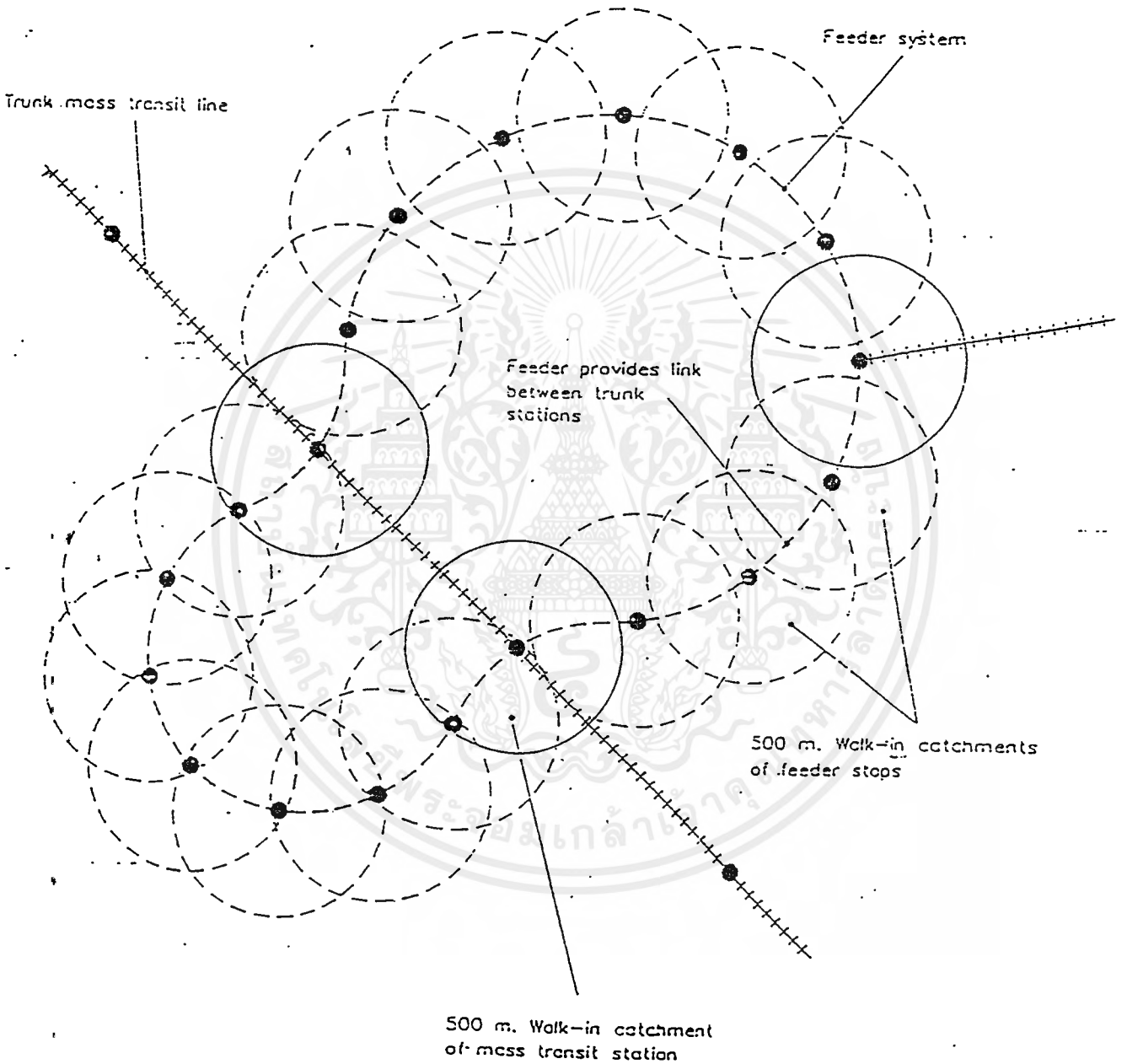
1. จะต้องเป็นระบบที่ให้ประโยชน์สูงสุดแก่ผู้โดยสารในแง่ของความสะดวกสบายและประสิทธิภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
2. ต้องเป็นระบบที่ให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนอย่างคุ้มค่า
3. ต้องเป็นระบบที่สามารถนำมาก่อสร้างและใช้งานจริงได้
4. ควรเป็นระบบที่สะท้อนสะท้อนให้เห็นถึงมาตรฐานของสังคมและนโยบายของการวางแผน
5. ต้องเป็นระบบที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 การดำเนินการสายทางระบบขนส่งมวลชนชานเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3 การดำเนินการสายทางระบบขนส่งมวลชนในเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระบบจะต้องอยู่ในระดับที่น่าพอใจในเกณฑ์ของแผนทางเศรษฐกิจ
7. ระบบจะต้องมีความเป็นไปได้ทางด้านการเงินหรือให้ผลที่น่าพอใจตามแนวทางการลงทุนที่กำหนดไว้ในแผนของเอกชนหรือรัฐ

การเลือกแนวสายทางโดยพิจารณาตามหลักการที่กล่าวมาและทางเลือกพื้นฐานที่มีอยู่ คือ

- แนวสายทางภายในขอบเขตทางที่มีอยู่แล้ว
- แนวทางสายใหม่

5.2.1 แนวสายทางภายในขอบเขตที่มีอยู่

ข้อดีของแนวสายทางแบบนี้โดยหลัก คือ ความง่ายต่อการเวนคือที่ดิน โดยขบวนการในการเวนคืนที่ดิน และเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในโครงการสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ สำหรับการเลือกขอบเขตทางที่มีอยู่แล้ว การต่อรองในเรื่องที่ดินก็เป็นการต่อรองกับหน่วยงานของรัฐเพียงหน่วยงานเดียว เช่น กรมทางหลวง กรุงเทพมหานคร หรือกรมเจ้าท่า มีศักยภาพเพียงพอที่จะเป็นแนวสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองได้ ซึ่งสายทาง เช่น ถนนสายหลักและทางด่วนที่ตัดผ่านไปตามพื้นที่เมืองในปัจจุบันมีความเหมาะสมสูงสุดในแง่ของพื้นที่การให้บริการแก่ผู้โดยสาร คลองที่ใช้ในการเดินเรือก็มีความเหมาะสมเช่นกัน โดยเฉพาะคลองที่มีการพัฒนาตามแนวคลองแล้ว การตัดทางด่วนใหม่ผ่านเข้าไปยังพื้นที่ที่ยังไม่พัฒนาอาจเป็นปัญหา ถ้าการพัฒนาการใช้ที่ดินยังคงดำเนินต่อไปโดยไม่มีการควบคุม แรงซื้อจากธุรกิจจะเป็นตัวทำให้เกิดพื้นที่ให้บริการอยู่ตามแนวทางด่วนเกิดขึ้น

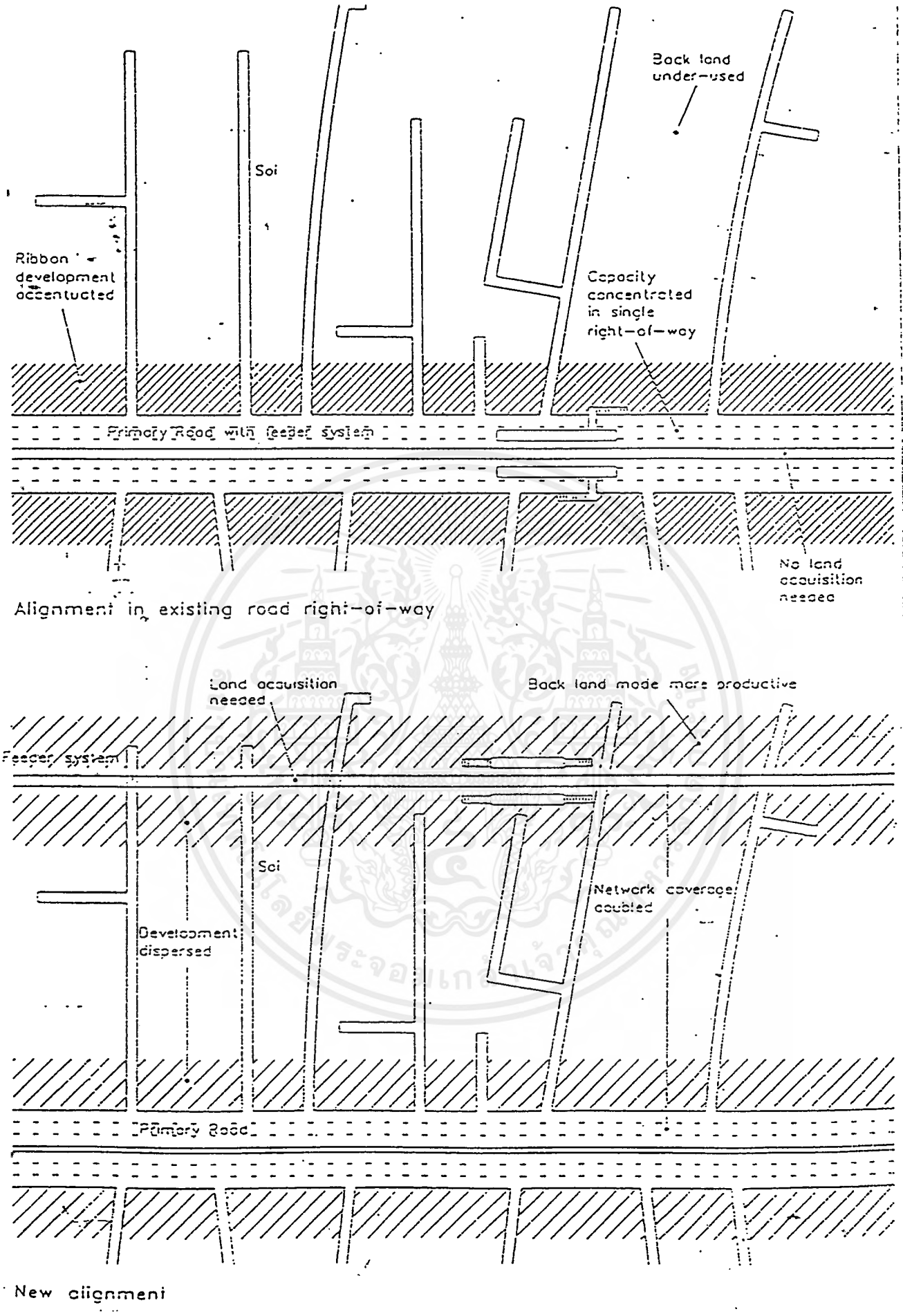
อย่างไรก็ตามถ้าปฏิบัติตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ การพัฒนาจะถูกจำกัดอยู่ในบริเวณใกล้กับแนวสายทางผลที่ตามมาก็คือแนวสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองอยู่ห่างจากพื้นที่ที่คาดว่าจะให้บริการแก่ผู้โดยสาร

ขณะที่การใช้แนวสายทางตามแนวถนนเดิมมีความเป็นไปได้สูงในเชิงปฏิบัติ แต่อาจจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการใช้ที่ดิน เนื่องจากการสร้างแนวถนนเหล่านี้มีแนวโน้มว่าจะเป็นการรีบเร่งพัฒนาตามแนวถนน ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดการเปิดแนวสายทางขึ้นมาใหม่เพื่อรองรับผู้โดยสาร หรือกระจายการพัฒนาที่ดินออกไปและช่วยระบายความคับคั่งการจราจรเลย

การใช้แนวสายทางของขอบเขตทางปัจจุบันมีข้อด้อย คือ

- จำเป็นที่จะต้องย้ายสาธารณูปโภคเดิมออกนอกแนวก่อสร้าง
- มีแนวโน้มที่จะต้องทำเป็นโครงสร้างแบบยกระดับ
- อาจจะต้องเวนคืนที่ดินสำหรับการเข้า-ออกที่บริเวณจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร
- เกิดความหนาแน่นตามแนวเส้นทาง
- ไม่ช่วยในการปรับปรุงความสามารถในการเข้า-ออกพื้นที่ที่อยู่หลังแนวถนนคู่ขนาน
- กรณีที่เป็นแนวทางด่วนใหม่ อาจจะอยู่ไกลจากพื้นที่ที่พัฒนาแล้ว
- อาจจะเกิดความรกรุงรังทางทัศนียภาพ หรือบดบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 การเลือกแนวสายทางภายในขอบเขตที่มีอยู่แล้ว และแนวสายทางใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการใช้สายทางบนขอบเขตทางเดิน คือ

- ค่าใช้จ่ายในการเวนคืนที่ดินต่ำมาก
- ค่าเวนคืนสิ่งปลูกสร้างต่ำมาก
- ผู้โดยสารในพื้นที่บริการจะมีอยู่แล้วในกรณีทั่วไป
- กรณีที่เป็นถนนในเมืองจะช่วยในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดได้ในทันที
- จำนวนผู้โดยสารจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นในพื้นที่เขตเมือง
- ปัญหามลภาวะจากการจราจรจะบรรเทาเบาบางกรณีเป็นถนนในเมือง

5.2.2 สายทางที่เปิดขึ้นใหม่

ปัญหาหลักที่มองเห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีนี้ คือการเวนคืนที่ดินและทรัพย์สินขนาดใหญ่ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการต่อรองเจ้าของที่ดินหลายราย

หากมองในมุมอื่นการสร้างแนวสายทางใหม่ มีความน่าสนใจในหลายรูปแบบ เนื่องจากยังไม่มีกลไกใดๆ ที่จะให้ความมั่นใจว่าจะมีการสร้างระบบขนส่งมวลชนขนาดรองขึ้น โครงข่ายถนนที่ใช้อยู่ในเมืองต้องอาศัยถนนสายหลักและซอยเท่านั้น อันเป็นสาเหตุของปัญหาทางการจราจร การเข้าสู่พื้นที่ถัดเข้าไปจากถนนคู่ขนานจะเป็นไปได้ยากมาก เนื่องจากการใช้พื้นที่พัฒนาตามแนวถนน และทิ้งพื้นที่ที่ไม่ได้รับการพัฒนาไว้ด้านใน การจัดให้มีระบบขนส่งมวลชนขนาดรองบนแนวสายทางใหม่ขนานกับถนนเดิมจะช่วยในการแก้ไขปัญหาการใช้ที่ดินและการจราจร และก่อให้เกิดการใช้พื้นที่ในทางสร้างสรรค์ของบริเวณพื้นที่ซึ่งไม่ได้รับความสนใจมาก่อน การเข้า-ออกถนนจะใช้ซอยเป็นตัวกลางโดยวิ่งตั้งฉากกับถนนหลัก แต่ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองใหม่นี้จะจัดสิ่งอำนวนความสะดวกเป็นหลักของการขนส่ง รูปแบบการพัฒนาที่ดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นใหม่จะประกอบไปด้วยอาคารธุรกิจการค้า สำนักงาน และย่านที่อยู่อาศัยของครอบครัวที่มีอัตราการถือครองรถยนต์ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับถนนคู่ขนานแล้วจะทำให้สภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้นกว่าเดิม

เนื่องจากความจุในการขนส่งผู้โดยสารสำหรับผู้โดยสารขนาด 8 เมตร ในสายทางของการขนส่งมวลชนมีมากกว่าช่องถนนที่กว้าง 8 เมตรหลายเท่า แนวโน้มการพัฒนาในประเทศฮ่องกง สิงคโปร์ และอีกหลายเมืองในประเทศทางตะวันตก มักจะรวมกันอยู่ตามจุดที่เป็นสถานีรถไฟแทนที่จะปันตามแนวถนนซึ่งทำหน้าที่เป็นทางการเข้า-ออกรองของพื้นที่

ข้อเสียของการใช้แนวสายทางใหม่

- มีการเวนคืนสินทรัพย์จากเจ้าของเดิมหลายราย
- การชดเชยทรัพย์สินเป็นเรื่องยุ่งยาก

ข้อดีของการใช้แนวสายทางใหม่

- ลดการพัฒนาแบบตามแนวถนน
- ในพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์น้อยจะได้รับการพัฒนามากขึ้น
- การสร้างสายทางระดับพื้นดินเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การเปลี่ยนสายทาง

การเปลี่ยนสายทางของผู้โดยสารนับว่าเป็นส่วนปนะกอบสำคัญของโครงข่ายสายหลัก และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง สายทางของระบบขนส่งหลักมักจะเป็นเส้นทางที่ยาว โดยเชื่อมต่อระหว่างย่านพื้นที่อยู่อาศัยและบริเวณจ้างงาน และมีความเป็นไปได้สูงที่ผู้โดยสารจะเดินทางระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทางโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนสายทางระหว่าระบบ สายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองมักจะมีขนาดสั้นกว่า ซึ่งโดยตัวเองแล้ว จะทำหน้าที่ขนส่งผู้โดยสารเพียงส่วนหนึ่งของการเดินทางของผู้โดยสารทั้งหมด การประกอบการจะขึ้นอยู่กับปริมาณการสับเปลี่ยนสายทางของผู้โดยสารที่เหมาะสมกับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนอื่นอย่างมาก ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะประกอบการโดยระบบเดียวไม่ได้ ต้องมีการเชื่อมเข้ากับระบบอื่นด้วย

จะเห็นได้ว่าสายทางของระบบขนส่งมวลชนหลักจะให้บริการแก่ผู้โดยสารและสามารถช่วยลดเวลาในการเดินทางลงได้อย่างมาก เมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยการใช้ถนน ผู้โดยสารไม่ต้องเผชิญกับการจราจรติดขัด ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ให้บริการนอกเมืองซึ่งมีปัญหาการจราจรต่ำ จะต้องเผชิญกับการแข่งขันอย่างสูงจากการเดินทางบนถนน ในรูปแบบของรถโดยสาร รถบรรทุก แท็กซี่และรถจักรยานยนต์ ดังนั้น ระบบขนส่งมวลชนจะประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน จะต้องขึ้นค่าโดยสารที่จูงใจ และความสะดวกในการเปลี่ยนสายการเดินทางไปสู่ระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ การใช้เวลา 5 นาทีในการเปลี่ยนต่อสายทางระหว่างระบบขนส่งมวลขนสายหนึ่งที่ใช้เวลาเดินทาง 5 นาที ไปสู่อีกสายหนึ่ง จะเป็นการยับยั้งผู้โดยสารที่จะเลือกใช้การเดินทางโดยวิธีนี้ มากกว่าการเปลี่ยนการเดินทางที่ใช้เวลา 5 นาที ระหว่างระบบที่ใช้เวลาเดินทาง 20 นาที เปลี่ยนสายทางกับระบบขนส่งมวลชนสายหลัก การวางผังของสถานี กับชานชาลาของสถานีของระบบขนส่งมวลชนหลัก ซึ่งจะส่งผลให้ระยะทางเดินระหว่างสถานีของทั้งสองระบบสั้นลง และความแตกต่างในระดับความสูงน้อยลง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การออกแบบการเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารที่ดีจะเป็นส่วนสำคัญมากต่อการประกอบการ

5.3 แนวความคิดเกี่ยวกับค่าโดยสาร

การพิจารณาระบบค่าโดยสารที่ควรนำไปใช้จะนำเสนอไว้ ทั้งระบบอิสระหรือระบบที่มีความสัมพันธ์กับระบบการเก็บค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนหลัก และโครงสร้างของค่าโดยสารไม่ว่าจะเป็นแบบเก็บค่าเดินทางพื้นฐานบวกกับเก็บตามระยะทาง หรือเก็บค่าโดยสารแบบราคาเดียว ความยืดหยุ่นของโครงสร้างค่าโดยสารที่แตกต่างกัน จะถูกจำกัดโดยชนิดของระบบการเก็บค่าโดยสาร ดังนั้น รูปแบบการเก็บค่าโดยสารทั้งสองแบบจึงต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน

5.3.1 ค่าโดยสารและการยอมรับจากผู้โดยสาร

สิ่งสำคัญในการพิจารณา คือ การให้บริการแก่ผู้โดยสาร เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดในโครงข่ายที่สลับซับซ้อนของระบบขนส่งมวลชนหลักและระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ ส่วนสำคัญที่ไม่ควรจะมองข้าม คือ การพยายามที่จะลดอุปสรรคต่างๆ ในการเปลี่ยนการเดินทางระหว่างระบบให้ผู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับความสะดวกสบายมากที่สุด การออกแบบทางกายภาพของการเชื่อมต่อระบบเป็นสิ่งสำคัญที่มองเห็นได้ชัดเจน ในอุดมคติการเดินข้ามเพื่อเปลี่ยนชานชาลาเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการให้มีความเป็นไปได้ ความยาวของระยะทางที่เดินระหว่างสองสถานีที่ติดกันรวมทั้งการข้ามถนนและการขึ้น-ลง เปลี่ยนระดับมากกว่าสองระดับ จะเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

โครงสร้างของค่าโดยสารก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน วิธีที่ดีที่สุดน่าจะเป็นการใช้ระบบตั๋วรวม ถึงแม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ในการนำมาปฏิบัติน้อยที่สุด ซึ่งหากไม่ต้องการให้ผู้โดยสารเดินทางได้อย่างอิสระก็ทำการเก็บค่าโดยสารทุกครั้งในราคาที่สูง เมื่อใดก็ตามที่มีการขึ้นไปบนยานพาหนะ หรือเปลี่ยนสายทาง ซึ่งข้อความดังกล่าวได้มีการแสดงไว้ โดยการศึกษาของ CMIP ที่เสนอแก่สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) และการศึกษาในการออกแบบเบื้องต้นของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ สำหรับสัญญาในส่วนใต้ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา ในการดำเนินการศึกษาได้มีการวิเคราะห์การเก็บค่าโดยสารแบบราคาเดียว 15 บาทเทียบกับการเก็บค่าโดยสารตามระยะทางสำหรับระบบขนส่งมวลชนหลัก ผลสรุปว่าการเก็บค่าโดยสารตามระยะทาง จะทำให้ผู้โดยสารหายไปถึงร้อยละ 40 ถึง 50 เมื่อเทียบกับการเก็บในระบบค่าโดยสารราคาเดียว

ประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้นบนระบบทางด่วนก็แสดงให้เห็นถึงผลกระทบดังกล่าว จากการตัดสินใจแยกเก็บค่าผ่านทางของทางด่วนเอกมัย-รามอินทราในราคา 30 บาท ต่างหากจากระบบทางด่วนขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ได้นำไปสู่การต่อต้านของประชาชนและก่อให้เกิดปัญหาการจราจรที่แย่ลงกว่าเดิม เมื่อผู้ขับขี่ยวดยานพยายามออกจากโครงข่ายของทางด่วนที่ทางออกล่วงหน้าก่อนที่ควร เพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าทางด่วนครั้งที่ 2

5.3.2 ระบบและโครงสร้างของค่าโดยสารที่เสนอแนะ

จากการศึกษาระบบการเก็บและโครงสร้างค่าโดยสารที่เหมาะสมควรจะเป็นระบบที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ระหว่างการยอมรับและความสะดวกสบายของผู้โดยสารและผู้ประกอบการ ผู้โดยสารจะต้องไม่เกิดข้อข้องใจในกรณีที่ผู้ประกอบการโครงการระบบขนส่งมวลชนหลัก ทำการแยกสายขนส่งหลักออกไปยังพื้นที่รอบนอกเมือง ซึ่งผู้โดยสารสามารถเดินทางสู่ปลายทางได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนสายหรือจ่ายค่าโดยสารเพิ่มเมื่อเปลี่ยนขบวนใหม่ ซึ่งกรณีนี้ถ้าเป็นระบบขนส่งของระไฟฟ้าขนาดหนักจะไม่คุ้มกับค่าประกอบการ หากเป็นระบบแบบแยกอิสระของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่มีความจุและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะมีความคุ้มค่าในการประกอบการ หากเป็นระบบแบบแยกอิสระของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่มีความจุและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะมีความคุ้มค่าในการประกอบการมากกว่าและกิจการมีโอกาสอยู่รอดมากกว่าถ้าการประกอบการเป็นแบบระบบการเงินอิสระ

เพื่อให้เกิดการประนีประนอมระหว่างความสะดวกสบายของผู้โดยสารและผู้ประกอบการ จึงมีการเสนอว่า อย่างน้อยในขั้นแรกผู้ประกอบการมีอิสระในการเลือกระบบค่าโดยสารไม่ว่าอัตราเดียวกันทั้งหมดอัตราตามเขตพื้นที่หรืออัตราตามระยะทาง และไม่ต้องถูกจำกัดด้วยระบบตั๋วรวม หรือตั๋วร่วมที่เป็นผลจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบขนส่งมวลชนหลัก ซึ่งเป็นภาระที่หนักมากต่อมูลค่าการลงทุน การใช้ระบบค่าโดยสารแบบอัตราเดียวกันทั้งหมดเหมาะสำหรับระบบที่มีขนาดเล็กและมีระยะของเส้นทางสั้น ระบบค่าโดยสารตามเขตพื้นที่เป็นทางเลือกที่มีต้นทุนราคาถูกซึ่งเหมาะสำหรับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองซึ่งมีระยะทางของเส้นทางยาว การรวมอัตราค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนหลักและระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเข้าด้วยกันอาจจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยให้ผู้ดำเนินการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองพิจารณาถึงการติดตั้งระบบให้สอดคล้องกับระบบของผู้ดำเนินการระบบขนส่งมวลชนหลัก

เมื่อพิจารณามูลค่าการลงทุนโครงสร้างของค่าโดยสาร ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมคือ สภาพของตลาดจะเป็นตัวกำหนดระบบเอง ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ทำการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ จะแบ่งเป็นสองลักษณะ เช่น สายทางถนนรามอินทราและถนนจรัลสนิทวงศ์ จะอยู่ในรูปคล้ายระบบขนส่งมวลชนหลักด้วยการให้บริการในแนวสายทางที่ผู้โดยสารคาดว่า ต้องใช้บริการในบริเวณนั้นในการเดินทาง และเป็นบริการเสริมแก่สถานีขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ที่อยู่รอบนอก ระบบเหล่านี้จะต้องแข่งขันโดยหลักกับรถโดยสารธรรมดาและรถปรับอากาศที่วิ่งในระยะทางปานกลาง ส่วนในระบบสายทางอื่น เช่นสายศรีนครินทร์-ลาดพร้าวจะต่อเชื่อมกับระบบขนส่งมวลชนหลักหลายสายด้วยกัน และมีความเป็นไปได้ที่จะขนส่งผู้โดยสารในระยะที่สั้นกว่า ดังนั้น คู่แข่งสำคัญของรูปแบบการขนส่งเหล่านี้ก็คือ รถจักรยานยนต์รับจ้าง รถสี่ล้อเล็ก และรถรับจ้างตามซอยต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่าโดยสารในการใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศว่าเท่ากับ 6 บาท และค่าโดยสารของรถจักรยานยนต์รับจ้างในซอยเท่ากับ 5 บาท ดังนั้น จุดยืนในการกำหนดค่าโดยสารที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างค่าโดยสารที่เสนอไม่ควรจะแพงไปกว่านั้น ด้วยเหตุผลนองข้อดังต่อไปนี้

- เพื่อจูงใจผู้โดยสารที่เดินทางระยะสั้นตามแนวทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
- เพื่อลดผลกระทบจากการปฏิเสธค่าโดยสารที่เพิ่มขึ้นในการเรียกเก็บค่าโดยสารเริ่มต้น เมื่อเปลี่ยนใช้บริการเมื่อเดินทางเข้าหรือออกจากระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่

นอกเหนือจากค่าเข้าใช้บริการขั้นต้น การเก็บค่าโดยสารตามระยะทางจะทำให้

- อัตราค่าโดยสารสำหรับเที่ยวเดินทางที่มีระยะทางยาวมีความเหมาะสม
- ทดแทนค่าเข้าใช้บริการขั้นต้นที่อยู่ในระดับต่ำ

ดังนั้นโครงสร้างของอัตราค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง จึงได้ถูกกำหนดบนพื้นฐานของค่าเข้าใช้บริการขั้นต้นในระดับต่ำที่ 10 บาท บวกกับอัตราค่าโดยสารต่อระยะทางที่ 0.5 บาทต่อกิโลเมตร (ราคาปี พ.ศ.2538) ผลของการทดสอบความไวของอัตราค่าโดยสารได้มีการรายงานไว้ในบทต่อไป

5.4 สรุปแนวความคิดของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

5.4.1 ความดึงดูดใจต่อผู้โดยสาร

ความรวดเร็วในการเดินทางและคุณภาพในการให้บริการจะเป็นสิ่งดึงดูดใจที่สำคัญของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ผู้โดยสารจะเดินทางด้วยความสะดวกสบายในรถปรับอากาศบนเส้นทางที่กำหนดไว้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะ และสามารถคาดเวลาที่ต้องการใช้ในการเดินทางได้อย่างแม่นยำ เพื่อจะนำไปสู่จุดหมายเนื่องจากเป็นการเดินทางที่ปลอดจากการจราจร

อย่างไรก็ตาม จำนวนผู้โดยสารที่จะเกิดขึ้นในระบบขนส่งมวลชนขนาดรองนั้นก็ยังมีส่วนที่จะต้องแข่งขันกับระบบขนส่งมวลชนสาธารณะอื่นๆ นอกเหนือไปจากระบบขนส่งมวลชนหลัก คู่แข่งขันต่าง ๆ ได้แก่ รถโดยสารเล็กในซอย รถปิคอัพ และมอเตอร์ไซค์รับจ้างซึ่งสามารถรับ-ส่ง ผู้โดยสารได้ทั่วไป อย่างไรก็ตามการเดินทางด้วยรถโดยสารขนาดเล็ก ไม่มีความสะดวกสบาย ผู้โดยสารจะได้รับผลกระทบจากเสียงและอากาศเป็นพิษ และมีปัญหาด้านการติดขัดของการจราจร

จึงมีความจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังในการออกแบบทางเข้า-ออก จุดหยุดรถ หรือสถานี ซึ่งจะต้องมีการสร้างบันไดที่จะให้เดินทางขึ้นถึงระดับแรกของสถานี ซึ่งจะต้องไม่สูงกว่าระดับสะพานลอยข้ามถนนมากนัก ทางเดินเท้าโดยทั่วไปก็ควรที่จะออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งของสถานีด้วย ในสถานีที่มีความสูงมากโดยมีการรองรับรางข้ามอาคารอื่นๆ อาจจะมีความจำเป็นที่จะต้องมีบันไดเลื่อนซึ่งค่อนข้างจะมีราคาสูง สำหรับรถไฟฟ้ารางเดี่ยวนั้นอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่พัฒนาขึ้นใหม่ ซึ่งจะทำให้ผู้โดยสารเดินทางถึงอาคารนั้นได้สะดวก การพัฒนาภายในตัวอาคารสถานีด้วยการทำทางเดินเชื่อมกับอาคารพานิชย์ น่าจะได้รับการพิจารณาโดยเน้นการออกแบบผังเมืองให้เป็นส่วนหนึ่งของระบบ

อัตราค่าโดยสารนั้นก็เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพิจารณาเนื่องจากผู้โดยสารอาจจะต้องจ่ายค่าโดยสารถึงสองครั้ง ครั้งหนึ่งสำหรับระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง และอีกครั้งหนึ่งเพื่อจะต่อรถไฟฟ้าขนาดใหญ่ แม้ว่าการศึกษาของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่จะพยายามกำหนดค่าโดยสารไว้ค่อนข้างต่ำ ในช่วงของการต่อเชื่อมระหว่างเส้นทางต่างๆ แต่ก็ไม่แน่ใจนักว่าผู้ประกอบการจะเห็นชอบด้วย

5.4.2 แนวสายทาง

จัดให้มีระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่

- จัดให้มีความหนาแน่นของโครงข่ายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่กรุงเทพฯ โดยร่วมกับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่
- จัดให้มีจุดตัดเพื่อการแลกเปลี่ยนกับระบบขนส่งมวลชนหลักในแต่ละสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
- หลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนของสายทางระบบขนส่งมวลชนหลัก
- พยายามให้สายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองตั้งฉากกับสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่เมื่อไรก็ตามที่ทำได้
- พยายามให้เกิดการเวนคืนที่ดินน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ขอบเขตทางสาธารณะ (เช่น ถนน คลอง) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 เทคโนโลยีและวิศวกรรม

- ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองควรถูกแยกอย่างชัดเจนจากการจราจรบนถนน ออกจากเขตทางที่ได้รับมอบมา
- เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมและสมควรแก่ความต้องการของผู้โดยสาร โดยปกติจะต่ำกว่าของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่
- เลือกระบบสัญญาณและการควบคุมแบบง่าย
- เลือกแบบสถานีแบบเปิดอย่างง่ายๆ โดยไม่ต้องมีโถงทางเดิน
- ออกแบบสถานีเพื่อให้เวลาในการเปลี่ยนสายทางการเดินทางไปสู่ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองน้อยที่สุด
- ระยะห่างระหว่างสถานีโดยปกติแล้วจะประมาณ 800 เมตร ถึง 1 กิโลเมตร ยกเว้นในบริเวณศูนย์กลางเศรษฐกิจและการค้าประมาณ 300 เมตร ถึง 400 เมตร
- การออกแบบโดยรวมจะต้องให้คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด
- ระบบโดยรวมจะต้องสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การเลือกแนวเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

1. การประเมินเส้นทางของระบบมวลชนขนาดรองที่ได้รับการเสนอแนะ

ภายหลังการรับรายงาน ข้อมูลและเอกสารอื่นๆ จากหน่วยงานของรัฐบาลและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ขั้นตอนแรกในการดำเนินการคือ ตรวจสอบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการวางแผน การดำเนินการตรวจสอบรูปแบบของการพัฒนาในปัจจุบันได้พิจารณาถึงผลการะทบของเมืองและนโยบายการวางแผนของปริมณฑล มีการกำหนดลำดับความสำคัญของพื้นที่และสภาพของการพัฒนาตามเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ขณะเดียวกันก็ได้ดำเนินการค้นคว้าเอกสารและผลการศึกษาเกี่ยวกับระบบขนส่งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการเสนอระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ ไว้แล้ว และขั้นตอนนี้ก็ได้ดำเนินการต่อมาด้วยการเข้าเยี่ยมหน่วยงานระบบขนส่งมวลชนหลักที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งมวลชน เช่น องค์การรถไฟฟ้ามหานคร (MRTA) กรุงเทพมหานคร (BMA) การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (ETA) เพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับแนวเส้นทางล่าสุดของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง เพื่อเพิ่มเติมเข้ากับของทาง สจร.

ขั้นตอนต่อมาในการดำเนินการ คือ การเลือกโครงข่ายของเส้นทางขนส่งมวลชนขนาดรองที่มีความเป็นไปได้ โดยพิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้

- ลำดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้มีการกำหนดไว้แล้ว
- การพยากรณ์การวางแผนในปัจจุบัน
- จำนวนสูงสุดของผู้โดยสารที่สามารถให้บริการได้ในแต่ละสายทาง
- ข้อเสนอเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจากหน่วยงานต่างๆ
- ข้อเสนอเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจากทีมที่ปรึกษาโครงการ MTFSS
- ความสำคัญของสถานีสับเปลี่ยนเส้นทางกับระบบขนส่งมวลชนหลัก
- การตรวจสอบเบื้องต้นทางวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม
- การพยากรณ์จำนวนผู้ใช้บริการเบื้องต้น

จุดมุ่งหมายของการประเมินการวางแผนระบบขนส่งเบื้องต้นคือ เพื่อวางกฎเกณฑ์ในการคัดเลือกเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ได้รับการเสนอแนะ ให้เป็นระบบโครงข่ายที่มีคุณสมบัติตามหลักการเบื้องต้นดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา เส้นทางที่ซ้ำซ้อนกันจะถูกคัดเลือกออกตามกฎเกณฑ์ที่วางไว้ส่วนเส้นทางที่เหลืออยู่ก็คือ เส้นทางที่ได้รับการยอมรับจากหน่วยงานของรัฐแล้วในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวเลือกสายทาง

ในการศึกษาเส้นทางแต่ละด้านนั้น เส้นทางถูกทดสอบศักยภาพในการนำไปใช้เป็นเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาของกรุงเทพมหานคร เกณฑ์การคัดเลือกคลองทั่วไปจะใช้เกณฑ์ด้านความยาวและความกว้าง เกณฑ์ทั้งสองอย่างของแนวทางจะต้องมีขนาดเพียงพอที่จะทำให้โครงการนี้เป็นรูปร่างขึ้นมาได้คลองที่สั้นและแคบจะไม่นำมาพิจารณา จำนวนคลองในแต่ละด้านจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ทางที่คัดเลือกได้ตั้งแต่ 2 คลองในทางด้านใต้ ถึง 12 คลองในด้านตะวันตก รูปของคลองช่องนนทรี แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 และ 3.2

2.1 เกณฑ์การประเมิน

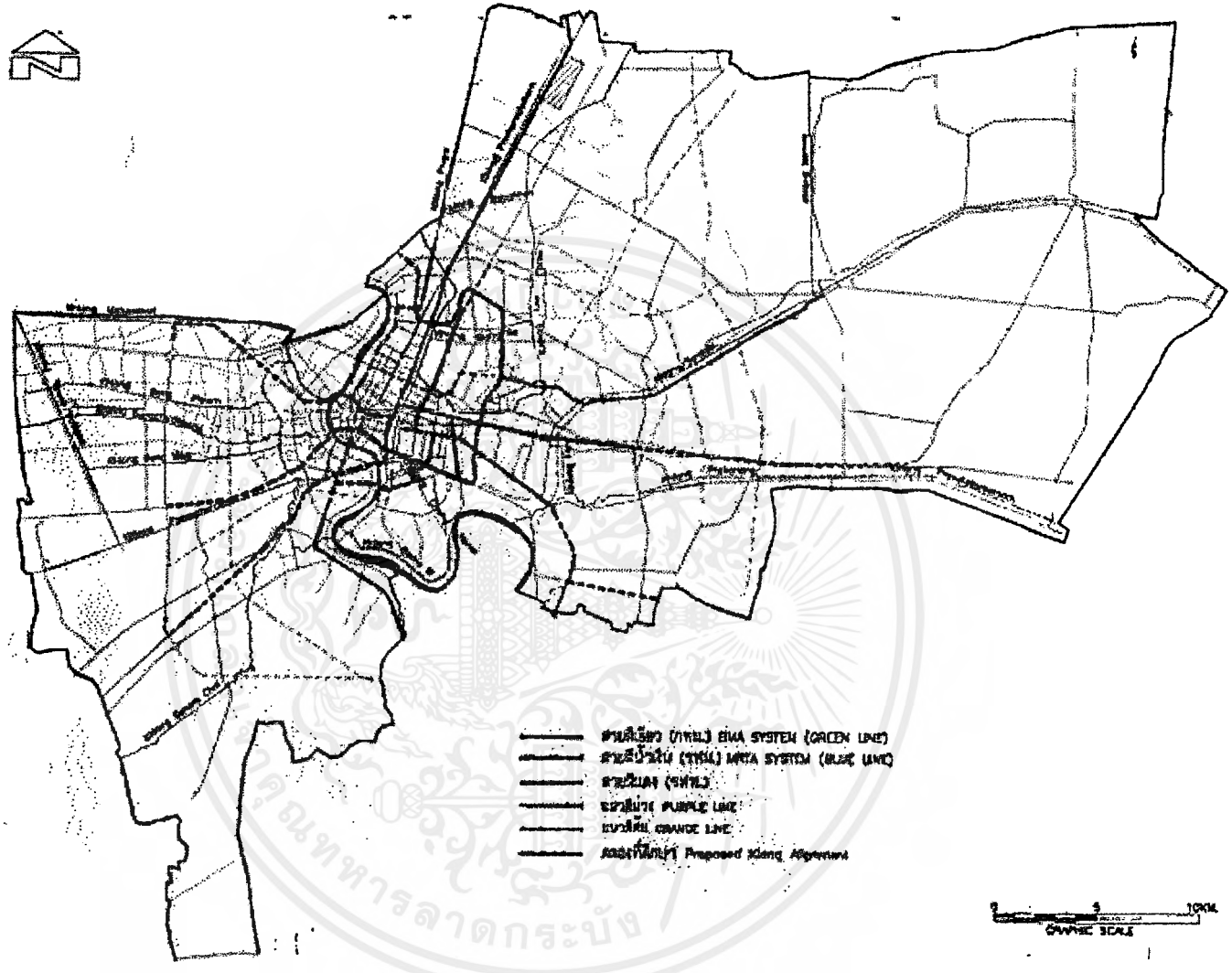
เพื่อให้มีกรอบการประเมินสำหรับเลือกแนวทางที่ต้องการในแต่ละเส้นทาง จำเป็นต้องพัฒนาเกณฑ์การประเมินชุดหนึ่งซึ่งมีหลัก และเหตุผลสำหรับช่วยในกระบวนการคัดเลือก หลังจากการพิจารณาแล้วคัดเลือกกลุ่มเกณฑ์การประเมินออกมาได้ 4 กลุ่มสำหรับใช้ต่อไป กลุ่มเกณฑ์การประเมินเหล่านี้และคำอธิบายโดยสังเขปของเหตุผลที่เลือกใช้มีดังต่อไปนี้

2.1.1 ศักยภาพการโดยสาร การศึกษาประเมินปริมาณผู้โดยสารที่ได้ปฏิบัติกันมา ใช้ความหนาแน่นของการใช้ที่ดิน และศักยภาพการพัฒนาในแนวเส้นทางมาประเมินวิเคราะห์ ยังไม่ได้นำมาคำนวณปริมาณการโดยสารเพียงแต่ประเมินเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณผู้โดยสารในแต่ละสายทางที่ต้องคัดเลือก เส้นทางที่มีปริมาณผู้โดยสารมากที่สุดจะมีคะแนนสูงสุด โดยจะมีระดับคะแนนตั้งแต่ 5 – 1 คือจากมากไปหาน้อยที่สุด ซึ่งระดับคะแนนนี้จะใช้ในการประเมินทุกๆประเภท จะนำปริมาณผู้โดยสารในแต่ละสายทางในแต่ละทิศมาเปรียบเทียบ โดยอาศัยข้อมูลการใช้ที่ดินตมที่เป็นอยู่และตามที่ประมาณในแต่ละเส้นทาง ทั้งนี้จะไม่นำสายทางที่ต่างเขตกัน มาเปรียบเทียบ

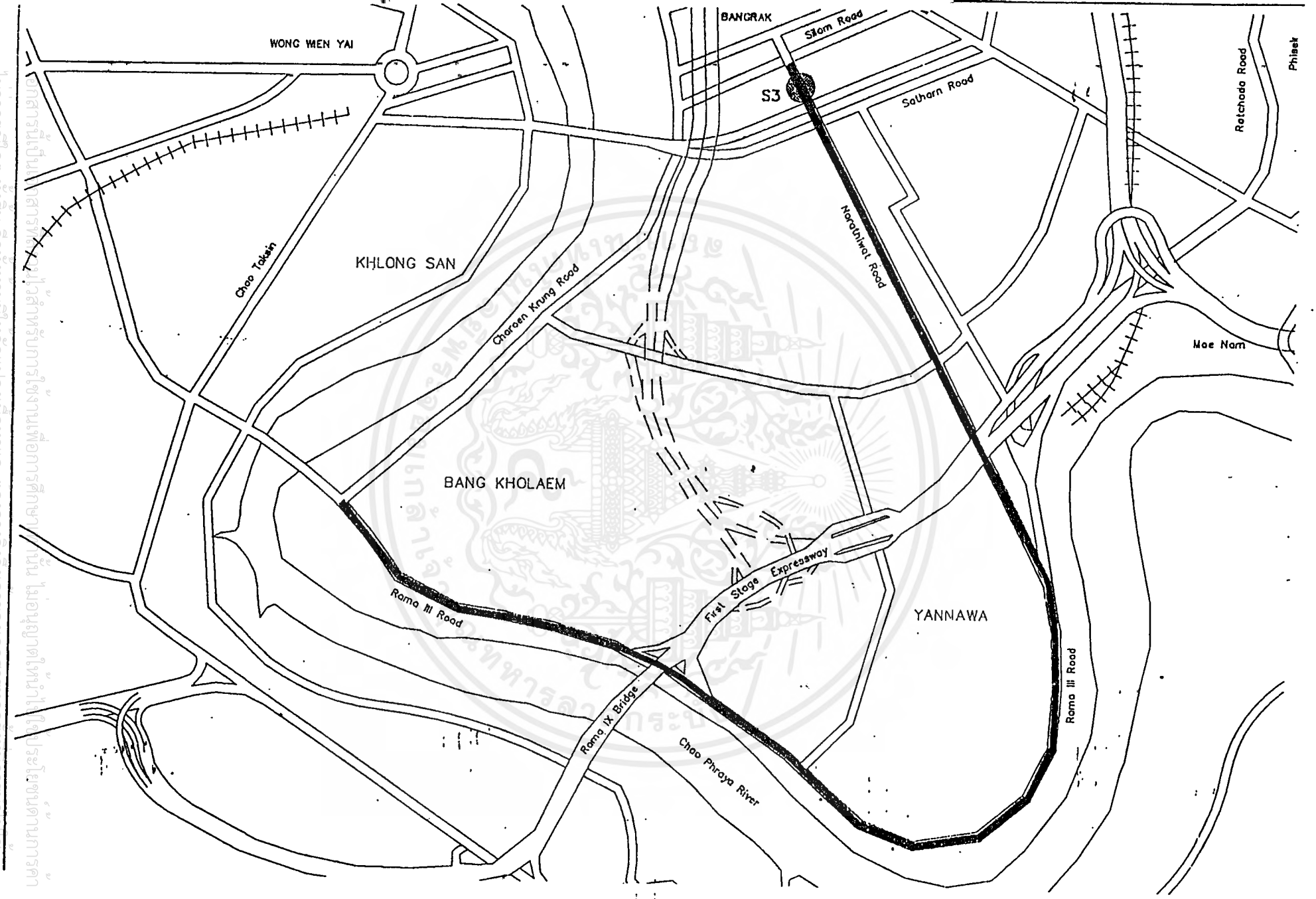
2.1.2 ลักษณะสายทาง แม้จะทำการศึกษาโดยอาศัยฐานข้อมูลที่เล็กมาก การพิจารณจะเลือกลักษณะโค้งและตรงของเส้นทาง ไว้เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพในการปฏิบัติการ ถ้าคลองมีลักษณะคดเคี้ยวสายการขนส่งจะต้องคดเคี้ยวตามเพื่อจะได้อยู่ในแนวเขตทาง ความคดเคี้ยวเช่นนี้จะทำให้ค่าก่อสร้างดำเนินการและซ่อมบำรุงสูง อีกทั้งยังทำให้การขนส่งมีความเร็วต่ำและสร้างความไม่สบายแก่ผู้โดยสาร ดังนั้นสายทางที่สามารถสร้างแนวเส้นตรงได้ยาวที่สุดจะมีคะแนนสูงสุด

2.1.3 ความยากง่ายในการก่อสร้าง เกณฑ์ที่ใช้ประเมินความยากง่ายในการก่อสร้างสายทางแต่ละสายไม่เพียงพิจารณาเส้นทางต่างๆตามเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้วแต่ยังพิจารณาการเปปลี่ยนระดับเส้นทางอันเนื่องมาจากปัจจัยข้อจำกัดต่างๆ ตามเส้นทาง เช่นสะพานลอยหรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ เป็นต้น ปริมาณและประเภทของสาธารณูปโภคที่ต้องโยกย้ายใหม่ก็จะมีผลต่อคะแนน กล่าวคือ ประเภท และระยะทางที่ต้องสูญเสียวัสดุก่อสร้างไป เป็นเสมือนปัจจัยตัวแปรในการถอดสมการทั้งข้อ เพื่อหาความยากง่ายในการก่อสร้าง ยิ่งพบปัญหามาก คะแนนที่ได้ยิ่งน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.1 แนวคลองที่พิจารณา



รูป 3.2 แนวคลองพระราม3-ช่องนนทรี

2.1.4 การเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารกับระบบขนส่งมวลชนหลัก เกณฑ์ที่เกี่ยวกับจำนวนผู้โดยสารที่สามารถขนย้ายและความยากง่าย ในการขนย้ายผู้โดยสารจากขบวนระบบขนส่งมวลชนขนาดหนักของระบบขนส่งมวลชนหลัก เนื่องจากจุดมุ่งหมายหลักของระบบขนส่งมวลชนเลียบคลองกทม.นั้นเป็นไป เพื่อเสริมและรองรับสถานีขนส่งขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นถ้าตัวเลือกยิ่งมีความสามารถตามเกณฑ์นี้มากเท่าใดย่อมได้คะแนนมากขึ้นเท่านั้น

เมื่อได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินแล้ว จะนำเกณฑ์ดังกล่าวไปใช้กับคลองต่างๆที่นำมาคัดเลือกในทิศต่างๆ

2.2 พื้นที่ด้านทิศเหนือ

ในจำนวนคลองในพื้นที่ทิศเหนือสามคลองที่ทำการศึกษา คลองลาดพร้าวมีคะแนนสูงที่สุดดังแสดงในตารางที่ 3.1 และดังนั้นจึงเป็นคลองที่เสนอแนะให้คัดเลือกเป็นสายตรง ความหนาแน่นของประชากรรอบบริเวณคลองนั้นให้ปริมาณการโดยสารที่สูงสุด อีกทั้งเป็นคลองเดียวที่สามารถต่อเชื่อมทางบริเวณสุดท้ายทางใต้กับระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บทสายสีส้มได้

เช่นเดียวกับคลองลาดพร้าว คลองเปรมประชากรก็อาจมีปริมาณการโดยสารสูงเนื่องจากมีความหนาแน่นขอองประชากรในเขตพื้นที่ที่คลองผ่านสูง อย่างไรก็ตาม คลองนี้มีแนวขนานกับระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บทสายสีแดงตลอดทั้งสาย เป็นมีระยะห่างเกินไปสำหรับการเปลี่ยนสาย ด้วยเห็นว่าสายทางทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน คลองเปรมประชากรน่าที่จะดึงผู้โดยสารไปจากสายสีแดงมากกว่าที่จะส่งเสริมให้มีผู้ใช้สายสีแดงมากขึ้น

แนวสายทางที่น่าสนใจน้อยที่สุดในพื้นที่ทิศเหนือคือคลองประปาซึ่งได้คะแนนต่ำสุด คลองนี้ห่างออกไปทางตะวันตกของพื้นที่ทิศเหนือซึ่งมีประชากรหนาแน่นน้อยที่สุด ไม่มีโอกาสที่รองรับระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บทได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับสายทางสองสายดังที่กล่าวมา สายทางนี้เป็นสายทางขนส่งที่ดีน้อยที่สุดและก่อสร้างยากที่สุด

ตาราง 3.1 แนวคลองในพื้นที่ทิศเหนือที่นำมาคัดเลือก

เกณฑ์	ปริมาณการโดยสาร	ลักษณะเส้นทาง	ความยากง่ายในการก่อสร้าง	การสับเปลี่ยนกับระบบหลัก	คะแนนรวม
คลองเปรมประชากร	5	5	4	1	15
คลองประปา	4	3	3	1	11
คลองลาดพร้าว	5	4	4	5	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณารวมคลองบางซื่อต่อเชื่อมเข้ากับสายคลองลาดพร้าว

คลองลาดพร้าวเชื่อมต่อกับคลองบางซื่อ บริเวณใกล้ถนนลาดพร้าว บริเวณซอยลาดพร้าว 48 โดยจุดต่อเชื่อมเลยถนนลาดพร้าวไปประมาณ 170 เมตร ตามแนวคลองลาดพร้าวแล้วเลี้ยวซ้ายมุมแคบกว่า 90 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้อีกประมาณ 240 เมตร ข้ามถนนลาดพร้าวอีกครั้ง

จุดต่อเชื่อมนี้จะต้องมีการเวนคืนที่ดินบางส่วน เพื่อวางเส้นทางเลี้ยวซึ่งมีรัศมี 150 เมตร ตามการศึกษาโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองของสจร. มีสายทางบางชันซึ่งแนวเส้นทางเป็นเนินทางยกระดับอยู่ในเกาะกลางถนนลาดพร้าว ดังนั้นหากจะกำหนดแนวเส้นทางตามแนวทางตลองบางซื่อ ควรพิจารณาต่อเชื่อมกับสายบางชันจะมีค่าก่อสร้างที่ถูกกว่า การต่อเชื่อมกับสายคลองลาดพร้าวซึ่งระยะจากจุดต่อเชื่อมเพียงประมาณ 240 เมตร จะต้องยกระดับสับรางข้ามสายบางชันซึ่งสูง 11 เมตร จากระดับพื้นขึ้นไปอีกประมาณ 6.5 เมตร เป็นความสูง 17.5 เมตร จากระดับพื้นดิน และระยะลาดที่ต้องการเพื่อใช้ยกระดับเส้นทางร้อยละ 2 จะต้องใช้ระยะลาดประมาณ 300 เมตร ทำให้ต้องเวนคืนที่ดินเขตทางของเส้นทางคลองลาดพร้าวเพื่อทำจุดต่อเชื่อม

เส้นทางจากถนนลาดพร้าวแนวคลองบางซื่อไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ถึงถนนวิภาวดีมีระยะทางประมาณ 1,360 เมตร ถึงถนนรัชดาภิเษก (ซึ่งเข้าเขตที่กำหนดให้ระบบขนส่งมวลชนควรลงใต้ดิน) จากนั้นอีกประมาณ 1,360 เมตร เช่นกับคลองบางซื่อจะตัดกับถนนวิภาวดีรังสิตซึ่งมีทางยกระดับขวางอยู่ แต่สามารถลอดไปได้ จากนั้นเส้นทางจะวิ่งต่อไปอีกประมาณ 1,140 เมตร จะถึงถนนพหลโยธินซึ่งมีระบบรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครขวางอยู่ เส้นทางจะต้องยกระดับข้ามไปเช่นเดียวกัน จากนั้นเส้นทางจะวิ่งผ่านไปหลังตลาด อตก. อีกประมาณ 1,260 เมตร จะถึงทางรถไฟซึ่งมีทางยกระดับและระบบขนส่งมวลชนของการรถไฟแห่งประเทศไทยขวางอยู่ ซึ่งเส้นทางนี้จะไม่สามารถข้ามไปได้อีกแล้ว เนื่องจากจะต้องยกระดับสับรางขึ้นไปอีกถึงประมาณ 30 เมตร จากระดับพื้นจึงจะข้ามไปพ้นซึ่งการยกระดับเช่นนี้จะต้องใช้ทางลาดประมาณ 950 เมตร และเส้นทางที่ข้ามไปจะมีการเลี้ยวหักศอกอีก 2 จุด ในระยะเพียง 700 เมตร และทำให้ไม่สามารถวางตำแหน่งสถานีได้ตั้งแต่ประมาณกึ่งกลางระหว่างถนนวิภาวดีรังสิตกับถนนพหลโยธิน

ดังนั้นหากจะใช้แนวคลองบางซื่อเป็นเส้นทางรถไฟฟ้าเลียบคลอง จำเป็นจะต้องเชื่อมกับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายบางชันที่ลาดพร้าว บริเวณใกล้ซอยลาดพร้าว 48 และสิ้นสุดสายทางก่อนถึงถนนพหลโยธิน โดยเส้นทางนี้จะมีความยาว 3,800 เมตร โดยมีส่วนปลายของเส้นทางยาว 2,440 เมตรอยู่ในเขตที่กำหนดให้ระบบขนส่งมวลชนควรลงใต้ดิน

แนวคลองบางซื่อในช่วงปลายนี้ถูกขนานด้านซอยโชคชัยร่วมมิตรและถนนสุทธิสารวินิจฉัย ซึ่งอยู่ห่างกัน 800 เมตร และในส่วนต้นอยู่ในพื้นที่ล้อมรอบด้านลาดพร้าว ถนนรัชดาภิเษก ซอยลาดพร้าว 64 และซอยลาดพร้าว 48 เป็นพื้นที่ประมาณ 1.5 ตารางกิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ให้บริการของระบบขนส่งมวลชนลักษณะนี้ จะไม่มีปริมาณการโดยสารที่น่าสนใจแต่อย่างใด แม้จะใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดเล็กที่สุดคือ เรือโดยสารก็ยังไม่มีจำนวนผู้โดยสารเพียงพอต่อการดำเนินกิจการ

2.3 พื้นที่ทิศตะวันออก

ในพื้นที่ทิศตะวันออกมีแนวคลองที่สามารถใช้เป็นสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาของกทม. ได้สี่แนว ได้แก่ คลองตัน คลองพระโขนง คลองประเวศบุรีรมย์ และคลองแสนแสบ แม้ว่าคลองตันจะมีระยะทางสั้นแต่ก็ได้ใช้เป็นทางคมนาคมทางเรือแล้ว ซึ่งสามารถจับกลุ่มผู้โดยสารทางเรือเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ดีแนวคลองนี้เป็น แนวจากเหนือไปใต้ จะทำการก่อสร้างได้ยากถ้าต้องการสร้างข้ามแยกถนนเพชรบุรี และระบบขนส่งมวลชนหลักสายสีแดง ทำให้ระดับสันรางเลียบคลองหากจะก่อสร้างในแนวคลองนี้ จะต้องมีความสูงประมาณ 40 เมตรเหนือจากพื้นน้ำ ลักษณะของคลองตันที่ดีที่สุด คือศักยภาพในการขนย้ายผู้โดยสารจากระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บทถึงสามสาย

คลองพระโขนงอยู่ทางใต้ของพื้นที่ทิศตะวันออก เป็นแนวจากตะวันออกไปตะวันตก คลองนี้รองรับปริมาณผู้โดยสารที่ที่คาดว่าจะหนาแน่นพอๆ กับความหนาแน่นของประชากรในเขตนั้น เนื่องจากสุดปลายคลองทางตะวันตกนั้นหักโค้งมาก ทำให้เป็นการยากที่จะสร้างทางวิ่งในเขตนั้น เนื่องจากสุดปลายคลองทางตะวันตกนั้นหักโค้งมาก ทำให้เป็นการยากที่จะสร้างทางวิ่งให้อยู่ตามแนวคลอง ในส่วนนี้จึงต้องใช้เขตทางนอกคลอง และข้อจำกัดจากการหักโค้งนี้จะเพิ่มความยุ่งยากในการก่อสร้างด้วยเช่นกัน

คลองประเวศบุรีรมย์ อันที่จริงแล้วนั้นเป็นการต่อขยายจากปลายคลองพระโขนงทางด้านตะวันออก แม้ว่าจะเป็นที่น่าพอใจในแง่ของการเว้นระยะห่าง ความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกแนวคลอง แต่ทว่าคะแนนที่ได้ยังต่ำกว่าเส้นทางอื่นมากในเรื่องของศักยภาพการโดยสารและการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลหลัก จึงตัดออกไปไม่นำไปพิจารณาเพิ่มเติม

แนวคลองที่เหมาะสมที่สุด คือ คลองแสนแสบ เส้นทางนี้น่าจะมีปริมาณการโดยสารมากที่สุด เพราะเป็นแนวเส้นตรงมากกว่าแนวคลองอื่น ซึ่งทำให้ง่ายที่สุด และเชื่อมต่อกับทางสายสีส้มได้ดีอีกด้วย วิเคราะห์ในรายละเอียดในการศึกษาขั้นที่สองนั้นจะกำหนดความยาวของสายทางที่เป็นที่สิ้นสุดและข้อเสนอแนะว่าควรใช้เป็นสายทางขยายไปทางตะวันออกแทนจากทางสายสีส้มหรือไม่

ตาราง 3.2 แนวคลองในพื้นที่ทิศตะวันออกที่นำมาคัดเลือก

เกณฑ์	ปริมาณการโดยสาร	ลักษณะเส้นทาง	ความยากง่ายในการก่อสร้าง	การสับเปลี่ยนกับระบบหลัก	คะแนนรวม
คลองแสนแสบ	4	3	2	5	14
คลองพระโขนง	5	5	4	5	19
คลองพระโขนง	4	2	3	5	14
คลองประเวศบุรีรมย์	2	4	4	1	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พื้นที่ทิศตะวันตก

พื้นที่ทิศตะวันตกประกอบไปด้วยที่ดินทางตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งหมด ฝั่งธนบุรีเป็นพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตของประชากรน้อยที่สุดในเขตกรุงเทพมหานคร จึงยังมีคลองอยู่มากกว่าทางฝั่งตะวันออกมาก โดยมีแนวคลองทั้งสิ้น 12 แนวคลองที่คัดเลือกมาทำการประเมิน ในตารางที่ 3.3 แสดงแนวคลองต่างๆ เหล่านี้และคะแนนที่ได้

ตาราง 3.3 แนวคลองในพื้นที่ทิศตะวันตกที่นำมาคัดเลือก

เกณฑ์	ปริมาณการโดยสาร	ลักษณะเส้นทาง	ความยากง่ายในการก่อสร้าง	การสับเปลี่ยนกับระบบหลัก	คะแนนรวม
คลองบางกอกน้อย	3	2	4	1	10
คลองบางกอกใหญ่	3	2	4	5	14
คลองมอญ	4	3	3	1	11
คลองชักพระ	3	2	3	5	13
คลองมหาสวัสดิ์	2	4	4	1	11
คลองบางระมัด	3	4	4	1	12
คลองบางพรหม	3	4	4	1	12
คลองบางขวกนาง	3	4	4	1	12
คลองภาษีเจริญ	4	5	5	5	19
คลองทวีวัฒนา	2	1	3	1	7
คลองราชมนตรี	2	1	3	1	7
คลองบางวาก	3	3	3	1	10

แม้ว่ามีคลองทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยามามากมายที่ถึงเกณฑ์เรื่องขนาด ยกเว้นคลองบางกอกใหญ่ คลองชักพระ และคลองภาษีเจริญ คลองอื่นไม่เป็นแนวคลองที่เชื่อมต่อ กับระบบขนส่งมวลชนหลักได้โดยตรง ในส่วนคลองที่จะเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนหลักได้ดี แต่คลองบางกอกใหญ่และคลองชักพระ มีปัญหาจากเส้นทางที่หักมุม และความสามารถในการดำเนินการก่อสร้างอีกทั้งยังอาจมีปริมาณการโดยสารเพียงปานกลางเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่ได้นำมาศึกษาต่อ

แนวคลองที่เหลืออยู่ได้แก่คลองภาษีเจริญ ซึ่งเป็นแนวคลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในเขตตะวันตก มีคะแนนสูงสุดในทุกประเภท ดังเช่นการวิเคราะห์หาทางเลือกทางด้านตะวันตก ตำแหน่งและความยาวของเส้นทางในพื้นที่ตะวันตก จะถูกวิเคราะห์ออย่างละเอียดเพื่อกำหนดจุดสิ้นสุดที่จะเชื่อมโยงกับระบบหลักสายสีน้ำเงินที่ต่อขยายมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พื้นที่ทิศใต้

ในเขตนี้มีแนวคลองที่คัดเลือกนำมาทำการศึกษาเพียงสองแนวคลอง คือ คลองช่องนนทรีซึ่งเป็นแนวจากเหนือไปใต้ และคลองพระราม 3 ซึ่งเป็นแนวจากตะวันออกไปตะวันตก ทั้งสองคลองไหลมาตัดกันตรงจุดก่อนที่คลองช่องนนทรีจะไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และคลองทั้งสองได้คะแนนสูงสุดในด้านของปริมาณการโดยสาร ลักษณะเส้นทาง และความยากง่ายในการก่อสร้าง คลองช่องนนทรีได้คะแนนในเกณฑ์ที่สูงด้วยเช่นกันเพราะสถานีปลายทางเหนือนั้นเชื่อมต่อกับระบบหลักสายสีเขียวพอดี ซึ่งกำลังก่อสร้างอยู่ในขณะนี้ คลองพระราม 3 ได้คะแนนจากเกณฑ์ดังกล่าวต่ำสุดเพราะว่าไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบหลักโดยตรง ตารางที่ 3.4 แสดงผลสรุปการคัดเลือก

ตาราง 3.4 แนวคลองในพื้นที่ทิศใต้ที่นำมาคัดเลือก

เกณฑ์	ปริมาณการโดยสาร	ลักษณะเส้นทาง	ความยากง่ายในการก่อสร้าง	การสับเปลี่ยนกับระบบหลัก	คะแนนรวม
คลองช่องนนทรี	5	5	5	5	20
คลองพระราม 3	5	5	5	1	16

สังเกตได้ว่าคลองทั้งสองสามารถเชื่อมต่อกันได้ตรงจุดตัดกันดังกล่าว ซึ่งสิ่งนี้ทำให้มีข้อได้เปรียบหลายประการ ดังนั้นจึงถือว่าสมควรแก่การนำไปปฏิบัติ แนวคลองที่คัดเลือกในที่นี้ได้แก่ แนวคลองทั้งสองที่เชื่อมต่อกัน คือ ตั้งแต่ถนนเจริญกรุงถึงสถานีรถไฟฟ้ากทม.(สถานี S3) เป็นระยะทางรวม 12 กม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวางแผนการขนส่ง

1. วิธีการในการประเมินโครงการ

แบบจำลองความต้องการในการเดินทางถูกใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารและรายได้ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ขณะที่เริ่มทำการศึกษาโครงการ เป็นเวลาที่แบบจำลองและระบบฐานข้อมูลจราจร (UTDM) เกือบแล้วเสร็จสมบูรณ์ จึงได้นำแบบจำลอง UTDM มาใช้เป็นแบบจำลองพื้นฐานในการศึกษาของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง (MTFSS) เพื่อให้มีความสอดคล้องและสามารถใช้งานร่วมกับโครงการอื่นของ สจร. ด้วย

1.1 แบบจำลอง UTDM

โครงการ UTDM ได้เสนอแบบจำลองเพื่อใช้งานในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

- แบบจำลองในระดับประเทศ/ภูมิภาค
- แบบจำลองสำหรับเมืองขยายของกรุงเทพฯ (Bangkok Extended City Model. ECM)
- แบบจำลองในระดับจังหวัด
- แบบจำลองสำหรับการจัดการจราจรในพื้นที่
- แบบจำลองการวิเคราะห์ทางแยกอิสระ

จากแบบจำลองขั้นต้น แบบจำลอง ECM สามารถนำมาใช้กับโครงการ MTFSS ได้ แบบจำลองนี้ค่อนข้างจะซับซ้อนเนื่องจากต้องมีความสามารถในการบรรจุข้อมูลอุปสงค์และอุปทานของโครงข่ายคมนาคมขนส่งทุกประเภทในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลคือจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ นครปฐม และสมุทรสาคร

แบบจำลองที่ใช้มีกระบวนการทำงานต่อเนื่องกันเป็นลำดับ 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง การวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง การวิเคราะห์การเลือกประเภทการขนส่ง และการวิเคราะห์การแจกแจงการเดินทาง โดยแต่ละขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบจำนวนหนึ่ง ในการวิเคราะห์ในระดับพื้นที่ย่อย (520 พื้นที่ย่อย สำหรับแบบจำลองพื้นฐาน) แบบจำลองจำเป็นต้องใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- จำนวนประชากร
- จำนวนครัวเรือน
- รายได้ของแต่ละครัวเรือน
- การครอบครองยานพาหนะของแต่ละครัวเรือน
- ข้อมูลการจ้างงานระดับปฐมภูมิ/ตติยภูมิ (Primary/Tertiary)
- จำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ในระดับโครงข่าย จะต้องใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ส่วนเชื่อมต่อที่เป็นถนนและพิกัด
- ความจุของส่วนเชื่อมต่อและความเร็วอิสระ
- แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับการไหลของยานพาหนะในส่วนเชื่อมต่อแต่ละชนิด
- ค่าผ่านทาง (tolls) ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะและมูลค่าของเวลา
- เส้นทางเดินรถขนส่งสาธารณะและความถี่ของการเดินรถ
- ค่าโดยสารระบบขนส่งสาธารณะ

แบบจำลองได้ถูกเปรียบเทียบให้ปี พ.ศ.2538 เป็นปีฐานข้อมูล โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามและการเก็บข้อมูล ซึ่งได้มีการกำเนินการในปี พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2539 หลังจากนั้นแบบจำลองจะถูกนำไปใช้กับโปรแกรม TRIPS ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับวางแผนทางด้านการคมนาคมขนส่ง

1.2 การประยุกต์ใช้งานกับโครงการ MTFSS

แบบจำลอง UTDM สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความต้องการเดินทางรวมถึงสภาพปัญหาบนโครงข่ายคมนาคมขนส่งได้ในหลายสถานการณ์ โดยทั่วไปจะทำการวิเคราะห์โดยบรรจุมาตรการหรือโครงข่ายวิเคราะห์ลงในแบบจำลอง พร้อมทั้งประเมินผลจนกระทั่งได้ปริมาณการเดินทางบนโครงข่ายวิเคราะห์ รวมถึงปริมาณการเดินทางบนโครงข่ายอื่นๆทั้งหมด

ข้อได้เปรียบของแบบจำลองนี้ คือ มีประสิทธิภาพสูง สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงบนโครงข่าย ดังนั้นการเพิ่มโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนใหม่เข้าไปบนโครงข่ายฐาน จะมีผลโดยตรงต่อรูปแบบการกระจายการเดินทางทั้งหมด เนื่องจากพฤติกรรมการเดินทางของผู้คนจะเปลี่ยนไป โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ตามแนวเส้นทางของโครงการบางส่วน ซึ่งเดิมเคยใช้รถยนต์ส่วนตัวหรือรถโดยสารประจำทาง จะเปลี่ยนไปใช้บริการระบบขนส่งมวลชนแบบใหม่แทน ส่งผลให้ปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์บนโครงข่ายถนนตามแนวเส้นทางที่เกี่ยวข้องลดลง ความเร็วในการเดินทางบนโครงข่ายถนนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นทำให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการเดินทางได้มากขึ้น

วิธีการพื้นฐานของแบบจำลองจะเป็นไปในลักษณะของการกระทำซ้ำ (Iterative) กล่าวคือ ผลลัพธ์จากการทำงานในรอบแรก เช่น ค่าความเร็วบนโครงข่ายเชื่อมต่อ (ถนน) จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทำงานครั้งที่สองและหมุนเวียนไปเช่นนี้จนกว่าผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเท่ากัน การออกแบบให้ระบบการทำงานเป็นไปในลักษณะนี้ทำให้มั่นใจได้ว่า แบบจำลองสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในทุกขั้นตอนของกระบวนการ ตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง และการเลือกประเภทจนถึงการแจกแจงการเดินทาง แต่การที่ออกแบบให้แบบจำลองมีความละเอียดอ่อนก็ทำให้การทำงานแต่ละครั้งใช้เวลานานประมาณ 18 ชั่วโมง ซึ่งเครื่องอาจจะต้องทำงานถึง 10 รอบ ระยะเวลาในการทำงานขึ้นอยู่กับจำนวนพื้นที่ย่อย โดยการเพิ่มของเวลาทำงานมีอัตราส่วนเป็นค่ายกกำลังสองของจำนวนพื้นที่ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

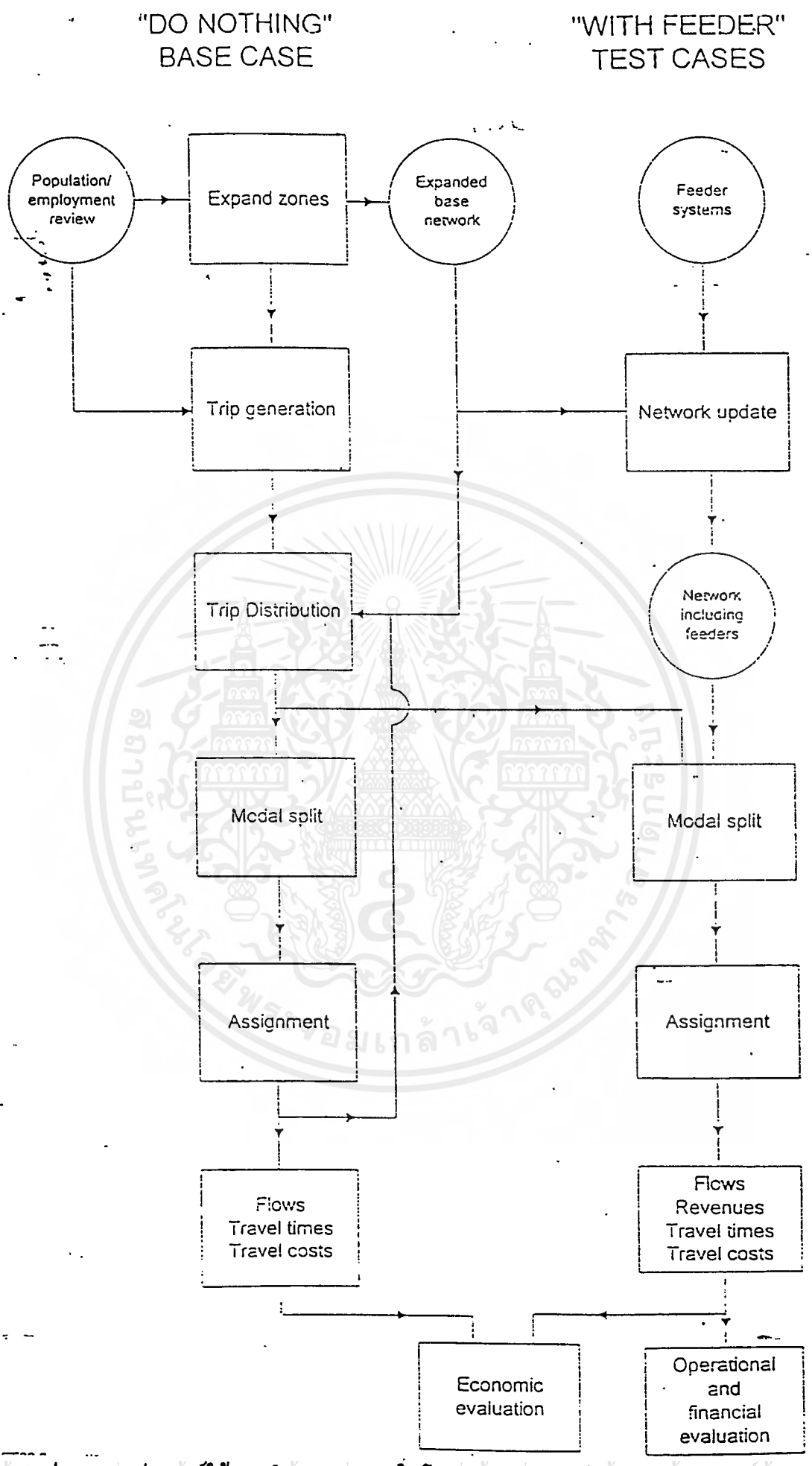
รูปที่ 4.1 สรุปแสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลอง UTDM ในโครงการ MTFSS โดยด้านซ้ายของรูปแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยแบบจำลอง ในกรณีที่ไม่มีการดำเนินการโครงการ (Do Nothing) ถึงแม้ว่าแบบจำลอง UTDM ขั้นพื้นฐานได้ให้ผลลัพธ์ในการคาดการณ์การเดินทางในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 มาด้วยแล้วแต่ในการที่จะประยุกต์ใช้กับโครงการ MTFSS นั้นจะต้องเพิ่มเติมข้อมูลและรายละเอียดใหม่ๆ คือ ข้อมูลการวางแผนที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ การตั้งสมมติฐานของค่าใช้จ่ายตามมาตรการเก็บค่าธรรมเนียมเข้าพื้นที่ (Area Pricing) การแบ่งพื้นที่ย่อยให้มีความละเอียดมากขึ้น และโครงข่ายที่ได้รับการขยายเพิ่มขึ้น

ส่วนทางด้านขวาของแผนผัง แสดงถึงขั้นตอนการทำงานในการทดสอบโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ แบบจำลองได้ถูกปรับปรุงจากโครงสร้างเดิมอย่างมาก เพราะต้องเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับโครงข่ายโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ รวมถึงจุดสับเปลี่ยนผู้โดยสารกับระบบขนส่งมวลชนหลัก รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเขตพื้นที่รอบๆ หลังจากนั้นจึงให้แบบจำลองทำงานใหม่โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางเป็นต้นไป

รูปที่ 4.2 แสดงการแบ่งเขตพื้นที่ย่อย (โซน) ของแบบจำลอง UTDM ขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีทั้งหมด 520 พื้นที่ย่อย ในการประยุกต์ใช้กับโครงการ MTFSS นั้น การเพิ่มจำนวนพื้นที่ย่อยเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้การพยากรณ์ของแบบจำลองเป็นไปด้วยความแม่นยำ ซึ่งต้องสามารถพยากรณ์จำนวนผู้โดยสารในแต่ละสถานีจอดรับ-ส่ง รวมทั้งการแยกแยะระหว่างผู้โดยสารที่มาใช้บริการด้วยการเดินเท้า ซึ่งอยู่ในรัศมีประมาณ 500 เมตรจากสถานี กับผู้โดยสารที่จำเป็นต้องใช้บริการการโดยสารประเภทอื่นก่อน เช่น เดินทางมาถึงสถานีโดยรถโดยสารประจำทาง หรือมอเตอร์ไซค์รับจ้าง เป็นต้น ความละเอียดอ่อนของแบบจำลองในข้อปลีกย่อยเช่นนี้มีความจำเป็น เนื่องจากความสะดวกในการเข้าถึงสถานี เป็นตัวแปรที่สำคัญในการคาดการณ์จำนวนผู้โดยสารที่จะมาใช้บริการของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ในขณะเดียวกันการเกิดโครงการระบบขนส่งมวลชนที่มีคุณภาพจะทำให้มูลค่าของที่ดินบริเวณรอบๆสถานีเพิ่มขึ้น และจะนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จำนวนพื้นที่ย่อยในแบบจำลอง UTDM ขั้นพื้นฐานจึงถูกขยายเพิ่มขึ้นเป็น 715 พื้นที่ย่อย การแบ่งพื้นที่ย่อยกระทำโดยกำหนดพื้นที่เป็นลักษณะวงกลมโดยใช้รัศมี 500 เมตรรอบๆ สถานีเป็นหลัก หลังจากนั้นก็กระจายข้อมูลจำนวนประชากร และการจ้างงาน จากชุดข้อมูล 520 พื้นที่ย่อยลงไปในระบบพื้นที่ย่อยใหม่ของโครงการ MTFSS รูปที่ 4.3 ก-4.3 ข แสดงถึงระบบพื้นที่ย่อยใหม่ 715 พื้นที่ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

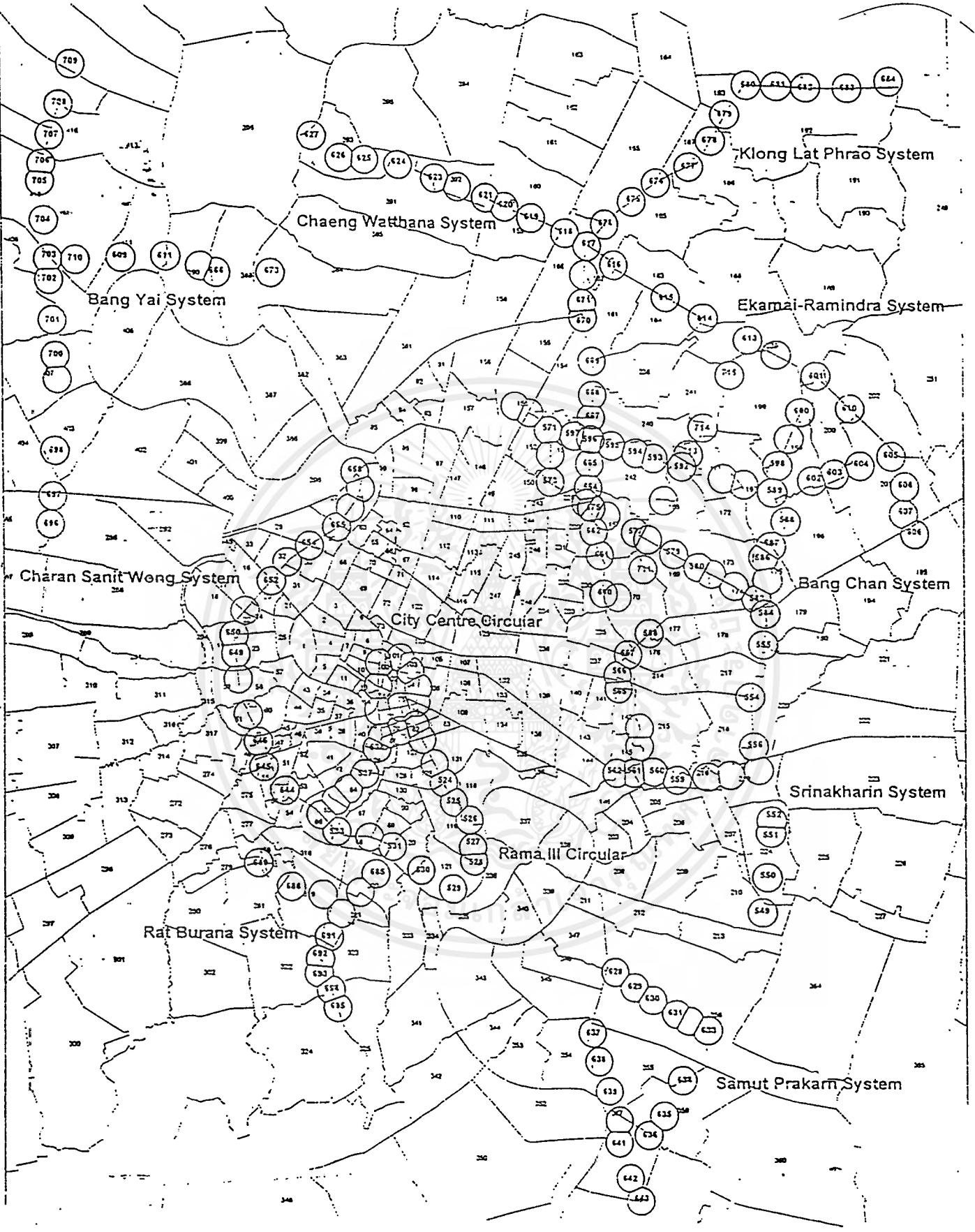


รูป 4.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง UTDM ในโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

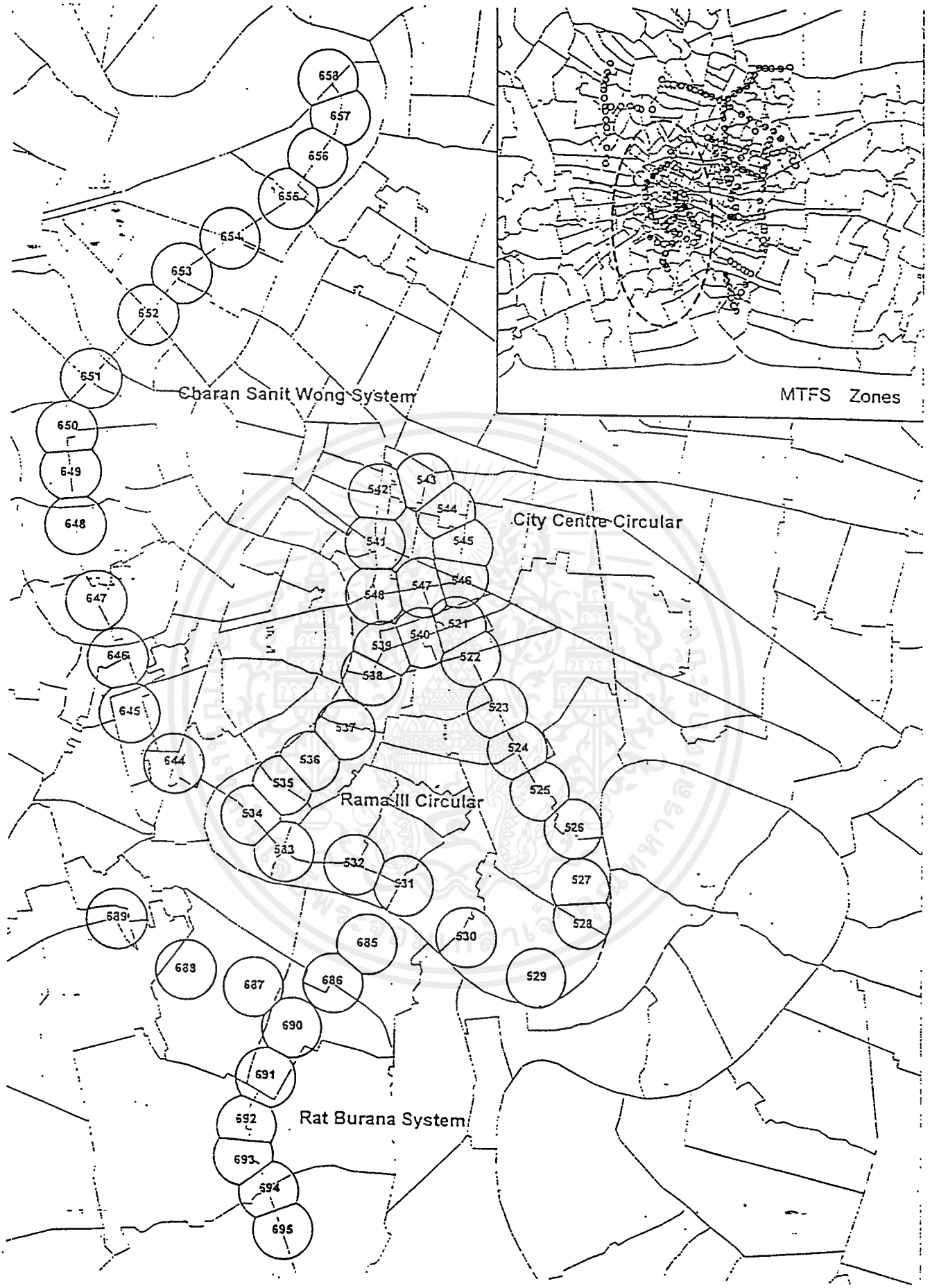
รูป 4.2 การแบ่งเขตพื้นที่ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 ก การแบ่งเขตพื้นที่ย่อยเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 ข แบบขยายการแบ่งเขตพื้นที่ย่อยเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สมมติฐานในการพยากรณ์

แบบจำลองของโครงการ MTFSS ได้นำเอาข้อสมมติฐานหลักในการพยากรณ์ซึ่งรวมอยู่ในแบบจำลอง UTDM เข้ามาใช้ เพื่อที่จะสามารถใช้ร่วมกับงานศึกษาของโครงการอื่นของรัฐได้ อย่างไรก็ตามจะต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงข้อสมมติฐานบางอย่าง เพื่อให้แบบจำลองเป็นไปตามสภาพปัจจุบันโดยพิจารณาจากข้อมูลดังต่อไปนี้

- จำนวนประชากรและการจ้างงาน
- การดำเนินการของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่
- แผนการสร้างทางหลวงใหม่
- การจัดการกับความต้องการเดินทาง
- แบบจำลองย่อยของการเลือกรูปแบบในการเดินทาง (Sub-Modal Split Modelling)
- ข้อมูลสำหรับปี พ.ศ.2554

ในส่วนต่อไปจะได้กล่าวถึงสมมติฐานหลักที่ใช้ในการศึกษานี้

2.1 ประชากรและการจ้างงาน

การปรับแก้ข้อมูลการวางแผนของ UTDM ได้ถูกดำเนินการเพื่อรวมเอาผลที่คาดว่าจะเกิดการเติบโตในบริเวณรอบสถานีและเพื่อพยากรณ์ข้อมูลสำหรับข้อมูลในปี พ.ศ.2554

2.2 การดำเนินการของโครงการระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บท (MTMP) และโครงการระบบขนส่งสาธารณะขนาดใหญ่

ในกรณีที่ต้องการให้เอกชนเข้ามามีบทบาทในการลงทุนของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง จะต้องให้ความมั่นใจแก่ผู้ลงทุนได้ในระดับหนึ่งว่า สมมติฐานในการพยากรณ์การขนส่งเป็นตัวแทนของแผนการดำเนินงานที่จะเป็นจริงในอนาคต โครงข่ายหลัก (Reference Networks) ของ UTDM สำหรับปี พ.ศ.2544 โครงการ เช่น สายสีส้ม ส่วนต่อขยายสายสีแดง และสายสีน้ำเงินจึงไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในโครงข่ายหลัก (Reference Networks) ถึงแม้ว่า MTMP จะจัดความสำคัญของโครงการเหล่านี้ไว้ในอันดับ 1 หรือ 2 แต่โครงการเหล่านี้หลายส่วนกำลังอยู่ในขั้นตอนการออกแบบและยังไม่มีหมายกำหนดการของการดำเนินงานอย่างเป็นทางการ

ในส่วนของโครงการ Hopewell BTSC และ MRTA ได้มีการประเมินหมายกำหนดการที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ในโครงการ MTFSS ดังแสดงในตารางที่ 4.1 แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้ไม่ใช่ข้อมูลที่เป็นทางการ

โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่สายสีเขียว (BTSC) ซึ่งอยู่ในระหว่างการก่อสร้างได้รับการคาดหมายว่าจะแล้วเสร็จในปลายปี พ.ศ.2542 และการเจรจากับโครงการ BTSC คงดำเนินการอยู่เพื่อให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างส่วนต่อขยายข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาและส่วนต่อขยายไปทางถนนบางนา-ตราด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ จึงได้มีการตั้งเป้าหมายให้ส่วนต่อขยายทั้งหมดนี้สามารถเปิดบริการได้ในปี พ.ศ.2545

ระบบขนส่งมวลชนสายสีแดง (Hopewell) ระยะแรกซึ่งอยู่ในระหว่างการก่อสร้างและมีหมายกำหนดการแล้วเสร็จในปลายปี พ.ศ.2542 การออกแบบเบื้องต้นของระยะที่สอง คือ ส่วนต่อขยายจากหัวลำโพงไปตลิ่งชัน และโพธิ์นิมิตร กำลังดำเนินการแต่ยังไม่มีกำหนดการแล้วเสร็จที่แน่นอน โครงการศึกษา CMIP ได้คาดการณ์ไว้ว่าการออกแบบนี้จะแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2542 ซึ่งเป็นไปไม่ได้แล้วในขณะนี้ สำหรับส่วนต่อขยายไปยังศูนย์กลางชุมชนระดับรองตลิ่งชันและบางขุนเทียน ซึ่งถูกจัดความสำคัญให้อยู่ในอันดับ 2 และ CMIP คาดว่าจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 นั้น ได้มีการตั้งเป้าหมายให้ส่วนต่อขยายทั้ง 4 เส้นทางสามารถเปิดบริการได้ในปี พ.ศ.2549 เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้

สำหรับโครงการ รฟม. ในส่วนสายสีน้ำเงินนั้น ระยะแรกอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างและยังไม่มีการทำสัญญาในส่วนของสายสีส้ม สายสีม่วง และส่วนต่อขยายของสายสีน้ำเงิน ตารางที่ 4.1 ได้รวบรวมกำหนดการเปิดบริการตามที่องค์การรถไฟฟ้ามหานครได้พิจารณาไว้

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการศึกษา ได้มีการตั้งเป้าหมายให้โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนหลัก MTMP แล้วเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2549 ตามกำหนดการในตารางที่ 4.1 ดังนั้นการวิเคราะห์โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสามารถดำเนินการได้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 เป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่จะเริ่มดำเนินการโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองบางเส้นทางก่อนปี พ.ศ.2549 หากเส้นทางดังกล่าวเชื่อมต่อกับเส้นทางระบบขนส่งมวลชนหลัก MTMP ที่เปิดให้บริการก่อนล่วงหน้า

2.3 สมมติฐานการใช้ถนน

ในขั้นตอนการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง จำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับเวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและรถโดยสาร ซึ่งเป็นตัวแปรในการหาค่าสัดส่วนของการเดินทางระหว่างยานพาหนะส่วนบุคคลและระบบขนส่งสาธารณะ ดังนั้นการประเมินผลกระทบจากการที่มีโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่อระบบขนส่งทั้งหมดจำเป็นต้องให้แบบจำลองทำงานในทั้งสองสถานะการณ์ กล่าวคือ ทำงานในโครงข่ายธรรมดาโดยที่ยังไม่มีการใส่ข้อมูลของโครงการระบบขนส่งขนาดรองลงไป และทำงานในโครงข่ายระบบขนส่งที่สมบูรณ์พร้อมด้วยข้อมูลของโครงการระบบขนส่งขนาดรอง

ในขณะที่งบประมาณการลงทุนสำหรับปี พ.ศ.2544 ถึง พ.ศ.2554 ส่วนใหญ่จะอยู่ในระบบขนส่งโครงการหรือส่วนของโครงการที่ได้รับการยืนยันว่าจะดำเนินการอย่างเป็นทางการจนถึงปี พ.ศ.2541 ถึงถูกบรรจุลงในแบบจำลองโครงข่ายหลักทั้งหมด ถึงแม้ว่าอาจจะเกิดปัญหาล่าช้าขึ้นกับบางโครงการ เนื่องจากความไม่พร้อมของปัจจัยต่างๆ เช่น ทรัพยากร การเงิน หรือขั้นตอนการขออนุญาต แต่อย่างไรก็ตามความล่าช้าในการสร้างถนนเหล่านี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ของโครงการ MTFSS เพราะว่าข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักที่มีผลโดยตรงต่อเส้นทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ นั่นคือการเปิดให้บริการของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ในเส้นทางหลัก (MTMP Trunk Lines)

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ MTFSS โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนหลักทั้งหมด (MTMP Network) จึงถูกคาดหมายว่าจะแล้วเสร็จภายในปี พ.ศ.2549 ซึ่งประชากรในกรุงเทพฯจะมีทางเลือกใหม่สำหรับการเดินทาง คือ สามารถเลือกเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลกอปรกับ สจร. ได้สนับสนุนให้มีสมมติฐานในการใช้ มาตรการควบคุมจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในพื้นที่ควบคุมของกรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2549 ดังนั้นทีมที่ปรึกษาจึงได้บรรจุให้มีมาตรการการจัดเก็บค่าใช้รถยนต์ในพื้นที่ควบคุม "Area Pricing" ในแบบจำลอง โดยใช้แนวถนนวงแหวนชั้นกลาง (ถนนรัชดาภิเษก) เป็นเส้นแบ่งเขต จะมีอัตราการเก็บที่ 10 บาทต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (มูลค่าเงินปี พ.ศ.2538) เฉพาะรถที่ผ่านถนนวงแหวนเข้าไปและไม่รวมถึงการจราจรบนถนนวงแหวน

สำหรับปี พ.ศ.2554 ได้มีการเพิ่มโครงการที่ได้รับการยืนยันว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จภายในปีนี้เข้าไปในแบบจำลอง พร้อมทั้งได้เพิ่มอัตราเก็บค่าเข้าสู่พื้นที่ควบคุมเป็น 20 บาทต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (มูลค่าเงินปี พ.ศ.2538)

ถ้าใช้แบบจำลองของปี พ.ศ.2554 เป็นแบบจำลองพื้นฐานสำหรับปี พ.ศ.2564 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นปีพยากรณ์สุดท้ายของโครงการศึกษา จะทำให้มีโอกาสที่ผลลัพธ์มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงสูงเนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับนโยบายและโครงการทางด้านสาธารณูปโภค ด้านถนนและการขนส่งยังไม่มีความชัดเจน ดังนั้นจึงได้มีการตั้งสมมติฐานเพิ่มขึ้น กล่าวคือ กำหนดให้สัดส่วนรูปแบบการเดินทางคงที่ตามสัดส่วนของปี พ.ศ.2554 หลังจากทำการทดลองกับตัวแปรต่างๆ พบว่า ถ้าเพิ่มอัตราเก็บค่าเข้าสู่พื้นที่ควบคุมเป็น 30 บาท พร้อมกับเพิ่มความจุของโครงข่ายถนนหลัก (Primary Road Capacity) ขึ้นอีก 20 % ก็จะได้สัดส่วนรูปแบบการเดินทางตามที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้

2.4 สมมุติฐานทางด้านเศรษฐกิจและมูลค่าของเวลา

การพยากรณ์การเพิ่มขึ้นของรายได้ส่วนบุคคลเป็นข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการวิเคราะห์การเกิดการเดินทางและการปรับอัตรามูลค่าของเวลาในปีอนาคต การวิเคราะห์การเกิดการเดินทางต้องใช้ข้อมูลรายได้ส่วนบุคคลเพื่อหาค่าอัตราการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคลของครัวเรือน หลังจากนั้นจึงมีการคำนวณปริมาณเที่ยวการเดินทางจากทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีและไม่มีรถยนต์ส่วนบุคคล สำหรับมูลค่าของเวลาจะถูกนำไปแปลงหน่วยของค่าใช้จ่าย (Coat Units) ต่างๆ เช่น ค่าผ่านทาง ค่าน้ำมัน และค่าโดยสารระบบขนส่งสาธารณะให้เป็นหน่วยของเวลา (Time Units) ตัวอย่างเช่น ในกรณีมูลค่าของเวลาสำหรับกลุ่มประชากรกลุ่มหนึ่งมีค่า 50 บาทต่อชั่วโมง และค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนเท่ากับ 10 บาท เพราะฉะนั้นค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนของประชากรกลุ่มนี้จะมีมูลค่าเทียบเท่ากับ 10/50 ของชั่วโมงหรือ 12 นาที ซึ่งอาจจะเรียกว่า "Equivalent Time" ผลรวมของ Equivalent Time กับเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมด เรียกว่า "Generalised Cost" ซึ่งเป็นค่าเฉพาะสำหรับการเดินทางไป-มา ระหว่างแต่ละพื้นที่ย่อยในแบบจำลอง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าเฉพาะสำหรับแต่ละกลุ่มผู้ครอบครองยานพาหนะ อีกทั้งเป็นค่าเฉพาะสำหรับแต่ละรูปแบบของการขนส่ง ค่า Generalised Cost มีความสำคัญอย่างมากต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่จำเป็นในเกือบทุกขั้นตอนของแบบจำลอง ตั้งแต่การกระจายการเดินทาง การเลือกประเภทการขนส่ง การเลือกรูปแบบการขนส่งและการแจกแจงการเดินทาง

ตาราง 4.1 Assumed Mass Transit Completion Dates

Scheme:	Section:	MTMP priority:	Status:	Assumed Completion by beginning of year:
Green Line	National Stadium - Taksin Bridge	Committed	Construction	2000
	Morchit – Sukhumvit 77	Committed	Construction	2000
	Morchit – Ratchayothin	Priority 1	No Contract	2002
	Taksin Bridge – Wongwienyai	Priority 1	Negotiation	2002
	Sukhumvit 77 – Outer Ring Road	Priority 1	No Contract	2002
	Bang Na - Bang Phli/Second Airport	Priority 1	Negotiation	2002
Red Line	Yommarat – Rangsit	Committed	Construction	2001
	Yommarat - Hua Mark	Committed	Construction	2001
	Yommarat - Hua Lampong	Committed	Not started	2003
	Yommarat - Taling Chan	Priority 1	Not started	2006
	Taling Chan - New Taling Chan Sub-Center	Priority 2	No Contract	2006
	Hua Lampong – Phonimit	Priority 1	Not started	2006
	Phonimit - New Taling Chan Sub-Center	Priority 2	No Contract	2006
Blue Line	Bangseu – Hualampong	Committed	Construction	2002
	Bangseu – Phranangklao Bridge	Priority 1	No Contract	2003
	Hua Lampong – Bang Khae	Priority 1	No Contract	2004
Orange Line	Bangkapi – Ratburana	Priority 1	No Contract	2004
	Bangkapi – Minburi	Priority 2	No Contract	2006
	Ratburana – Sukhumvit Highway	Priority 2	No Contract	2006
Purple Line	Bangphut – Samsen	Priority 2	No Contract	2006
Guided Busway	Cheang Watthana - Victory Monument	Committed	Tender	2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการ UTDM ตั้งสมมุติฐานว่า มูลค่าของเวลาจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เท่ากับอัตราการเพิ่มขึ้นของรายได้ส่วนบุคคล รายได้เฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ย่อยได้ถูกประเมินจากฐานข้อมูลของ UTDM ในปี พ.ศ.2538 ในการประเมินรายได้สำหรับปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 นั้น ได้ใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตผลมวลรวมประชากร (Growth in per capita GDP) ดังต่อไปนี้ (หลักฐานอ้างอิง : UTDM Validarion Paper M4, ตารางที่ 4:2)

- ปี พ.ศ.2538 – พ.ศ.2544 : 5.9% ต่อปี
- ปี พ.ศ.2545 – พ.ศ.2554 : 4.3% ต่อปี

สำหรับในระยะยาวปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ.2564 ทีมวิศวกรที่ปรึกษาได้ใช้อัตรา 3.0% ต่อปี

ตารางที่ 4.2 แสดงมูลค่าของเวลาทั้งหมดที่ทีมที่ปรึกษาได้พยากรณ์ไว้

	1995 Baht per person per hour			
	1995	2001	2011	2021
By Vehicle Availability Group:				
*No vehicle availability (for estimating private modal split)	26.4	33.0	45.0	61.2
*One motorcycle available	27.6	34.8	47.4	64.2
*One car available	57.0	71.4	97.2	132.0
*Multi-vehicle available	78.0	97.8	133.2	179.4
By Public Transport Market Segment:				
*High Comfort	62.6	78.2	106.4	144.4
*Standard Comfort	28.2	35.2	47.8	64.9
By Private Vehicle:				
*Car	57.0	71.4	97.2	132.0
*Motorcycle	27.6	34.8	47.4	64.2
*Taxi	27.0	71.4	97.2	132.0

2.5 สมมุติฐานด้านอัตราค่าโดยสาร

ในปัจจุบันได้รับสัมปทานโครงการระบบขนส่งมวลชนหลักทั้งสองเส้นทาง คือ สายสีเขียว และสายสีแดง ได้ตั้งอัตราค่าโดยสารไว้ในลักษณะที่แตกต่างกันมาก BTSC (สายสีเขียว) กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณาว่าจะจัดเก็บในอัตรา 15 บาทตลอดระยะทาง หรือตกประมาณกิโลเมตรละ 1.75 บาท โดยคำนวณจากการเดินทางในระยะ 8.5 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางโดยเฉลี่ยต่อเที่ยวการเดินทาง ในขณะที่ Hopewell (สายสีแดง) จะมีการคิดอัตราค่าโดยสารในลักษณะผสมและจะเพิ่มขึ้นตามระยะทาง คือ ค่าใช้บริการขั้นต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 บาท (Boarding Fare) และจะขึ้นตามระยะๆละ 5 บาท ระยะทางในการเดินทางเฉลี่ยของสายสีแดงจะยาวกว่าและค่าโดยสารต่อกิโลเมตรก็จะถูกกว่า ยกตัวอย่างเช่น การเดินทางจากสนามบินดอนเมืองถึงใจกลางกรุงเทพฯจะใช้อัตรา 15 บาท สำหรับการเดินทางจากหัวหมากถึงพญาไท จะมีอัตราค่าโดยสารเฉลี่ยเท่ากับ 85 สตางค์ต่อกิโลเมตรเท่านั้น

สำหรับโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายสีน้ำเงินนั้น ได้มีการพยากรณ์ว่า อัตราค่าโดยสารจะเป็น 6 บาท สำหรับค่าบริการขั้นต้น และ 1 บาทต่อกิโลเมตร (ค่าโดยสารขั้นต่ำ 7 บาท) หากนโยบายด้านอัตราค่าโดยสารไม่เปลี่ยนแปลง ค่าบริการจะสูงมากสำหรับผู้ที่ต้องการเดินทางในระยะสั้นๆ เช่น ผู้โดยสารจากซอยพร้อมพงษ์ตรงถนนเพชรบุรีไปสุขุมวิทซอย 1 จะต้องเสียค่าโดยสารถึง 32 บาท หรือ 10 บาทต่อกิโลเมตร เนื่องจากจำเป็นต้องสับเปลี่ยนระบบโดยขึ้นทั้ง 3 สาย ซึ่งในกรณีเช่นนี้ก็จะทำให้ปริมาณรายรับจากค่าโดยสารทั้ง 3 ระบบลดลงเป็นอย่างมาก โดยสายสีเขียวจะได้รับผลกระทบมากที่สุด

ดังนั้นผู้ได้รับสัมปทานของแต่ละโครงการ จะได้รับผลประโยชน์สูงสุดก็ต่อเมื่อคงอัตราค่าบริการขั้นต้นไว้ในระดับต่ำ เพื่อให้มีการสับเปลี่ยนผู้โดยสารให้มากที่สุด ในโครงการ UTDM โครงสร้างของอัตราค่าโดยสารของทุกโครงการได้ถูกสมมติให้เหมือนกับสายสีน้ำเงิน ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

สำหรับโครงการ MTSFF ได้ใช้โครงสร้างอัตราค่าโดยสารลักษณะเดียวกัน คือ พยายามให้ค่าโดยสารสำหรับผู้โดยสารที่จำเป็นต้องสับเปลี่ยนระบบมีระดับต่ำสุด ความสามารถในการแข่งขันของโครงการขนส่งมวลชนขนาดรองในด้านอัตราค่าโดยสาร กับระบบขนส่งประเภทอื่นได้ถูกรวบรวมไว้ในตารางที่ 4.4 ในขั้นต้นได้มีการทดลองโครงสร้างอัตราค่าโดยสารโดยเริ่มที่ 4 บาท สำหรับค่าบริการขั้นต้น และค่าบริการตามระยะทาง 1 บาทต่อกิโลเมตร เพื่อให้มีโครงสร้างค่าโดยสารที่ต่ำกว่ารถประจำทางปรับอากาศ แต่หลังจากได้พิจารณาโดยละเอียดจะเห็นได้ว่าอุปสงค์การเดินทางไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับค่าโดยสารมากนัก และจะมีรายรับที่ต่ำเกินไป ดังนั้นจึงได้ตกลงกำหนดให้โครงสร้างค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเท่ากับโครงสร้างของโครงการระบบขนส่งมวลชนหลัก คือ 10 บาทสำหรับค่าบริการขั้นต้น และค่าบริการตามระยะทาง 0.5 บาทต่อกิโลเมตร

2.6 การจัดการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในแบบจำลอง

ในขั้นตอนการเลือกประเภทการขนส่งย่อย (Sub-Modal Split) แบบจำลอง UTDM ได้แบ่งปริมาณการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท คือ ผู้เดินทางที่ต้องการความสะดวกสบายสูง (High Comfort) และผู้เดินทางที่ต้องการความสะดวกสบายธรรมดา (Standard Commfort) โดยประมาณการเดินทางของทั้งสองประเภทถูกจำแนกตามระดับรายได้เฉลี่ยและมูลค่าของเวลา ผู้เดินทางที่ต้องการความสะดวกสบายสูงส่วนใหญ่เลือกที่จะเดินทางโดยรถไฟฟ้าหรือรถประจำทางปรับอากาศ ส่วนผู้เดินทางที่ต้องการความสะดวกสบายธรรมดามักจะเลือกเดินทางโดยรถโดยสารประจำทางธรรมดา เรือ รถไฟ หรือรูปแบบอื่นๆ แบบจำลองจะคำนวณหาสัดส่วนจำนวนผู้เดินทางแต่ละประเภทจากตัวเลขความแตกต่างของค่า Generalised Cost ของการให้บริการทั้งสองประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 Public Transport Fares

Description	Fare (Baht)	Distance Range (km)
Ordinary Bus	3.50	-
Ordinary Expressway Bus	4.00	0-3
	6.00	3+
Air Conditioned Bus: Fixed Fare	10.00	-
Air Conditioned Bus: Graduated Fare (Ordinary/Expressway)	6.00	0-8
	8.00	8-12
	10.00	12-16
	12.00	16-20
	14.00	20-24
	16.00	24+
Micro Bus	25.00	-
Soi Bus	3.00	-
Provincial Bus	4.00	-
Ordinary River Ferry	1.00	-
Express and Khlong Ferry	5.00	0-7
	7.00	7-10
	12.00	10-18
	14.00	18-24
	16.00	24+
Suburban Train (SRT Rail)	2.00	0-15
	3.00	15-21
	5.00	21-27
	6.00	27-31
	7.00	31-40
	9.00	40-47
	10.00	47+
Mass Transit (Rama 3)	10 baht boarding + 0.5 baht per km. (minimum 10.5 baht)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 Feeder System Fare Comparison

Journey of up to 1 km.			
- Feeder System	:	10.50	Baht
- MTMP mass transit	:	7.00	Baht
- Air-condtioned bus	:	6.00	Baht
- Normal Bus	:	3.50	Baht
Journey of up to 3 km.			
- Feeder System	:	11.50	Baht
- MTMP mass transit	:	9.00	Baht
- Air-condtioned bus	:	6.00	Baht
- Normal Bus	:	3.50	Baht
Journey of up to 5 km.			
- Feeder System	:	12.50	Baht
- MTMP mass transit	:	11.00	Baht
- Air-condtioned bus	:	6.00	Baht
- Normal Bus	:	3.50	Baht
Journey of up to 10 km.			
- Feeder System	:	15.00	Baht
- MTMP mass transit	:	16.00	Baht
- Air-condtioned bus	:	8.00	Baht
- Normal bus	:	3.50	Baht

1995 prices

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนการแจกแจงการเดินทาง แบบจำลองจะทำการแยกประเภทของการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะให้ละเอียดลงไปอีก โดยใช้หลักการเดียวกันกับในขั้นตอนการเลือกประเภทการเดินทางย่อย (Sup-Modal Split) ดังนั้นการเดินทางของกลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายสูงจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อย คือ ระบบขนส่งมวลชน รถประจำทางปรับอากาศ และรถไมโครบัส สำหรับกลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายธรรมดาจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภทย่อย คือ รถโดยสารประจำทาง รถประจำทางในซอย เรือโดยสาร และรถไฟ เนื่องจากบางพื้นที่ไม่มีการให้บริการประเภทความสะดวกสบายสูง ผู้โดยสารที่ต้องการความสะดวกสบายสูง จึงต้องใช้บริการประเภทความสะดวกสบายธรรมดาไปโดยปริยาย ดังนั้นการรวมผลการแจกแจงของการเลือกประเภทการเดินทางย่อยทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้เห็นภาพรวมของการเดินทางได้ดีขึ้น

โปรแกรมการแจกแจงการเดินทางของ TRIPS มีข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่ง ที่ไม่เพียงแต่ใช้ได้ดีกับการแจกปริมาณการเดินทางทั้งหมดบนแต่ละเส้นทางระหว่างพื้นที่ย่อยที่เป็นจุดต้นทางและจุดปลายทางเท่านั้น แต่ยังใช้ได้ดีสำหรับการแจกแจงการเดินทางบนแต่ละช่วงของเส้นทาง ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ระบบขนส่งสายรอง

ได้มีกำหนดให้โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเป็นระบบขนส่งประเภทที่ให้ความสะดวกสบายสูง เนื่องจากโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะให้บริการที่สะดวกสบาย และมีค่าโดยสารสูงตามคุณภาพที่ดี จากการกำหนดนี้จะมีผลต่อการวิเคราะห์ดังที่จะกล่าวถึงใน 2 ตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 : การสับเปลี่ยนระหว่างผู้โดยสารในระบบขนส่งมวลชนหลักกับระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

ผู้โดยสารจากระบบขนส่งมวลชนหลักที่จะต้องเปลี่ยนไปขึ้นระบบอื่นในช่วงสุดท้ายของการเดินทางซึ่งตามปกติจะมีหลายประเภทให้เลือก คือ ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง รถโดยสารปรับอากาศ รถโดยสารประจำทาง หรือรถประจำทางในซอย ผู้โดยสารกลุ่มนี้จะเลือกใช้บริการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองก่อนประเภทอื่น รองลงมาก็คือ รถประจำทางปรับอากาศ ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ในแบบจำลองโลจิต (Logit Algorithm) และถ้าหากระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสามารถลดระยะเวลาในการเดินทาง หรือมีค่าโดยสารที่ถูกกว่ารถประจำทางปรับอากาศ สัดส่วนของผู้โดยสารในระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะสูงกว่า

ตัวอย่างที่ 2 : ผู้โดยสารในเขตพื้นที่ย่อยตามแนวเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

สำหรับผู้โดยสารที่ไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้บริการระบบขนส่งมวลชนหลัก ซึ่งจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายสูงและธรรมดา ผู้โดยสารในแต่ละกลุ่มจะถูกแจกแจงไปตามประเภทการขนส่งตามระดับของกลุ่มนั้นๆ โดยแทบจะไม่มีการแจกแจงผู้โดยสารกลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายธรรมดาให้ไปใช้บริการของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเลย และในทางกลับกันผู้โดยสารในกลุ่มที่ต้องการความสะดวกสบายสูงก็จะถูกแจกแจงไปตามความสามารถในการแข่งขันของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองกับรถประจำทางปรับอากาศตามในตัวอย่างที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการ การเขียนโปรแกรมคุณสมบัติของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเป็นไปตามมาตรฐาน UTDM ที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการเดินเท้าและรอ ค่าการขึ้นใช้บริการและการกำหนดตัวแปรในการเลือกเส้นทาง (Path -Building Parameters) (อ้างอิง : บทที่ 8 UTDM Validation Working Paper M4) ค่าเวลารอการสับเปลี่ยน (Transfer Times) ระหว่างระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่กับขนาดรองได้ถูกกำหนดให้เป็น 3 นาที ซึ่งก็หมายความว่ามีการเชื่อมต่อในการปฏิบัติการระหว่างระบบขนส่งมวลชนทั้งสองเป็นอย่างดี

2.7 การแข่งขันกับระบบขนส่งสาธารณะประเภทอื่นๆ

จะเป็นการดีหากมรการจัดโครงข่ายของระบบขนส่งสาธารณะประเภทต่างๆ ให้เสริมเข้ากับโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชนหลักตามแผนแม่บท MTMP สจร. ได้จัดให้มีโครงการศึกษาเกี่ยวกับการประสานการดำเนินการของรถประจำทางเข้ากับระบบขนส่งมวลชน ซึ่งผลจากการศึกษาได้เสนอแนะให้มีการประสานกับสายสีเขียว หากมีโครงการศึกษาเช่นนี้อีก ทีมศึกษาสามารถเริ่มพิจารณาจากเส้นทางที่ได้รับการแนะนำไว้ในรายงานฉบับนี้

สมมุติฐานที่ใช้สำหรับโครงการ MTFSS เป็นสมมติฐานเดียวกับที่ใช้ในโครงการศึกษาระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ ที่เกี่ยวกับรถโดยสารประจำทาง ถึงแม้จะมีการประสานการให้บริการของรถประจำทางกับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนแล้ว แต่ทีมที่ปรึกษามีความเห็นว่าไม่ควรระงับการให้บริการของรถประจำทางในเส้นทางที่มีโครงการระบบขนส่งมวลชนดำเนินการ ดังนั้นการแข่งขันจากรถประจำทางยังคงมีอยู่

ระบบขนส่งสาธารณะที่จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบขนส่งมวลชนขนาดรองคือ รถประจำทางปรับอากาศ และรถไมโครบัส ถ้าหากว่าโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนหลักและขนาดรองมีการดำเนินการครบสมบูรณ์ คาดว่าความจำเป็นในการให้บริการที่ซ้ำซ้อนกันตามแนวเส้นทางระหว่างระบบรถไฟฟ้ากับระบบรถประจำทางต่างๆ ก็จะมีน้อยลง เมื่อถึงเวลานั้นควรจะมีการปรับโครงสร้างและโครงข่ายของระบบรถประจำทางให้มีการเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์กับระบบขนส่งสาธารณะต่างๆ

3. การคาดการณ์การเดินทางด้วยการขนส่งมวลชน

การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารกระทำขึ้นเพื่อให้เห็นภาพมองต่างๆ กันซึ่งเป็นภาพเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาในสายทางพระราม 3 ขั้นตอนเหล่านั้นพัฒนาขึ้นเพื่อทดสอบนัยสำคัญทางด้านการเงินของการเริ่มให้บริการ โดยเก็บค่าโดยสารก่อนที่ทั้งสายจะดำเนินการก่อสร้างเสร็จ ภาพต่างๆเหล่านี้ได้แก่

- กรณีที่เมื่อไม่มีสายทางพระราม 3 จะเป็นเช่นใด ใช้เป็นกรณีพื้นฐาน
- ขั้นที่ 1 ซึ่งมีสถานีเริ่มแรก 4 สถานี
- ขั้นที่ 1 และ 2 ซึ่งสถานีเริ่มแรก 9 สถานีขั้นที่1, 2 และ3 ซึ่งสถานีทั้งสิ้น 14 สถานี

การคาดการณ์นั้น กระทำขึ้นในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 จะเป็นปีที่มีการพัฒนาในพื้นที่รอบข้างเต็ม ในขณะที่ พ.ศ.2544 จะเป็นปีเปิดดำเนินการอย่างเร็วที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารทั้งหมดตลอดวันเพื่อเก็บข้อมูลไว้ใช้วิเคราะห์ด้านการเงินและเศรษฐกิจ นอกจากนั้นยังใช้การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า เพื่อทำการประมาณจำนวนรถที่ต้องมี ขนาดของสถานี และตัวชี้วัดอย่างเดียวกันที่ต้องกำหนดขึ้นจากความต้องการในชั่วโมงเร่งด่วน

การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารเบื้องต้นที่แสดงในต่อไปนี้มาจากสมมติฐานสำคัญเกี่ยวกับสัดส่วนทั้งหมดและลักษณะของการสร้างโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา ทั้งนี้อาจสังเกตได้ว่าได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวชี้วัดบางตัว โดยใช้การทดสอบความอ่อนไหว ดังจะกล่าวต่อไปภายหลังในหัวข้อนี้

- สถานีปลายทางที่สาธรทำให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนหลักสายสีเขียวที่สถานี S3 ได้สะดวกเพื่อผู้โดยสารที่มาโดยสารต่อระหว่างระบบ ไม่จำเป็นต้องลงมายังระดับพื้นดิน
- ชั้นขายตั๋วของสถานีของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา จะเชื่อมต่อกันให้ยาวที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อเชื่อมการพัฒนาต่างๆ ไว้โดยทางเดินที่สะดวกเข้าถึงได้ตรงกันฝนตกฟ้าร้องหรือแดดออกและมีบันไดเลื่อนขึ้น-ลงระหว่างชานชาลา และระดับพื้นดิน
- เส้นทางรถประจำทางธรรมดาที่ขนานเลียบไปกับสายทางและเส้นทางรถประจำทางปรับอากาศที่ทาง UTDM เสนอไว้จะยังคงเปิดให้บริการอยู่ แม้ว่าจะเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 แล้วก็ตาม
- จะไม่มีทางเชื่อมต่อระหว่างบริการรถประจำทางสายด่วนที่มีหรือวางแผนไว้โดยใช้สะพานพระรามที่ 9 และสายทางพระราม 3
- ลักษณะทั่วไปของการพัฒนาที่ทำให้เกิดขึ้นบริเวณสถานีแต่ละสถานีจะคล้ายคลึงกันกับการพัฒนาที่มีอยู่หรือวางแผนไว้ให้เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง เช่น จะไม่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงประเภทของการพัฒนาครั้งยิ่งใหญ่เพียงเพราะมีการสร้างสายทางพระราม 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากเป็นที่อยู่อาศัยไปเป็นเพื่อนการค้าเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ใน UTDM แล้ว

ในโครงสร้างของ UTDM ซึ่งเป็นที่มาของแบบจำลองในที่นี้ รายละเอียดเกี่ยวกับด้านตามแนวสายทางยังไม่เพียงพอต่อการศึกษา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดเขตพื้นที่ใหม่ในแต่ละพื้นที่สถานี โดยกำหนดให้เป็นพื้นที่ในรัศมี 500 เมตร ที่เดินเท้ามายังสถานีได้ อันยอมรับไว้แล้วเพียงแต่เล็กกว่า ทางที่ปรึกษาได้คำนวณสัดส่วนของจำนวนประชากรและควรวางในเขตพื้นที่แบบจำลองซึ่งเท่ากับพื้นที่ในรัศมี 500 เมตร ที่เดินมายังสถานีได้และจำนวนรวมเขตพื้นที่ทั้งหมดจะเปลี่ยนตาม (เพื่อลดขนาดเขตพื้นที่ของ UTDM) จากข้อมูลเหล่านี้ได้มีการทบทวนตารางที่ใช้วิเคราะห์การเดินทางด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารต่อวัน

การคาดการณ์การปริมาณการโดยสารตลอดทั้งวันสำหรับสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาและเส้นทางรถประจำทางที่ขนานคู่กันไปจะเสนอในตารางที่ 4.5 ถึง 4.14 โดยมีภาพการณ์ดังต่อไปนี้ ได้แก่

- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2554 โดยไม่มีการสร้างสายทางพระราม 3
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2554 โดยมีการสร้างสายทางพระราม 3 เต็มระบบ
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2554 โดยมีสายทางพระราม 3 ขั้นที่ 1 เท่านั้น
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2554 โดยมีสายทางพระราม 3 ขั้นที่ 1 และ 2
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2544 โดยไม่มีการสร้างสายทางพระราม 3
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2544 โดยมีการสร้างสายทางพระราม 3 เต็มระบบ
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2544 โดยมีสายทางพระราม 3 ขั้นที่ 1 เท่านั้น
- ภาพการณ์ใน พ.ศ.2554 โดยมีสายทางพระราม 3 ขั้นที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเส้นทางหลักของรถประจำทางต่างๆ ที่ผ่านบริเวณที่มีผู้มาใช้บริการมาก คาดว่าจะสามารถขนส่งผู้โดยสารได้ 407,000 คน/วัน ใน พ.ศ.2554 โดยรวมถึงผู้โดยสารขาขึ้นและขาลงทั้งในและนอก บริเวณที่มาใช้บริการกันมาก ตารางที่ 4.6 แสดงการคาดการณ์การโดยสารของสายทางพระราม 3 และรูปที่ 4.4 แสดงการบรรทุกผู้โดยสารในจุดเชื่อมต่อ การโดยสารรวมทั้งหมดใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระราม 3 คาดว่าจะประมาณ 205,000 คนต่อวัน โดยมีอัตราค่าโดยสารเฉลี่ย 12.34 บาท ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณการโดยสารในเส้นทางรถประจำทางหลัก ซึ่งปริมาณการโดยสารรถประจำทางเส้นทางหลักในบริเวณนี้จะลดลงมาเพียง 22 % เหลือ 314,000 คนต่อวัน สังเกตได้ว่าการลดลงมานี้คือปริมาณของรถประจำทางปรับอากาศเกือบทั้งหมด ซึ่งเป็นคู่แข่งหลักของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา จากการวิเคราะห์แหล่งที่มาของการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา เห็นได้ชัดว่า 65 เปอร์เซนต์ของผู้โดยสารที่อาจจะเป็นผู้เดินทางมาจากพื้นที่ภายในรัศมี 500 เมตรยังสถานี จะเลือกใช้รถประจำทางซึ่งจะช้ามาก อันเป็นผลจากโครงข่ายถนนสายหลักซึ่งการจราจรติดขัดอย่างหนัก ในทางกลับกัน ผู้โดยสารที่อาจมาจากเขตพื้นที่ใกล้เคียงของ UTDM มีน้อยกว่า 20 % จะเลือกใช้บริการระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา เพราะระยะทางเดินนั้นไม่เป็นที่พึงประสงค์นักถ้าต้องเผชิญกับสภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร

ทั้งนี้พึงสังเกตว่า แบบจำลองการขนส่งนำเอากระบวนวิธีการเดียวกันกับ UTDM มาใช้ในการแบ่งการเดินทางทั้งหมดให้เป็นสองประเภท โดยขึ้นอยู่กับแนวโน้มว่าจะเลือกประเภทการเดินทางที่ให้ความสะดวกสบายอย่างสูง ซึ่งราคาจะสูงกว่า ดังเช่นนี้ ตลาดผู้ใช้บริการการเดินทางโดยรวมใน พ.ศ.2554 จะเปลี่ยนไปเพื่อว่ากึ่งหนึ่งจะเป็นผู้เดินทางที่ชอบความสะดวกสบายอย่างสูงอันรวมถึงการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนหลัก และระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา และอีกกึ่งหนึ่งจะเป็นผู้เดินทางด้วยพาหนะขนส่งแบบที่มีความสะดวกสบายต่ำ อันได้แก่ รถประจำทางธรรมดา เป็นหลัก ถ้าสัดส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าที่คาดไว้ในแบบจำลอง UTDM ตลาดรวมของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาจะมีปริมาณมากขึ้น และจะทำให้ปริมาณการโดยสารสูงขึ้นเป็นอันมากทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การใช้บริการรถโดยสารประจำทางเมื่อไม่มีสายทางพระราม 3 ปี พ.ศ. 2554

Start Point	End Point	Boarding
Sathupradit	Ramkamhaeng	9,028
Ramkamhaeng	Sathupradit	8,354
The Mall Taphra	Sathupradit	20,924
Sathupradit	Victory Monument	27,134
Victory Monument	Sathupradit	28,563
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	20,903
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	22,462
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	62,727
Custom Department	Ta Phra	21,317
Ta Phra	Custom Department	22,491
	Sub-total Regular Bus	243,903
Charoenkrung	Sathupradit	6,289
	Sub-total Soi Bus	6,289
Custom Department	Ta Phra	11,653
Sathupradit	Ramkamhaeng	4,591
Ramkamhaeng	Sathupradit	3,871
Sathupradit	Victory Monument	15,249
Victory Monument	Sathupradit	15,672
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	9,160
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	10,964
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	70,550
The Mall Taphra	Khlon	15,152
	Sub-total Air-conditioned Bus	156,862
	Total All Buses	407,054

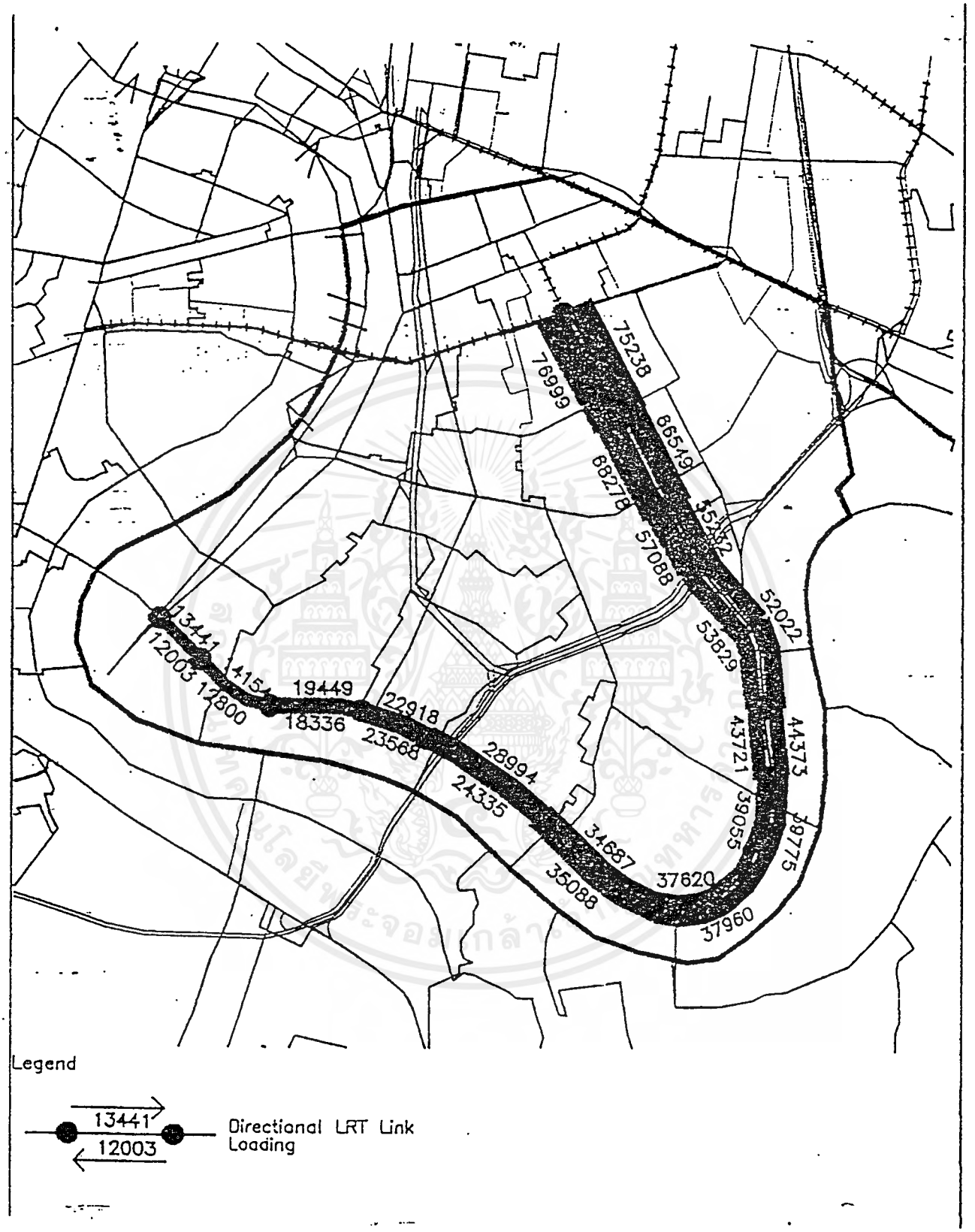
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ. 2554 ของสายทางพระราม 3

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	75,238	0	0	77,002
Technical Institute	2,161	10,849	10,729	2,008
Chan Tudmai	3,360	14,676	14,200	3,010
Wat Phoman	3,268	6,478	6,374	3,115
Bangkok Bank	3,546	11,195	13,662	3,554
Supalai	755	5,354	5,312	645
SV Garden	1,884	3,699	3,673	2,239
SV Riverside	1,420	4,292	4,369	1,436
Satupradit	1,903	12,656	7,650	1,958
Rama IX Bridge	1,588	2,355	8,157	2,081
Ratchada Hotel	3,841	9,073	8,420	4,951
Montien Hotel	1,079	6,614	6,544	1,248
Wat Chan Nok	823	1,621	1,589	876
Charoen Krung	0	12,004	13,441	0
Total	100,865	100,867	104,120	104,123

Total daily boarding	**204,985**
Total daily revenue (Baht)	**2,529,881**
Average fare (Baht)	**12.34**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.4 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้บริการรถประจำทางรายวันปี พ.ศ.2554 เมื่อมีสายทางพระราม 3 เต็มระบบ

Start Point	End Point	Boarding
Sathupradit	Ramkamhaeng	9,634
Ramkamhaeng	Sathupradit	8,212
The Mall Taphra	Sathupradit	18,011
Sathupradit	Victory Monu.	28,852
Victory Monument	Sathupradit	27,366
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	22,031
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	22,014
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	57,878
Custom Department	Taphra	18,242
Taphra	Custom Department	20,456
	Sub-total Regular Bus	232,696
Charoenkrung	Sathupradit	5,800
	Sub-total Soi Bus	5,800
Custom Department	Taphra	3,339
Sathupradit	Ramkamhaeng	3,374
Ramkamhaeng	Sathupradit	3,335
Sathupradit	Victory Monument	11,474
Victory Monument	Sathupradit	10,016
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	4,077
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	3,735
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	32,428
The Mall Taphra	Sathupradit	3,979
	Sub-total Air-condition Bus	5,800
	Total All Buses	314,253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระราม 3 เมื่อก่อสร้างเฉพาะขั้นที่ 1

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	57,668	0	0	50,999
Technical Institute	1,458	11,550	11,431	1,118
Chan Tudmai	1,176	24,258	27,839	737
Wat Phoman	0	24,495	13,584	0
Bangkok Bank	0	0	0	0
Supalai	0	0	0	0
SV Garden	0	0	0	0
SV Riverside	0	0	0	0
Satupradit	0	0	0	0
Rama IX Bridge	0	0	0	0
Ratchada Hotel	0	0	0	0
Montien Hotel	0	0	0	0
Wat Chan Nok	0	0	0	0
Charoen Krung	0	0	0	0
Total	60,302	60,302	52,854	52,854

Total daily boarding	**113,155**
Total daily revenue (Baht)	**1,237,25**
Average fare (Baht)	**12.94**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระราม 3 เมื่อมีเพียงขั้นที่ 1 และ2

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	77,481	0	0	75,005
Technical Institute	1,536	11,366	11,353	1,492
Chan Tudmai	2,793	17,654	16,885	2,497
Wat Phoman	2,875	6,808	6,766	2,942
Bangkok Bank	453	11.877	15,167	2,426
Supalai	1,882	5,633	5,614	408
SV Garden	1,286	4,150	4,083	1,793
SV Riverside	283	4,712	4,804	1,224
Satupradit	0	14,833	8,572	330
Rama IX Bridge	0	14,132	14,872	0
Ratchada Hotel	0	0	0	0
Montien Hotel	0	0	0	0
Wat Chan Nok	0	0	0	0
Charoen Krung	0	0	0	0
Total	91,177	91,177	88,115	88,115

Total daily boarding **179,292**

Total daily revenue (Baht) **2,168,531**

Average fare (Baht) **12.09**

ตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณการโดยสารด้วยระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาในเส้นทางสองช่วงแยกกัน ซึ่งจะสามารถเปิดให้บริการได้ก่อนให้บริการตลอดทั้งสายทาง ปริมาณการโดยสารนี้จัดทำขึ้นโดยใช้ตารางวิเคราะห์การเดินทางอันเดียวกัน จึงละส่วนของเส้นทางที่ยังไม่ต้องการไว้ ปริมาณการโดยสารในเส้นทางขั้นที่ 1 จะมีปริมาณถึง 113,000 คนต่อวัน ซึ่งอาจสูงกว่าที่คาดไว้ สิ่งนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากผู้โดยสารบางส่วนอาจโดยสารด้วยระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาต่อ แทนที่จะใช้รถประจำทาง เหตุการณ์เดียวกันจะเกิดขึ้นเมื่อเปิดบริการขั้นที่ 1 และ 2 เมื่อปริมาณการโดยสารที่คาดไว้ขึ้นถึง 179,000 คนต่อวัน เป็นเครื่องยืนยันว่าสิ่งที่แสดงให้เห็นในการคาดการณ์สำหรับเมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระรามที่ 3 เต็มระบบ คือ จะมีผู้โดยสารที่มาใช้บริการในตลอดเส้นทางน้อยกว่า ซึ่งอาจทำให้เห็นได้ว่า ผู้เดินทางนิยมใช้รถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจำทางจากแถบเจริญกรุงเข้าสู่ตัวเมือง มากกว่าที่จะใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา เนื่องจากรถประจำทางนั้นเป็นเส้นทางที่ตรงกว่า

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการขึ้นใช้บริการรถประจำทางในแต่ละวันใน พ.ศ.2544 เมื่อไม่มีสายทางพระราม 3 เปิดดำเนินการ

Start Point	End Point	Boarding
Sathupradit	Ramkamhaeng	18,070
Ramkamhaeng	Sathupradit	17,628
The Mall Taphra	Sathupradit	39,514
Sathupradit	Victory Monu.	38,273
Victory Monument	Sathupradit	74,494
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	74,636
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	29,985
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	177,951
Custom Department	Taphra	38,037
Taphra	Custom Department	52,003
	Sub-total Regular Bus	560,591
Charoenkrung	Sathupradit	7,093
	Sub-total Soi Bus	7,093
Custom Department	Taphra	16,672
Sathupradit	Ramkamhaeng	4,019
Ramkamhaeng	Sathupradit	4,374
Sathupradit	Victory Monument	9,560
Victory Monument	Sathupradit	6,075
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	9,348
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	5,708
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	40,699
The Mall Taphra	Sathupradit	9,077
	Sub-total Air-condition Bus	105,532
	Total All Buses	673,216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ. 2544 ของสายทางพระราม 3

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	61,213	0	0	66,760
Technical Institute	2,217	7,033	5,010	1,901
Chan Tudmai	3,224	15,884	11,178	3,091
Wat Phoman	2,650	4,397	3,135	1,887
Bangkok Bank	2,407	7,277	6,302	1,599
Supalai	658	2,700	1,935	486
SV Garden	1,763	2,505	1,793	1,240
SV Riverside	1,467	3,571	4,317	1,053
Satupradit	2,688	9,906	5,881	922
Rama IX Bridge	2,038	1,649	3,357	1,440
Ratchada Hotel	372	6,492	4,008	2,754
Montien Hotel	999	3,072	3,239	693
Wat Chan Nok	3	1,086	831	515
Charoen Krung	0	16,699	33,350	0
Total	81,700	81,700	84,336	84,336

Total daily boarding	**166,036**
Total daily revenue (Baht)	**2,164,752**
Average fare (Baht)	**13.04**

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณการโดยสารตลอดทั้งวันโดยใช้รถประจำทางของ พ.ศ.2554 ในพื้นที่ดังกล่าวโดยยังไม่มีการสร้างสายทางพระราม 3 เมื่อเทียบกับตารางที่ 4.5 สำหรับ พ.ศ.2554 ซึ่งยังไม่มีการสร้างสายทางด้วยเช่นกัน จะเห็นว่าดังที่คาดไว้ จะมีผู้เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางปรับอากาศน้อยลง อย่างไรก็ดี ปริมาณผู้โดยสารโดยรวมของรถประจำทางทุกเส้นทางในเขตนั้นจะเพิ่มมากขึ้นเป็นอันมากใน พ.ศ.2544 โดยเพิ่มประมาณ 65 % ผลอันนี้ซึ่งไม่ค่อยเป็นเหตุเป็นผลเท่าใดนัก นั้นไม่ได้มีสาเหตุมาจากว่าภายในพื้นที่มีการโดยสารมาก และดังนั้นจึงต้องรวมถึงผู้โดยสารที่เดินทางผ่านเข้าออกบริเวณพระราม 3 ด้วย สิ่งนี้เป็นประเด็นกลยุทธหนึ่งที่เห็นได้ชัดเจนในการกำหนดขนาดของแบบจำลอง UTDM และเมื่อเป็นเช่นนี้ จึงไม่มีข้ออธิบายได้ว่าทำไมสิ่งนี้จึงอาจเกิดขึ้น เมื่อสมมติให้เหตุการณ์นี้ได้นำไปใช้กับการจราจรบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนนสายหลักด้วยนั้น เหตุการณ์นี้จึงกระทบกับความเร็วในการเดินทางบนถนนสายหลักด้วยเช่นกัน ซึ่งจะอธิบายได้ว่าเหตุใดการเดินทางใน พ.ศ.2544 จึงช้ากว่า พ.ศ.2554 ในถนนบางสายในพื้นที่นั้น

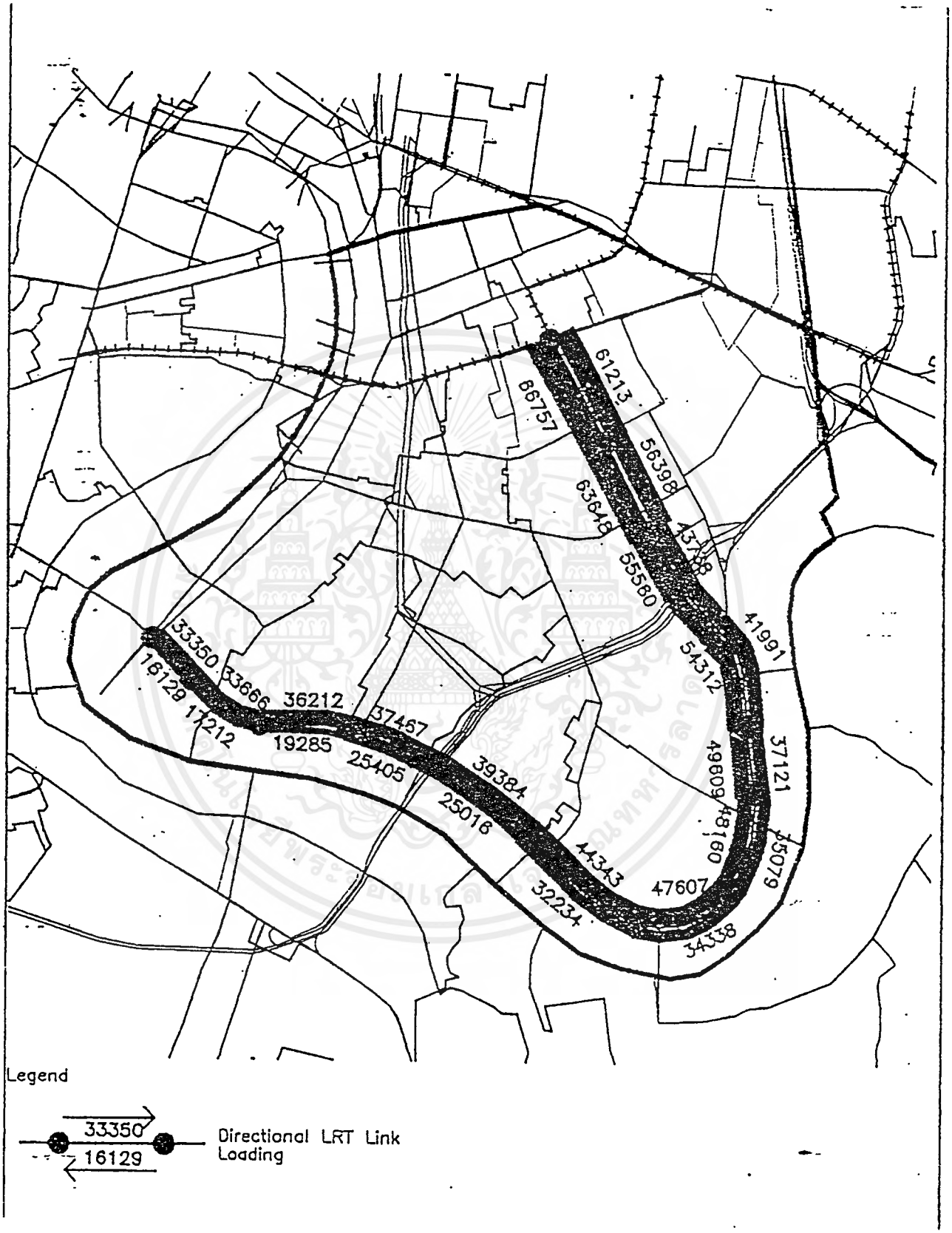
ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณการโดยสารรวมตลอดทั้งวันของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาใน พ.ศ.2544 แต่รูปที่ 4.5 แสดงการบรรทุกผู้โดยสารในจุดเชื่อมต่อ และตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณการโดยสารด้วยรถประจำทาง อาจสังเกตได้ว่า ปริมาณผู้โดยสารของระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาใน พ.ศ.2544 จะน้อยกว่าใน พ.ศ.2554 ร้อยละ 15 จำนวนที่ลดลงนี้ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเดินทางที่ลดลงมาเล็กน้อย แต่ที่สำคัญ เป็นผลมาจากสัดส่วนของผู้โดยสารที่ใน UTDM ได้คาดว่าจะเต็มใจจ่ายค่าโดยสารในราคาที่สูงกว่าเพื่อการเดินทางที่สะดวกสบายกว่าของ พ.ศ.2544 จะน้อยกว่า พ.ศ.2554 เห็นได้ชัดเจนว่า ความเต็มใจที่จะจ่ายเงินเพิ่มนี้จะมากขึ้นเมื่อเศรษฐกิจเติบโตขึ้น และประชากรโดยรวมมีฐานะดีขึ้น การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารโดยรวมยังขึ้นอยู่กับความเร็วในการเดินทางบนถนนสายหลักนั้นว่าสมเหตุผลหรือไม่ในพื้นที่นี้ อย่างไรก็ดี ได้นำเอาการวิเคราะห์ของ UTDM มาปรับเปลี่ยนบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลที่ดีกว่านี้ในปัจจุบัน

การคาดการณ์ปริมาณการโดยสารด้วยระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาใน พ.ศ.2544 สำหรับเส้นทางขั้นที่ 1 ขั้นเดียว และสำหรับขั้นที่ 1 และ 2 รวมกันจะแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14 ซึ่งแสดงรูปแบบเดียวกันกับการทดสอบของ พ.ศ.2554 แต่อาจจะน่าสนใจกว่าเพราะอาจแสดงถึงผลของการเปิดให้บริการเต็มระบบ

3.2 การคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

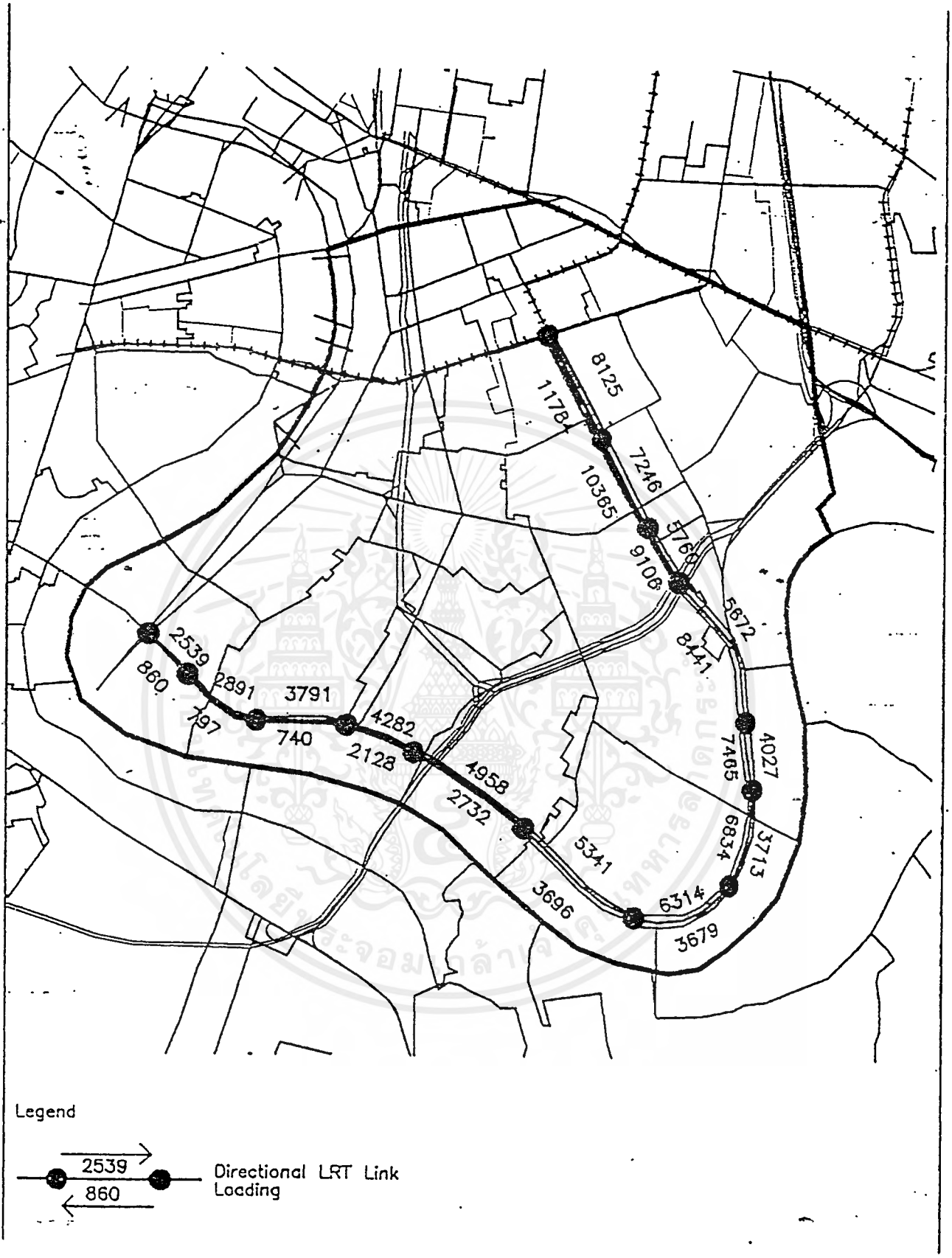
การคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในช่วงเร่งด่วนเช้าของเส้นทางระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา มีแสดงในตารางที่ 4.15 และการบรรทุกในจุดเชื่อมต่อจะอยู่ในรูปที่ 4.6 การโดยสารขาขึ้นในชั่วโมงเร่งด่วนเร่งด่วนมีเกือบ 25,100 คน เท่ากับ 12.2 เปอร์เซนต์ของปริมาณการโดยสารขาขึ้นตลอดทั้งวัน แม้ว่าจะสูงกว่าที่สังเกตได้ในกรุงเทพมหานครปัจจุบัน สัดส่วนนี้สอดคล้องกับที่พบได้ในระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาของประเทศอื่นๆ ในเอเชีย เช่น ระบบขนส่งมวลชนหลักของฮ่องกง ซึ่งมีสัดส่วนในการโดยสารในระบบทั้งหมดในช่วงเร่งด่วนเพียงประมาณ 12 % แต่จะสูงเป็น 20 % ที่บริเวณช่วงถนนนาธาน ในสภาวการณ์ที่การจราจรบนถนนสายหลักติดขัดอย่างต่อเนื่อง ตัวเลขปริมาณการโดยสารด้วยระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาจะเป็นที่น่าพอใจทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.6 ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการขึ้นใช้บริการรถประจำทางในแต่ละวันใน พ.ศ.2544 เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบ

Start Point	End Point	Boarding
Sathupradit	Ramkamhaeng	18,183
Ramkamhaeng	Sathupradit	17,499
The Mall Taphra	Sathupradit	32,137
Sathupradit	Victory Monu.	39,561
Victory Monument	Sathupradit	74,873
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	76,204
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	31,110
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	158,165
Custom Department	Taphra	30,674
Taphra	Custom Department	46,375
	Sub-total Regular Bus	524,781
Charoenkrung	Sathupradit	5,873
	Sub-total Soi Bus	5,873
Custom Department	Taphra	9,200
Sathupradit	Ramkamhaeng	3,115
Ramkamhaeng	Sathupradit	2,697
Sathupradit	Victory Monument	4,360
Victory Monument	Sathupradit	4,728
Chong Nonsi	Wat Samiennaree	7,295
Wat Samiennaree	Chong Nonsi	4,348
Bangkok Technic	Wong Wien Yai	24,324
The Mall Taphra	Sathupradit	4,025
	Sub-total Air-condition Bus	64,092
	Total All Buses	594,746

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2544 ของสายทางพระราม3 เมื่อมีเฉพาะขั้นที่1

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	51,167	0	0	37,925
Technical Institute	1,034	8,229	5,838	1,064
Chan Tudmai	2,559	21,531	29,882	363
Wat Phoman	0	25,002	3,632	0
Bangkok Bank	0	0	0	0
Supalai	0	0	0	0
SV Garden	0	0	0	0
SV Riverside	0	0	0	0
Satupradit	0	0	0	0
Rama IX Bridge	0	0	0	0
Ratchada Hotel	0	0	0	0
Montien Hotel	0	0	0	0
Wat Chan Nok	0	0	0	0
Charoen Krung	0	0	0	0
Total	54,761	54,761	39,352	39,352

Total daily boardings	**94,113**
Total daily revenue (Baht)	**1,028,740**
Average fare (Baht)	**10.93**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการโดยสารตลอดวันใน พ.ศ.2544 ของสายทางพระราม 3 เมื่อมีเพียงขั้นที่ 1 และ 2

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	57,428	0	0	46,631
Technical Institute	1,142	8,015	5,763	1,214
Chan Tudmai	1,901	17,564	11,842	1,562
Wat Phoman	2,182	4,800	3,463	1,605
Bangkok Bank	1,152	7,921	6,930	627
Supalai	306	2,987	2,170	245
SV Garden	1,298	2,858	2,078	939
SV Riverside	936	3,981	5,499	865
Satupradit	205	10,601	6,439	110
Rama IX Bridge	0	7,822	9,434	0
Ratchada Hotel	0	0	0	0
Montien Hotel	0	0	0	0
Wat Chan Nok	0	0	0	0
Charoen Krung	0	0	0	0
Total	66,551	66,551	53,618	53,618

Total daily boarding **120,169**

Total daily revenue (Baht) **1,456,048**

Average fare (Baht) **12.12**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ปริมาณโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าใน พ.ศ. 2554 ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	8,125	0	0	11,785
Technical Institute	221	1,100	1,772	352
Chan Tudmai	247	1,733	1,744	485
Wat Phoman	286	374	881	215
Bangkok Bank	255	1,901	1,641	665
Supalai	43	357	701	70
SV Garden	151	185	619	100
SV Riverside	144	128	1,014	41
Satupradit	98	1,062	738	355
Rama IX Bridge	91	696	1,025	349
Ratchada Hotel	125	1,513	1,190	698
Montien Hotel	68	11	902	2
Wat Chan Nok	85	23	365	13
Charoen Krung	0	861	2,539	0
Total	9,940	9,940	15,130	15,130

Total hourly boarding	**25,070**
Total hourly revenue (Baht)	**314,285**
Average fare (Baht)	**12.54**

4. การทดสอบความอ่อนไหว

ทางที่ปรึกษาได้มีการทดสอบความอ่อนไหวหลายครั้งสำหรับการคาดการณ์ประจำวันเพื่อกำหนดว่าปริมาณการโดยสารจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อขึ้นอยู่กับตัวชี้วัดต่างๆกัน หลายๆตัว การกระทำการทดสอบนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการปรับแก้แบบจำลองก่อนใช้งานจริงอีกด้วยเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองนั้นให้ผลที่ถูกต้อง และเพื่อกำหนดทำตัวชี้วัดที่มีความสำคัญสูงสุดในการจัดทำผลหลักๆ ดังที่ได้เสนอไว้ในตอนต้น ผลของการทดสอบความอ่อนไหวของการเดินทางในตลอดวันใน พ.ศ.2554 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเปิดบริการสายทางพระราม 3 เต็มระบบและค่าโดยสารระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเพิ่มขึ้นร้อยละ 15
- เมื่อเปิดบริการสายทางพระราม 3 เต็มระบบและค่าโดยสารระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาลดลงร้อยละ 20
- เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบโดยมีการเดินทางเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 อันเนื่องมาจากการพัฒนาในพื้นที่บริเวณโดยรอบสถานี เพื่อแสดงให้เห็นการพัฒนาที่มีมาตรฐานสูงขึ้นหรือมีการพัฒนาหนาแน่นมากขึ้น
- เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบและมีการลดการให้บริการรถโดยสารประจำทางปรับอากาศเป็นอันมากดังที่แบบจำลอง UTDM ได้กำหนดไว้ แต่ยังอยู่ในระดับที่ยังแข่งขันกับลักษณะที่มีอยู่ในปัจจุบันได้
- เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบ โดยมีการให้บริการรถด่วนปรับอากาศโดยมีความถี่ในการให้บริการสูง ในถนนเจริญกรุงซึ่งเชื่อมต่อระหว่างสถานีสุดท้ายของสายทางพระราม 3 และสถานีของระบบหลักสายสีเขียว ที่ติดกับสะพานสมเด็จพระเจ้าตากสินเพื่อวิ่งให้ครบวงรอบ อย่างที่กำหนดไว้ในการศึกษาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองของสจร.
- เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบโดยมีการให้บริการรถโดยสารประจำทางปรับอากาศสายใหม่ซึ่งเชื่อมต่อสถานีเอส.วี.ริเวอร์ไซด์ ไปยังฝั่งตรงข้ามของสะพานจะสร้างใหม่ที่ราษฎร์บูรณะ
- เมื่อเปิดดำเนินการสายทางพระราม 3 เต็มระบบโดยมีบริการเรือข้ามฟากส่งผู้โดยสารจากสถานีสาธุประดิษฐ์และโรงแรมมณเฑียรไปยัง ณ จุดต่างๆ ของอีกฟากหนึ่งของแม่น้ำ

ตารางที่ 4.16 สรุปผลการทดสอบความอ่อนไหว

Sensitivity Test	Total Daily Boardings	% Change
LRT fares increased by 50%	174,237	-15.0
LRT fares reduced by 20%	217,284	6.0
Additional 20% travel demand from station catchment zones	234,840	14.6
Reduced parallel air-conditioned bus routes	207,735	1.3
Air-conditioned bus route to complete the loop along Charoen Krung Road	204,951	0.0
Air-conditioned bus service across planned river bridge to Ratburana	275,064	34.2
Feeder ferry services across river	218,324	6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.16 สรุปได้ว่า

- ปริมาณการโดยสารในสายทางพระราม 3 ไม่ค่อยจะกระทบต่อการแปรผันในค่าโดยสารระดับต่างๆ จากที่กำหนดค่าโดยสารเบื้องต้น 10 บาท + 0.50 บาทต่อกิโลเมตร เท่าใดนัก มีความอ่อนไหวต่อราคาค่าโดยสารประมาณ 0.3 ซึ่งหมายถึงว่าเมื่อเพิ่มค่าโดยสาร 10 % จะมีผู้โดยสารลดลง 3 %
- แม้ว่าจากที่แบบจำลอง UTDM กำหนดไว้ว่า จะมีปริมาณผู้โดยสารของรถประจำทางปรับอากาศลดลงอย่างมาก ในเส้นทางที่แข่งขันกับสายทางพระราม 3 สิ่งนี้มีผลต่อการพยากรณ์ปริมาณการโดยสารในสายทางพระราม 3 น้อยมาก
- ถ้ามีการให้บริการรถโดยสารประจำทางข้ามสะพานตามแผนงานของกรมโยธาธิการ ที่จะสร้างข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา จะสามารถดึงผู้โดยสารเข้าสายทางพระราม 3 เพิ่มขึ้นมาได้อีก โดยจะมีจำนวนผู้โดยสารเพิ่มมาร้อยละ 34.2 และมีรายได้จากค่าโดยสารเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.4 การคาดการณ์นี้อาจจะน่าสนใจมากทีเดียว ถ้าจะพิจารณาต่อขยายสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดเบานี้ออกไป
- เนื่องจากมีความต้องการการขนส่งสาธารณะสูงในบริเวณสะพานกรุงเทพ จึงควรพิจารณาความเป็นไปได้ในการต่อขยายสายทางข้ามสะพานสร้างใหม่ไป อาจเลยไปถึงสถานีเปลี่ยนถ่ายกับส่วนต่อขยายสายสีเขียวที่วงเวียนใหญ่ก็เป็นได้
- การมีเรือข้ามฟากไว้ให้บริการข้ามแม่น้ำมีผลต่อปริมาณผู้โดยสารของสายทางพระราม 3 ค่อนข้างจำกัด คือจะมีผู้โดยสารเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.5 และจะได้รายได้จากค่าโดยสารเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.6 แม้ว่าการข้ามฟากไปยังสถานีสาธุประดิษฐ์อาจจะคุ้มค่า โดยกำหนดให้มีทางเดินเชื่อมต่อที่ดีระหว่างท่าเรือกับสถานีระบบขนส่งมวลชนขนาดเบา

5. บริการเรือโดยสารเพื่อป้อนระบบขนส่งมวลชนสายพระราม 3

ในบรรดาการทดสอบความอ่อนไหวที่ทำขึ้น การทดสอบเดียวที่ให้ปริมาณการโดยสารที่สูงขึ้นอย่างยิ่งแต่ไม่จำเป็นต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐานหลักให้เสร็จสมบูรณ์ คือ การทดสอบความอ่อนไหวต่อบริการเรือโดยสารป้อนระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง สายทางพระราม 3 จากผลที่ได้ การทดสอบปริมาณการโดยสารครั้งสุดท้ายนั้นเป็นไปโดยเต็มรูปแบบเพื่อที่จะให้รวมถึงบริการเรือโดยสารทั้งระบบ ยังได้มีการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อให้ความสมบูรณ์ในการเดินทางตลอดวันในพ.ศ.2554 และพ.ศ.2544 กับการเดินทางในช่วงเร่งด่วนเช้าของ พ.ศ.2554 ตารางที่ 4.17 ถึง 4.19 แสดงการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารเป็น 3 กรณี และรูปที่ 4.7 ถึง 4.9 แสดงปริมาณการโดยสารตลอดเส้นทาง

สำหรับการใช้บริการในตลอดทั้งวันของ พ.ศ.2554 การขึ้นมาใช้บริการเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.5 เนื่องจากเพิ่มบริการเรือโดยสารเข้ามา ในขณะที่ค่าโดยสารเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 12.47 บาท บริการเรือโดยสารสองแห่งอยู่ใกล้กับสถานีสะพานพระราม 9 และสถานีโรงแรมมณเฑียร ผู้โดยสารขาลงซึ่งโดยสารมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาธรนครและผู้โดยสารขาขึ้นที่จะไปยังสาธรนครจะเพิ่มขึ้นมากที่สถานีสะพานพระราม 9 แม้ว่าผลของบริการเรือโดยสารที่โรงแรมมณเฑียรจะเห็นได้น้อยกว่าก็ตาม

สำหรับช่วงเร่งด่วนเช้าใน พ.ศ.2554 ผู้โดยสารขาขึ้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.3 มาจากการนำบริการเรือโดยสารมาใช้ และผลที่เห็นชัดที่สุดก็คือที่สะพานพระราม 9 นั่นเอง ซึ่งการเคลื่อนของผู้โดยสารในสถานีนั้นเพิ่มเป็นสองเท่า

ใน พ.ศ.2544 ผลโดยรวมของการเพิ่มบริการเรือโดยสาร คือ จะมีผู้โดยสารขาขึ้นเพิ่มขึ้นมาร้อยละ 4.8 การเปลี่ยนรูปแบบในการเดินทางจะแตกต่างออกไปอย่างมากในระหว่าง พ.ศ.2544 - พ.ศ.2554 ใน พ.ศ.2554 จะมีผู้โดยสารขาขึ้นเพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้บริการเรือโดยสารและการจัดเส้นทางจราจรใหม่ด้วย ซึ่งทำให้เกิดการเดินทางจากสุดสายที่ถนนเจริญกรุงให้โดยสารต่อโดยทางเรือที่สถานีใดสถานีหนึ่งในสองสถานีนั้น ทำให้การเคลื่อนไหวเข้าออกของผู้โดยสารที่เจริญกรุงลดลง

ใน พ.ศ.2544 รูปแบบการเคลื่อนไหวเข้าออกของผู้โดยสารเริ่มแรกนั้นต่างไปมาก โดยมีผู้โดยสารขาขึ้นที่สถานีเจริญกรุงมากมายกว่าใน พ.ศ. 2554 อย่างมาก เนื่องจากความเร็วในโครงข่ายถนนสายหลักที่ UTDM คาดการณ์ไว้สำหรับ พ.ศ.2544 นั้นแตกต่างจากของ พ.ศ.2554 อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งหมายความว่า เส้นทางที่เหมาะสมสำหรับผู้โดยสารจากทางใต้และทางตะวันตกนั้น คือ เส้นทางรถประจำทาง อันทำให้สามารถเข้าถึงสุดสายทางพระราม 3 ทางด้านตะวันตกได้

เมื่อเพิ่มบริการเรือโดยสารเข้าไป ความแตกต่างที่เกิดขึ้นในความเร็วของการเดินทางบนโครงข่ายถนนสายหลักนั้นย่อมหมายถึง การใช้เรือโดยสารจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า ซึ่งจะทำให้เกิดการจัดเส้นทางการจราจรใหม่ให้สามารถเข้าไปใช้บริการเรือโดยสารได้ สำหรับผู้โดยสารของสายทางพระราม 3 แล้ว สิ่งนี้หมายถึง การเปลี่ยนจากการใช้บริการที่สถานีเจริญกรุงไปเป็นสถานีโรงแรมมณเฑียร ที่ซึ่งมีการเดินทางขาขึ้นไปยังสถานีสาธรนครเพิ่มขึ้นอย่างมาก จะมีความไม่สมดุลในเรื่องของความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งทาง UTDM ได้คาดการณ์ไว้สำหรับ พ.ศ.2544 อันหมายถึงว่าปริมาณการเดินทางจะไม่เหมือนกับในทิศทางที่ออกนอกตัวเมือง โดยทั่วไป การพัฒนาการเชื่อมต่อท่าเรือโดยสารทั้งสอง ซึ่งรวมกับสายทางพระราม 3 มีข้อดีมากมาย ทำให้ปริมาณการโดยสารในสายทางเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้รายได้จากค่าโดยสารเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังทำให้สามารถเชื่อมต่อกับ โครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะทั้งสองฝั่งแม่น้ำ ทำให้มีการปรับปรุงการต่อเชื่อมโครงข่ายการขนส่งสาธารณะข้ามแม่น้ำให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ปริมาณการโดยสารต่อวันใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระราม 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสารใหม่

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	80,864	0	0	83,292
Technical Institute	2,276	10,645	10,613	2,213
Chan Tudmai	3,532	14,555	14,138	3,220
Wat Phoman	3,306	6,382	6,335	3,210
Bangkok Bank	3,627	11,122	13,580	3,638
Supalai	779	5,288	5,288	724
SV Garden	1,912	3,690	3,647	2,260
SV Riverside	1,422	4,281	4,288	1,449
Satupradit	1,995	12,649	7,607	2,193
Rama IX Bridge	1,981	9,381	16,094	2,064
Ratchada Hotel	3,850	9,214	8,534	4,758
Montien Hotel	1,035	6,667	7,261	1,073
Wat Chan Nok	821	1,673	1,611	828
Charoen Krung	0	11,854	11,926	0
Total	107,401	107,401	110,923	110,923

Total daily boarding	**218,324**
Total daily revenue (Baht)	**2,723,276**
Average fare (Baht)	**12.47**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ปริมาณการโดยสารในช่วงเร่งด่วนเช้าใน พ.ศ.2554 ของสายทางพระราม 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสาร

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	8,384	0	0	13,152
Technical Institute	227	1,068	1,766	384
Chan Tudmai	252	1,693	1,741	552
Wat Phoman	288	363	879	225
Bangkok Bank	255	1,848	1,630	748
Supalai	43	350	700	80
SV Garden	152	185	618	101
SV Riverside	142	128	1,001	43
Satupradit	103	1,061	738	408
Rama IX Bridge	187	1,130	2,698	289
Ratchada Hotel	123	1,561	1,197	626
Montien Hotel	62	11	1,127	2
Wat Chan Nok	84	25	368	12
Charoen Krung	0	881	2,157	0
Total	10,304	10,304	16,620	16,620

Total hourly boarding	**26,924**
Total hourly revenue (Baht)	**332,822**
Average fare (Baht)	**12.36**

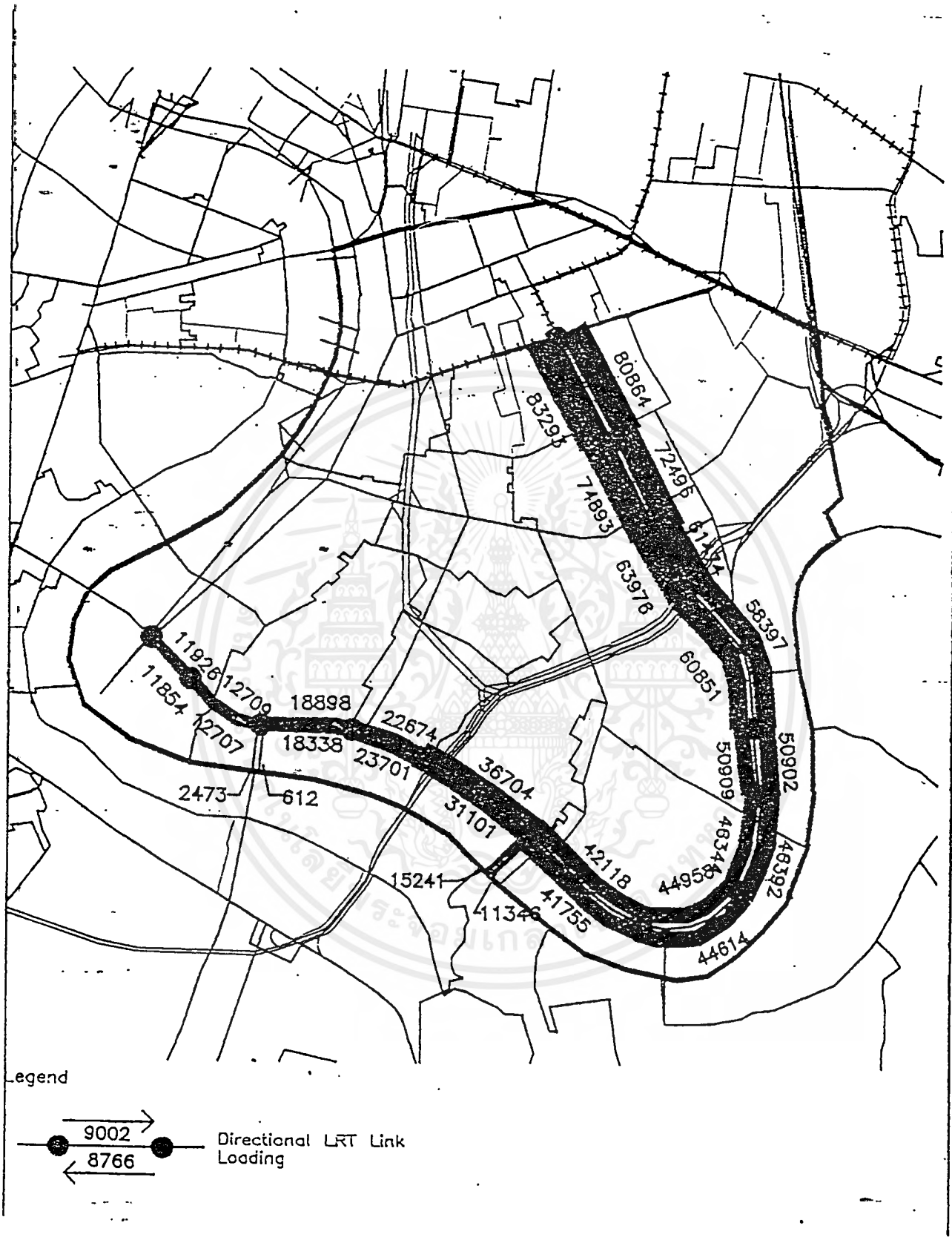
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ปริมาณการโดยสารต่อวันใน พ.ศ.2544 ของสายทางพระราม 3 เมื่อมีบริการเรือโดยสารใหม่

	From Sathorn Nakorn		To Sathorn Nakorn	
Station	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
Sathorn Nakorn	63,061	0	0	74,406
Technical Institute	2,217	7,021	5,010	1,909
Chan Tudmai	3,221	15,853	11,179	3,098
Wat Phoman	2,650	4,388	3,135	1,893
Bangkok Bank	2,401	7,250	6,302	1,680
Supalai	658	2,688	1,935	507
SV Garden	1,763	2,493	1,793	1,263
SV Riverside	1,363	3,563	2,283	1,085
Satupradit	2,333	9,819	5,881	886
Rama IX Bridge	2,013	4,579	8,040	1,158
Ratchada Hotel	355	6,471	4,050	2,311
Montien Hotel	935	3,060	25,261	486
Wat Chan Nok	3	1,100	841	440
Charoen Krung	0	14,693	15,410	0
Total	82,974	82,974	91,121	91,121

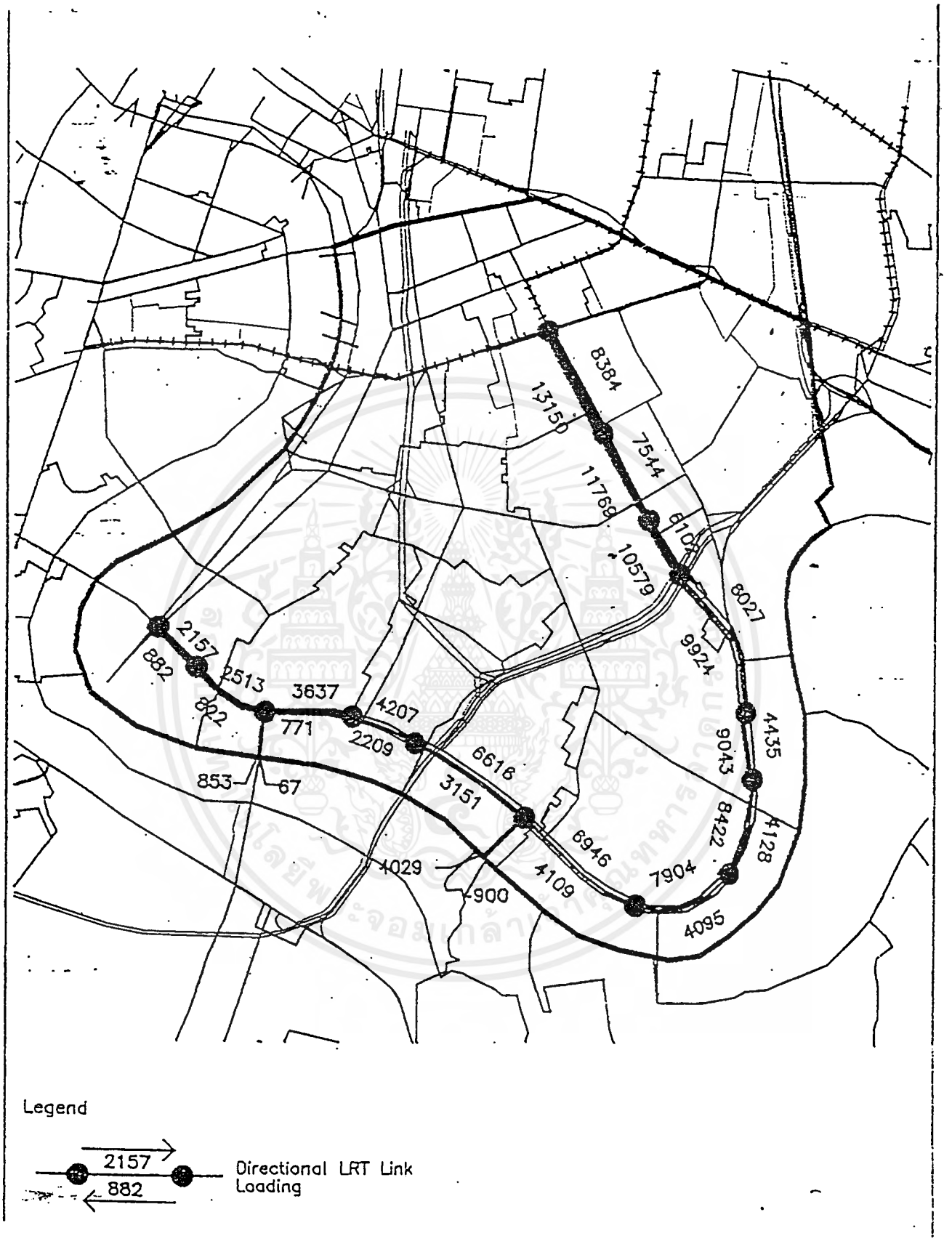
Total daily boarding	**174,095**
Total daily revenue (Baht)	**2,282,157**
Average fare (Baht)	**13.11**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



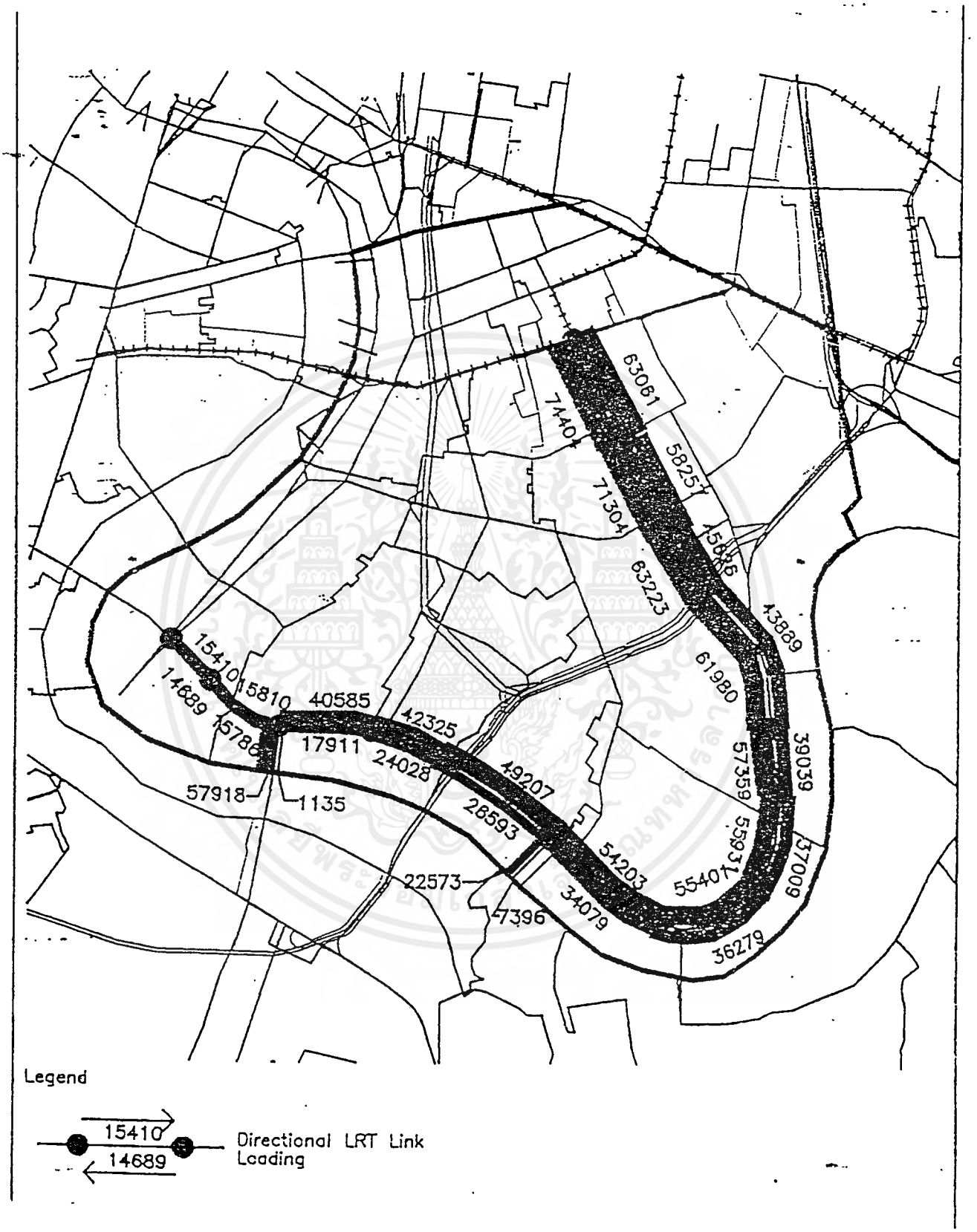
รูป 4.7 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2554 เมื่อเพิ่มเรือโดยสารข้ามฟาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.8 ปริมาณการโดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2554 เมื่อเพิ่มเรือโดยสารข้ามฟาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.9 ปริมาณการโดยสารรายวันของสายพระราม 3 ในปี พ.ศ.2544 เมื่อเพิ่มเรือโดยสารข้ามฟาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การศึกษาเทคโนโลยีของระบบขนส่งมวลชน

การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีของระบบขนส่งมวลชน กฎข้อแรกพิจารณาจากจำนวนประชากรในเมือง การพิจารณาว่าเมืองใดควรมีการใช้ระบบขนส่งมวลชนประเภทใด จากรายงานของ Urban Public Transportation System and Technology โดย Vakan R. Vnchic แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ประชากร และระบบขนส่งที่ควร เป็นดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรและระบบขนส่ง

พื้นที่	ประชากร(คน)	ระบบขนส่ง
ชุมชนเล็ก	< 100,000 (<50,000)	รถส่วนบุคคลและรถรับจ้างทั่วไป
เมือง, ตำบล, สุขาภิบาล	100,000 - 500,000 (50,000 - 300,000)	มีถนนหลัก และการใช้รถประจำทางผสมผสานกับการใช้ยานพาหนะประเภทอื่นๆ
จังหวัดขนาดกลาง	500,000 - 2,000,000 (300,000-1,300,000)	มีระบบทางเฉพาะ เช่น บัสเลน ระบบรางนำทางแยกอิสระ(ไม่จำเป็นต้องเป็นทางเฉพาะ) หรือระบบรถไฟฟ้าขนส่งขนาดเบา (LRT)
จังหวัด, มหานคร	>2,000,000 (>1,300,000)	ระบบทางเฉพาะแยกอิสระ มีเขตทางเป็นของตัวเองทั้งหมด รถไฟฟ้าขนาดเบา (LRT) และรถไฟฟ้าใต้ดิน, METRO

หมายเหตุ : (1) ตัวเลขประชากรในวงเล็บ เป็นตัวเลขของประชากรในยุโรป ตัวเลขที่ไม่มีวงเล็บเป็นประชากรของเมืองต่างๆ ในประเทศแคนาดาและอเมริกา

(2) การตัดสินใจจะให้มีประเภทใดขึ้นอยู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดเวลาในการเดินทาง

(3) ในประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทย อาจต้องมีจำนวนประชากรมากกว่านี้ เนื่องจากรายได้ประชากรอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และค่าเสียเวลายังมีค่าน้อยกว่าประเทศ ที่พัฒนาแล้ว

การที่ระบบขนส่งมวลชนจะให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ขึ้นอยู่กับปัจจัยเกี่ยวกับเขตทางด้วย ซึ่งอธิบายได้ใน 3 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การที่ไม่มีเขตทางอิสระ คือวิ่งไปบนถนนระดับดิน ผสมผสานไปกับยานพาหนะประเภทอื่น เรียกว่า "Mixed Traffic" วิธีนี้การให้บริการค่อนข้างจำกัด กล่าวคือ ขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรบนถนนในขณะต่างๆ
- การที่มีเขตทางแยกอิสระ หรือเรียกว่า "Separate Right of way" หมายถึง มีช่องทางอิสระบนถนน ที่แยกออกจากยานพาหนะประเภทอื่น โดยมีแผงกั้น หรือมีขอบทาง แต่ก็ยังมีการตัดผ่านหลายๆจุด และตัดผ่านทางแยก รวมทั้ง มีคนข้ามถนนตัดผ่าน
- การมีเขตทางเฉพาะ หรือเรียกว่า "Private Right of way" วิธีนี้เช่น การแยกระบบออกโดยการยกระดับ หรือลงใต้ดิน หรือแยกระดับจากถนนโดยเด็ดขาด

1. เส้นทางในแนวดิ่ง

มีลักษณะของเส้นทางในแนวดิ่ง ให้พิจารณาอยู่สามลักษณะ สำหรับระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ทางวิ่งตายตัว ได้แก่

- ทางวิ่งเสมอระดับพื้น
- ทางวิ่งยกระดับ
- ทางวิ่งใต้ดิน

ทางวิ่งเสมอระดับพื้น รถไฟฟ้าจะเดินทางร่วมไปกับรถยนต์ทั่วไป ผู้สัญจรทางเท้าที่ใช้ผิวทางจราจรและบาทวิถี ถ้ามีเขตทางให้เลือกใช้จะสามารถเดินรถในระดับเดียวกับพื้นดินได้ ซึ่งอาจจะแยกออกจากการจราจรบนท้องถนนหรือแยกเป็นบางส่วน การเดินรถในระดับพื้นดินเป็นวิธีที่ถูกที่สุด แต่จะประสบปัญหากับการจราจรที่ติดขัดอย่างหนักและมีข้อจำกัด เรื่องเวลาในการเดินทางเช่นเดียวกับที่รถยนต์และรถประจำทางประสบมา

ทางวิ่งยกระดับเหนือพื้นถนน จะแก้ปัญหาเวลาการเดินทางที่ล่าช้า เพราะปัญหาการจราจรติดขัดได้ แต่ลักษณะเส้นทางยกระดับจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า และเกิดผลกระทบด้านความสวยงามและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งในขณะก่อสร้างจะขัดขวางการจราจรมาก

ทางวิ่งใต้ดิน จะตัดปัญหาเรื่องการจราจรบนทางถนนทั้งหมด และทำให้ข้อพิจารณาด้านผลเสียด้านสิ่งแวดล้อมเบาบางลง แต่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างจะสูงอย่างมาก จึงไม่ค่อยถูกนำมาพิจารณา ยกเว้นในกรณีพิเศษจะใช้ในการก่อสร้างทางระยะสั้น และเมื่อมีเหตุผลอันสมควรเท่านั้น

การเปรียบเทียบ ข้อดี - ข้อเสีย ของทางวิ่งทั้ง 3 แบบ

ข้อดี	ข้อเสีย
ทางวิ่งเสมอระดับพื้น	
- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างน้อยที่สุด	- ต้องสร้างทางแยกต่างระดับในบริเวณทางข้ามและ ทางแยก
- เทคนิคการก่อสร้างเป็นที่แพร่หลาย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะเวลาการก่อสร้างน้อย	- ต้องสร้างทางเบี่ยง
- ใช้เงินทุนในการประกอบการต่ำสุด	- ขณะการก่อสร้างจะขัดขวางการจราจร
	- ทำให้เสียช่วงการจราจรอย่างถาวร
	- ก่อให้เกิดมลพิษด้านเสียงและแสง
	- มีปัญหาด้านระบบความปลอดภัย

ทางวิ่งยกระดับ

- ทางด่างระดับแยกต่างหากกับทางข้ามและทางแยก	- ก่อให้เกิดมลพิษด้านเสียงและแสง
- ก่อให้เกิดการทำลายพื้นถนนน้อย	- ต้องสร้างทางเบี่ยง
- เทคนิคการก่อสร้างเป็นที่แพร่หลาย ทำให้ช่วยลด	- ขณะการก่อสร้างจะขัดขวางการจราจร
ระยะเวลาการก่อสร้าง	- ทาให้เสียช่องทางการจราจร, ทางเดินเท้า
- ใช้เงินทุนในการประกอบการน้อยกว่าทางใต้ดิน	อย่างถาวร
	- จะลดแสงสว่างตามธรรมชาติ
	- ทำลายความเป็นส่วนตัว ความสงบของ
	ประชาชน
	- เสียค่าใช้จ่ายมากกว่าการก่อสร้างทางระดับ
	พื้น
	- กีดขวางกับโครงสร้างทางยกระดับอื่น ๆ

ทางวิ่งใต้ดิน

- ทางวิ่งแยกต่างหากกับทางข้ามและทางแยก	- เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงมาก
- ระหว่างการก่อสร้าง มีการทำลายพื้นถนนน้อย	- ต้องสร้างทางเบี่ยง
- ไม่ได้ลดช่องทางการจราจรอย่างถาวร	- ขณะการก่อสร้างจะขัดขวางการจราจร
- ก่อให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว	- ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการชำระเงิน

เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งหมดแนวสายทางที่เหมาะสมที่สุด สำหรับโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเลียบคลองสายพระราม 3 - คลองช่องนนทรีควรจะเป็นทางวิ่งยกระดับ

2. เทคโนโลยีของระบบขนส่งมวลชน

จากการศึกษาระบบขนส่งมวลชนที่จะนำมาพิจารณา ใช้กับเส้นทางสายพระราม 3 - คลองช่องนนทรี มีดังนี้

- ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา
- ระบบรถไฟฟ้าขนาดกลาง
- ระบบรถไฟฟ้ารางเดี่ยว
- ระบบรถเมล์ราง

เอกสารนี้เก็บไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ระบบรถ

2.1.1 รถไฟฟ้ารางเดี่ยว

รถไฟฟ้ารางเดี่ยวเป็นเทคโนโลยีการขนส่งที่ค่อนข้างใหม่ ระบบทั่วไปใช้ล้อยางขับเคลื่อนไปตามทางวิ่งเดี่ยว โดยมากใช้วิธีวิ่งคร่อมบนราง บางระบบใช้วิธีแขวนตัวรถไว้กับทางวิ่งที่ติดตั้งด้านบน รถไฟฟ้ารางเดี่ยว มีใช้กันมากในประเทศญี่ปุ่น ระบบรถไฟฟ้ารางเดี่ยวเริ่มก่อสร้างเป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมันในพ.ศ.2441

ความจุของรถไฟฟ้ารางเดี่ยวมีตั้งแต่ 4,000 คน/ชั่วโมง/ทิศทาง ในระบบขนาดเล็ก ถึง 12,000 คน/ชม./ทิศทาง แต่โดยทั่วไปจะมีความจุระหว่าง 5,000-20,000 คน/ชม./ทิศทาง ซึ่งช่วงความจุนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น ความกว้างของทางวิ่ง รัศมีโค้งเลี้ยว และความถี่ในการเข้าสถานี ตัวอย่างรถไฟฟ้ารางเดี่ยวแสดงในรูปที่ 5.1

2.1.2 รถไฟฟ้าขนาดเบา

ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบา เป็นขบวนรถที่ใช้เทคโนโลยีขับเคลื่อนล้อเหล็กไปตามรางเหล็ก ใช้กันโดยทั่วไปในเมืองขนาดกลางที่จำนวนผู้โดยสารยังมีอยู่น้อยที่จะใช้ระบบรถไฟฟ้าขนาดหนักได้ไม่คุ้มค่า หรือใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรองขนส่งผู้โดยสารต่อจากระบบรถไฟฟ้าขนาดหนักในเมืองใหญ่ ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาเป็นที่นิยมใช้ในยุโรปและตะวันออกไกล และเริ่มเป็นที่นิยมในอเมริกาเหนือ

ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบามีความจุระหว่าง 6,000-20,000 คน/ชม./ทิศทาง ประกอบกับคุณสมบัติอื่นได้แก่ รัศมีโค้งเลี้ยวต่ำ รัศมีโค้งทางดิ่งน้อย ขับเคลื่อนได้รวดเร็ว ทำให้รถไฟฟ้าขนาดเบามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

2.1.3 ระบบรถไฟฟ้าขนาดกลาง

ระบบรถไฟฟ้าขนาดกลางมีทั้งใช้เทคโนโลยีขับเคลื่อนบนล้อเหล็กหรือล้อยาง โดยทั่วไปจะใช้ระบบอัตโนมัติทั้งหมดโดยไม่ต้องมีคนขับ ทำให้ระยะห่างของขบวนต่ำ นำมาใช้งานเมื่อจำนวนผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนมีอยู่ระหว่างระบบรถไฟฟ้าเบากับรถไฟฟ้าขนาดหนัก

ความจุระหว่าง 20,000-40,000 คน/ชม./ทิศทาง โดยใช้ระบบที่มีขนาดตัวรถกว้างขึ้นกว่าระบบทั่วไปที่มีความจุ 20,000 คน/ชม./ทิศทาง ตัวอย่างที่ใช้งานแล้วได้แก่สาย Putra ในกัวลาลัมเปอร์ และสาย Taipei-Mucha

ระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่เช่น Metrolink ในไมอามีและฟลอริดา กำหนดให้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนาดกลางโดยใช้ระบบอัตโนมัติทั้งหมด โดยไม่ต้องมีผู้ควบคุมและอาจใช้ล้อยาง หรือล้อเหล็กวิ่งบนรางเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 รถเมล์ราง

รถเมล์รางเป็นเทคโนโลยีอีกอย่างหนึ่งที่นำมาพิจารณาใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง เป็นระบบง่ายๆ โดยนำรถเมล์ธรรมดามาดัดแปลงให้ขับเคลื่อนไปตามรางบังคับแทนการใช้คนบังคับทิศทาง การดัดแปลงกระทำโดยเพิ่มล้อบังคับทิศทางด้านข้างต่อเชื่อมเข้ากับกลไกการเลี้ยวรถให้สัมผัสไปตามผิวด้านในของรางบังคับ

สิ่งที่ต่างไปจากรถเมล์อื่นๆ นั้นคือรถเมล์รางจะใช้ในเขตทางวิ่งเฉพาะ (Excusive right-of-way) แทนที่จะวิ่งปะปนไปในเส้นทางปกติทำให้ได้ความเร็วมากขึ้น ส่งผลให้มีความจะเพิ่มขึ้นโดยมีความจุระหว่าง 5,000-10,000 คน/ชม./ทิศทาง ทำให้ระบบรถเมล์รางมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง การเพิ่มความจุให้มากขึ้นต้องใช้ระบบควบคุมที่สมบูรณ์ แต่ทำได้ยากในกรุงเทพฯ รถเมล์รางสามารถวิ่งบนถนนทั่วไป และทางวิ่งควรเป็นทางระดับพื้นมากกว่าทางยกระดับ ดังนั้นศักยภาพการใช้งานในกรุงเทพจึงมีอยู่น้อยทำให้ความเป็นไปได้ในการนำระบบรถเมล์รางมาใช้น้อยลง

2.1.5 ระบบอื่นๆ

เทคโนโลยีระบบขนส่งมวลชนต่างๆ ต่อไปนี้ได้นำมาประเมินการใช้งานในระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่อเชื่อมระบบขนส่งมวลชนหลักในกรุงเทพฯ แต่ถูกคัดทิ้งไป เนื่องจากความจุไม่เหมาะสม

รถราง (Tram)

รถรางเป็นเทคโนโลยีที่มีมานาน ใช้วิธีขับเคลื่อนด้วยล้อเหล็กวิ่งไปตามรางเหล็ก มีใช้กันทั่วโลก และส่วนใหญ่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจ่ายผ่านทางด้านบนตัวรถ รถรางส่วนใหญ่ใช้เมื่อแรกเริ่มเป็นเขตเมือง โดยวิ่งบนถนนปะปนไปกับยวดยานชนิดอื่น รถรางมีความคล้ายคลึงกับรถไฟฟ้าขนาดเบา บางครั้งจะนำมาใช้ในตอนเริ่มแรก แล้วเปลี่ยนเป็นรถไฟฟ้าขนาดเบาภายหลังเมื่อจำนวนผู้โดยสารมีมากขึ้น

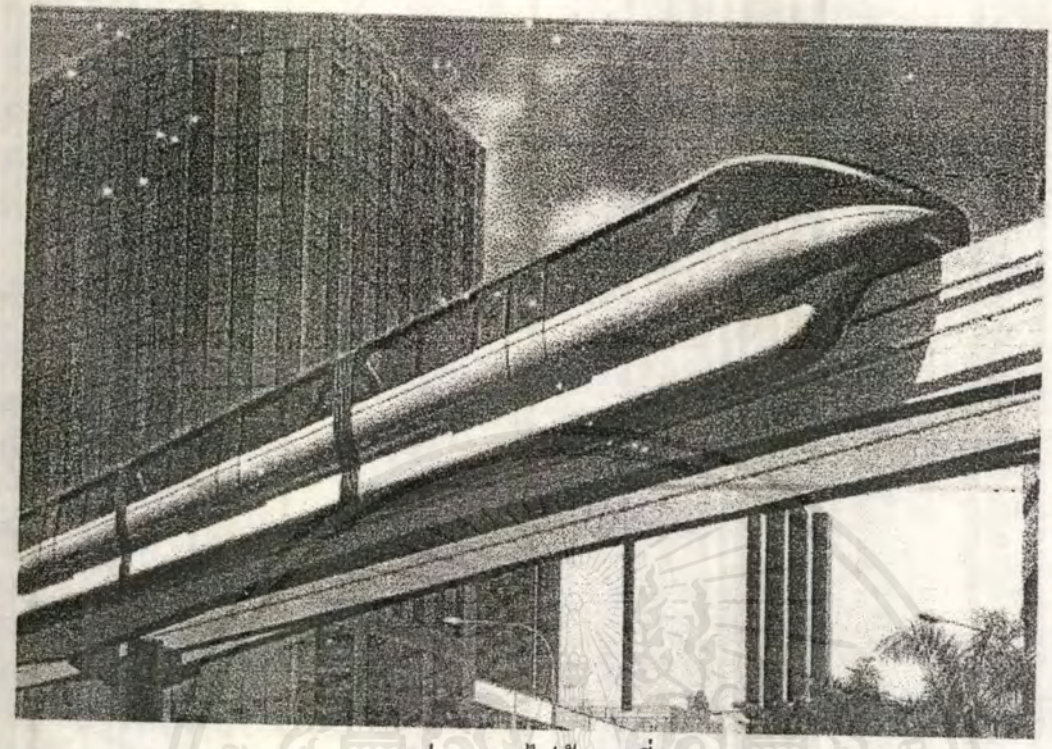
รถรางถูกคัดออกจากการพิจารณาใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรองของกรุงเทพ เพราะมีความจุของระบบต่ำ โดยมีเพียง 4,000-8,000 คน/ชม./ทิศทาง และถนนในกรุงเทพ มีสภาพการจราจรติดขัดมากอยู่แล้ว จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน

รถไฟฟ้าขนาดหนัก Heavy Rail (Metro)

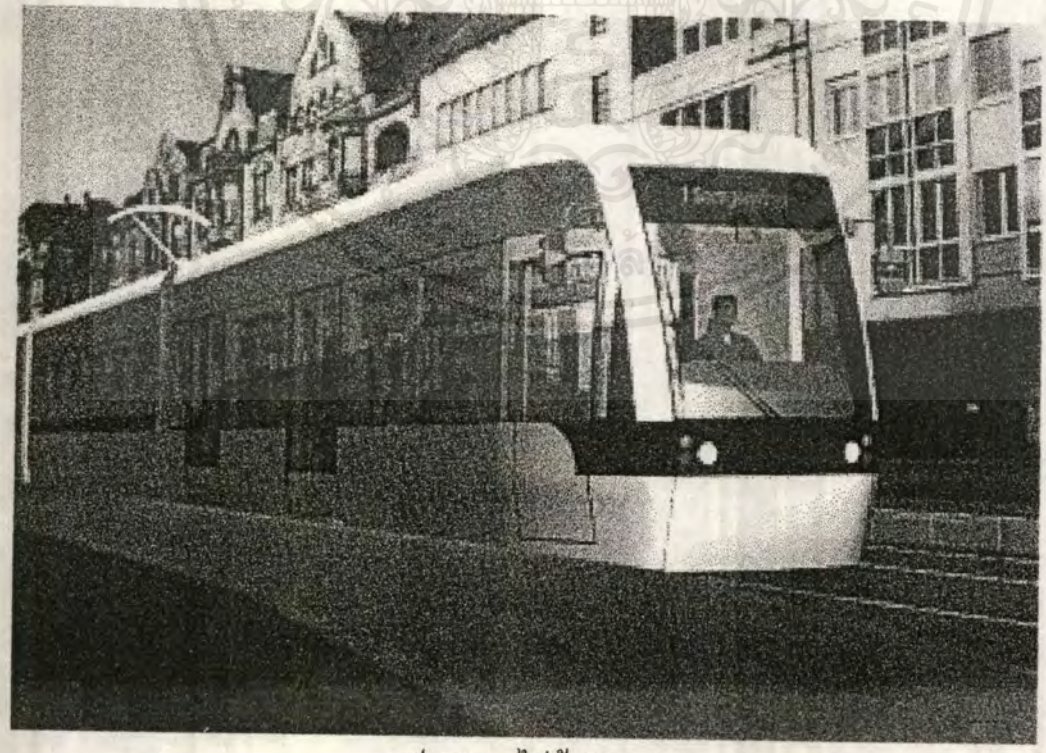
รถไฟฟ้าขนาดหนักเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ระบบขนส่งมวลชนหลักของกรุงเทพ ซึ่งระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ทำการศึกษานี้จะต้องมาต่อเชื่อม รถไฟฟ้าขนาดหนักขับเคลื่อนไปบนทางพิเศษซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นทางใต้ดิน หรือทางยกระดับในใจกลางเมือง และวิ่งระดับพื้นดินเมื่อออกไปรอบนอก ระบบรถไฟฟ้าขนาดหนักเดินทางด้วยความเร็วสูงถึง 130 กม./ชม. มีความถี่ในการเข้าสู่สถานีที่ต่ำ 90 วินาที ตัวรถอาจยาวถึง 25 เมตร และสามารถนำมาต่อกัน 8-10 คันทำให้ต้องใช้ชานชาลาสถานียาวมาก

การวางเส้นทางของรถไฟฟ้าขนาดหนักต้องใช้รัศมีเลี้ยวต่ำค่อนข้างมาก โดยทั่วไปรัศมีเลี้ยวยาวถึง 200 เมตร ระบบที่มีรัศมีเลี้ยวน้อยกว่า 150 เมตรหายาก ความลาดชันของรางต้องต่ำเพียง 4% หรือน้อยกว่า และรัศมีโค้งทางดิ่งค่อนข้างน้อยโดยรัศมีต่ำสุด 3,000 ม. ข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้ระบบรถไฟฟ้าขนาดหนักมีความยากลำบากในการออกแบบเส้นทางหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.1 รถไฟฟ้ารางเดี่ยว



รูป 5.2 รถไฟฟ้าขนาดเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.2 ลักษณะและคุณสมบัติของระบบขนส่งมวลชน

Parameter	รถเมล์ราง (Guided Bus)	รถไฟฟ้ารางเดี่ยว (Monorail)	รถไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail)	รถไฟฟ้าขนาดกลาง (Medium Capacity Rail)
ตัวรถ				
รูปขบวนต่ำสุด (คัน)	1	1	1	2-4
รูปขบวนสูงสุด (คัน)	3	3	4	8
ความยาว (ม.)	14-40	24,59	14-40	13-16
ขนาดความจุ (ที่นั่ง/คัน)	22-40	30-50	25-80	20-34
ขนาดความจุ (คน/คัน)	100-230	135-165	110-320	110-135
สมรรถนะของระบบ				
ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)	60-70	60-80	60-110	70-100
ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	12-40	27-50	18-40	20-40
ความถี่ในการให้บริการ สูงสุด (นาที)	3	1.5	1.5	1
จำนวนผู้โดยสารสูงสุด (คน/ชั่วโมง/ทิศทาง)	5,000-10,000	5,000-20,000	6,000-20,000	20,000-40,000
ความตรงต่อเวลา	ต่ำ-ปานกลาง	สูงมาก	สูง	สูงมาก
คุณสมบัติอื่นๆ				
การควบคุมยาน	พนักงาน/สายตา	สัญญาณ/อัตโนมัติ	พนักงาน/สัญญาณ	สัญญาณ
ระบบเก็บค่าโดยสาร	บนรถ/ที่สถานี	ที่สถานี/เครื่องขาย	บนรถ/ที่สถานี/เครื่องขาย	ที่สถานี/เครื่องขาย
ระบบจ่ายพลังงาน	สายแขวน	รางจ่ายไฟ	สายแขวน/รางจ่ายไฟ	สายแขวน/รางจ่ายไฟ
ระยะห่างสถานี	250-500	500-2,000	350-2,000	500-2,000

รถไฟฟ้าขนาดหนักถูกคัดออกจากการพิจารณาในระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง เพราะความจุมากกว่า 40,000 คน/ชม./ทิศทาง ซึ่งมากเกินความจำเป็น ค่าก่อสร้างที่สูงมากโดยเฉพาะทางใต้ดิน และทางยกระดับส่งผลให้ประสิทธิภาพต่อต้นทุนต่ำ เมื่อนำมาใช้งานที่มีความจุผู้โดยสารน้อย และต้นทุนก่อสร้างในพื้นที่จะสูงมาก เนื่องจากเส้นทางต้องใช้รัศมีเลี้ยวกว้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Personal Rapid Transit (PRT)

PRT เป็นเทคโนโลยีเกิดใหม่ที่สามารถให้ผู้โดยสารแต่ละคนเดินทางจากจุดหนึ่งถึงจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ ระบบซับซ้อนมาก โดยต้องมีโครงข่ายครอบคลุมทุกจุดที่ผู้โดยสารต้องการ ต้องมีจุดสับเปลี่ยนรางมาก และต้องการระบบควบคุมที่สมบูรณ์มาก

PRT จะช้าและมีความจุต่ำมากประมาณ 300 คน/ชม./ทิศทาง และถูกคัดออกจากการพิจารณานำมาใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

รถโดยสารประจำทาง

รถโดยสารประจำทางใช้เครื่องยนต์ดีเซลหรือก๊าซธรรมชาติ รถโดยสารบางชนิดจะขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าจ่ายให้ด้านบนตัวรถซึ่งปลอดมลพิษ รถโดยสารจะใช้ร่วมในทางจราจรกับยวดยานทั่วไป

รถโดยสารจะใช้เป็นระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสำหรับระบบขนส่งมวลขนหลักในหลายประเทศแต่มีความจุค่อนข้างต่ำ ขึ้นกับสภาพการจราจร ในสภาพการจราจรคล่องตัวที่สุด ความจุของระบบจะจำกัดที่ 4,000 คน/ชม./ทิศทาง ซึ่งต่ำกว่าความจุที่กำหนดไว้

ระบบโครงข่ายรถโดยสารประจำทางของกรุงเทพฯ มีจำนวนผู้โดยสารแน่นขนัด และสภาพการจราจรที่ติดขัดมาก การเพิ่มรถโดยสารเพื่อต่อเชื่อมระบบขนส่งมวลชนหลักไม่ใช้ทางแก้ปัญหา เพราะจะทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงไม่นำระบบรถโดยสารมาใช้ในระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

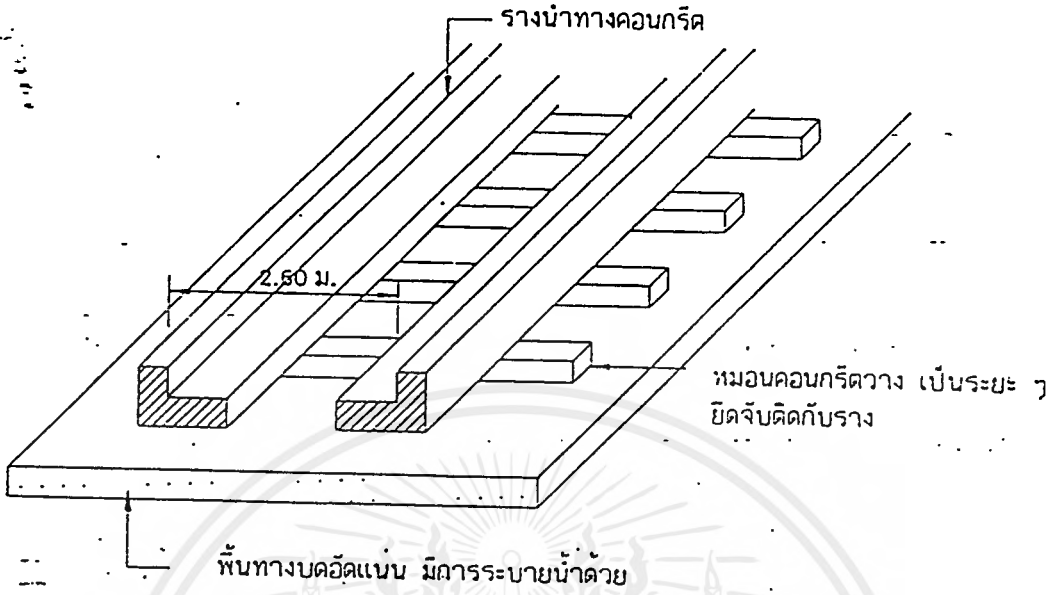
2.2 ระบบราง

ระบบรางแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ รางคอนกรีต และรางเหล็ก

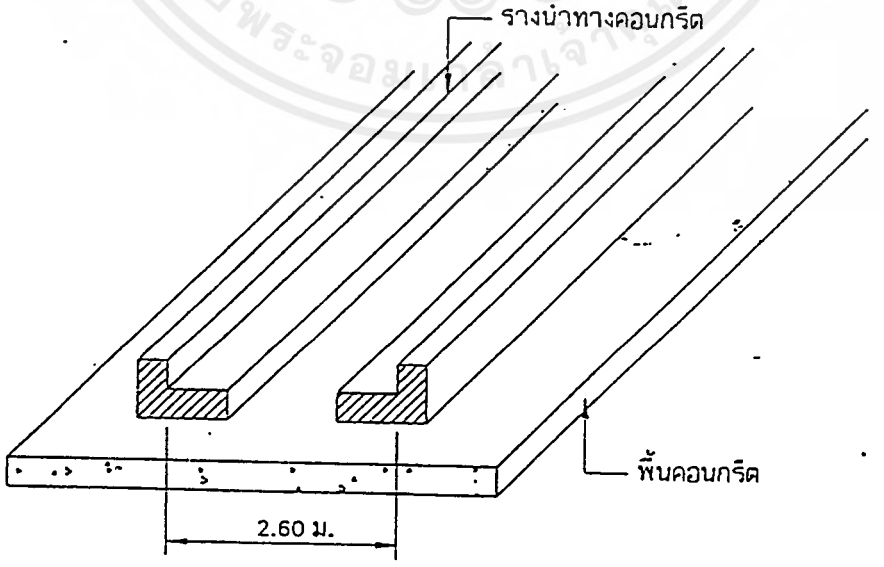
ระบบรางคอนกรีตมี 2 ประเภทคือ รางคอนกรีตในทางส่วนตัวหรือทางเฉพาะประเภทใช้หมอนคอนกรีตรองรับ และรางคอนกรีตวางบนพื้นคอนกรีต แสดงลักษณะของรางคอนกรีตทั้งสองประเภทซึ่งความกว้างปกติของขอบทางที่ใช้บังคับล้อนำทาง (Guide Wheel) จะมีระยะห่าง 2.60 เมตร (Gauge)

ระบบรางเหล็กมีรูปร่างหลายแบบ โดยปกติเป็นรางรูปตัว I มีขนาดต่างๆ กันตามมาตรฐานการรับน้ำหนักล้อของรถประเภทต่างๆ ซึ่งมีความกว้างของรางมาตรฐานที่ 1.435 เมตร และความกว้างของราง 1,000 เมตรที่ใช้กันแพร่หลาย การวางรางทำได้สองลักษณะ คือ ระบบรางบนหมอนไม้หรือหมอนคอนกรีตรางอยู่บนหิน Ballast และรางบนหมอนคอนกรีต ซึ่งใช้ได้ทั้งกรณีที่อยู่ระดับดิน อยู่บนโครงสร้างยกระดับหรืออยู่ในอุโมงค์ใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.3 รางนำทางวางบนหมอน



รูป 5.4 รางนำทางวางบนพื้นคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบล้อ

ระบบล้อของรถเมล์ราง จะเป็นล้อยางที่ต้องบำรุงรักษา และมีการเปลี่ยนใหม่เมื่อครบกำหนดตามอายุ หรือกิโลเมตรที่ใช้งาน หรือสภาพการสึกกร่อนของดอกยาง และเพลาหน้าจากใช้ล้อพิเศษที่มีวงแหวนเหล็กอยู่ในล้อยาง เพื่อความปลอดภัย แก่ผู้โดยสารในกรณียางแตกระหว่างการให้บริการที่อยู่ในราง จะสามารถแล่นต่อไปถึงโรงซ่อมได้

ระบบล้อของรถไฟฟ้าทั่วไป เป็นล้อเหล็กที่วิ่งไปบนรางที่มีขนาดต่างๆกัน ตามประเภทการใช้งาน กรณีของรถไฟฟ้าขนาดเบาประเภทรถราง ใช้ล้อเหล็กขนาดเล็ก สำหรับรถรางสมัยปัจจุบันที่เป็นแบบพื้นต่ำ การติดตั้งล้อเป็นโบกี้ โบกี้ละ 4 ล้อ และมีเพลาขับเคลื่อนต่อจากมอเตอร์ส่งกำลังเข้าสู่เพลาขับอีกทอดหนึ่ง ขนาดของล้อเหล็กขึ้นอยู่กับขนาดของรถ

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสีย การใช้ล้อยาง - ล้อเหล็ก ของรถไฟฟ้า

ข้อดี-ข้อเสียระหว่างล้อยางและล้อเหล็ก		
ข้อพิจารณา	ล้อยางรถไฟฟ้าที่ใช้	รถไฟฟ้าที่ใช้ล้อเหล็ก
- ไต่เกรด	- ไต่เกรดได้ชันกว่า	- ไต่เกรดได้สูงประมาณ 4-5%
- ความสบายในการโดยสาร	- ดีกว่าล้อเหล็ก	- ดี ชัด มีระบบ (Cusion)
- การสิ้นเปลืองพลังงาน	- สูงกว่าล้อเหล็ก 25%	- น้อย
- การสึกหรอของล้อ	- การสึกหรอมากต้องเปลี่ยนบ่อย	- น้อยกว่ามาก
- อันตรายต่อการลุกไหม้	- เกิดอันตรายได้ง่ายกว่า	- ไม่มี
- การลื่นไถล	- การลื่นไหลมาก ในขณะพื้นเปียก	- ไม่มี
- แรงต้านการหมุนของล้อ	- มีแรงต้านสูงกว่า	- แรงต้านต่ำ เนื่องจากแรงเสียดทานน้อย
- ขนาดของตัวรถ	- จำกัดขนาดพื้นดิน แรงดิ้น ลมของยาง	- ไม่จำกัดขนาด
- มลภาวะทางเสียง	- น้อย	- มีเสียงกระหึ่มกว่า เลี้ยววงแคบหรือเบรค จะมีเสียงแหลมกว่า
- ฝุ่นละออง	- มากกว่า	- น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชน

ในการพิจารณาเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชนที่เหมาะแก่เส้นทางสายพระราม3-ช่องนนทรี จำเป็นต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์ขึ้นพิจารณา เปรียบเทียบในแง่ต่างๆขึ้น บางข้อจะเปรียบเทียบได้ชัดเจนเป็นรูปธรรม แต่บางข้อ ค่อนข้างเป็นนามธรรมที่ต้องอาศัยวิจารณญาณ ซึ่งข้อที่เป็นรูปธรรมชัดเจนได้แก่ การพิจารณาด้านรายได้จากการให้บริการ การลงทุน ค่าใช้จ่ายในการเดินรถ ซึ่งอาศัยข้อมูลทางสถิติต่างๆ ส่วนอีกทางหนึ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ความสะดวกสบาย ของผู้โดยสารนี้เป็นการยากที่จะกำหนดเกณฑ์วัดที่แน่นอน

ในการกำหนดหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกระบบขนส่งมวลชน ได้แบ่งการพิจารณาเป็น 3 ข้อใหญ่ คือ

ก. ประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบทางเทคนิค

ข. ประเด็นเกี่ยวกับสัดส่วนเงินลงทุน

ค. ผลที่เกิดต่อสังคมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5.4 กฎเกณฑ์ในการประเมินโครงการขนส่งมวลชน (Evaluation Criteria)

สาระที่จะต้องนำมาประเมิน	องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา
1. รูปแบบทางเทคนิค (Technological Consideration)	- รูปแบบการดำเนินงานบริการ (Operation consideration) - ความสามารถในการขยายตัวของระบบ (System Expandability) - ความปลอดภัย (Safety) - ความน่าเชื่อถือและการรักษาระดับบริการ (Reliability and Maintainability) - ความสะดวกสบายของผู้โดยสาร (Passenger Amenity) - การเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเมือง (Development Implementation) - ความเป็นไปได้ที่จะสร้าง (Constructability)
2. สัดส่วนเงินลงทุนต่อประสิทธิผล (Cost)	- ค่าลงทุนก่อสร้างระบบ (Capital Cost) - ค่าดำเนินงานบริการ (Operation Cost) - ค่าบำรุงรักษา (Maintenance Cost)
3. ผลที่เกิดต่อสังคมและผลสิ่งแวดล้อม (Social & Environment Factors)	- การยอมรับของสังคม (Social Acceptability) - ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impacts) - ผลกระทบต่อการจราจร (Traffic Impacts)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 หลักเกณฑ์ด้านรูปแบบทางเทคนิค (Technical Consideration Aspect)

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
1. ทั่วไป	-จำนวนผู้โดยสาร (Patronage)	-ปริมาณการขนส่งสมดุลกับปริมาณผู้โดยสาร (Optimum Capacity)	-เลือกประเภทรถขนส่งที่มีความเหมาะสมกับปริมาณผู้โดยสาร
	-มาตรฐานงานบริการ (Standardization)	-ได้มาตรฐานทั้งงานบริการที่สะดวกและประหยัด	-เลือกระบบที่มีคุณภาพเชื่อถือได้แบบเดียวกันทั้งหมด ทุกสาย
	-ความยืดหยุ่นในงานบริการ (Operation Flexibility)	-การสูญเสียเวลาและแก้ไขสถานการณ์ได้เมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น	-เลือกระบบทางวิ่งที่เหมาะสมมีการสร้าง Crossover ระหว่างกลางทางและยานขนส่งที่คล่องตัว (2หัว) และมีระบบสัญญาณให้กลับทิศทางการบริการได้
	-ความเร็ว (Speed)	-รักษาความเร็วสูงอย่างสม่ำเสมอ ให้เกิดความประทับใจต่อผู้ใช้บริการ	-เลือกระบบทางวิ่งที่เหมาะสมและยานขนส่งที่มีความเร็วสูง
	-ประสิทธิภาพการเร่งและชลอความเร็ว (Acc. & Dec. Characteristics)	-อัตราการเร่งและชลอความเร็วที่เหมาะสม (Optimum) ที่ให้ความสะดวกสบายแก่ผู้โดยสาร	-เลือกยานขนส่งที่มีกำลังขับเคลื่อนสมดุลกับปริมาณ ขนส่ง
	-ระยะเวลาในการปล่อยรถระหว่างขบวน (Headway)	-รักษาเวลาและปริมาณการขนส่งสูงสุด(Max.Capacity Service)	-เลือกยานและระบบควบคุมอัตโนมัติที่ให้ Headway ได้ต่ำ
	-การวิ่งตัดระยะบางช่วงเวลา (Intermediate Turnbacks)	-เพื่อประสิทธิภาพการขนส่งในการกลับรถกรณีที่ฉุกเฉินได้	-ใช้รถ 2 หัว หรือมีที่กลับรถที่ สถานีกลางทางได้
	-ระยะห่างระหว่างสถานี (Station Spacing)	-ระยะที่เหมาะสม เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และดึงดูดผู้โดยสาร	-เลือกตำแหน่งสถานีได้เหมาะสมจากการศึกษาในย่านธุรกิจ
	-ความสัมพันธ์ระหว่างคน/ระบบ(Human/ Equipment Interface)	-ใช้งานได้ง่าย เรียนรู้ได้ไม่ยาก	-เลือกระบบขนส่งที่เป็นแบบ สามัญใช้แพร่หลายและเทคนิคไม่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) หลักเกณฑ์ด้านรูปแบบทางเทคนิค (Technical Consideration Aspect)

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
	-ความยาวของขบวน (Train length)	-เพิ่ม-ลดตู้โดยสารในขบวนได้	-เลือกรูปแบบยานขนส่งที่สามารถปรับเพิ่ม-ลดจำนวนตู้ได้สะดวก หรือลากจูงขบวนที่เสียได้
2. ความสามารถในการขยายตัวของระบบ (System Expandability)	-การออกแบบสถานี (Station Design)	-ให้รับปริมาณผู้โดยสารในกรณีที่มีการต่อขยายเส้นทางได้เพิ่มขึ้น	-ออกแบบสถานีให้มีการต่อเชื่อมหรือขยายระบบสาธารณูปโภคได้ และสถานีปลายทางจะต้องมี Crossover ที่ปลายสถานีข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้าง
	-การเปลี่ยนรางและการตัดข้าม (Turnouts and Crossovers)	-ช่วยในการเปลี่ยนเส้นทางหรือทิศทางเดินรถ	-ออกแบบทางแยกที่เหมาะสมหรือถ้ามีความจำเป็นที่มีการเดินรถมากควรทำเป็นทางต่างระดับที่จุดตัดกันหรือแยกจากรางเดิม
3.ความปลอดภัย (Safety)	-อุบัติเหตุ (Crashworthiness)	-ลดความสูญเสียจากอุบัติเหตุและให้ความปลอดภัยและผู้โดยสาร	-ออกแบบยานขนส่งแรงกระแทก.
	-ระบบสัญญาณและระบบควบคุม (Signal & Control)	-ให้ความปลอดภัยในการเดินรถให้บริการ	-เลือกระบบสัญญาณและควบคุมให้ถูกต้อง
	-กฎควบคุมความเร็ว (Civil Speed Restriction)	-ลดความร้ายแรงของอุบัติเหตุ	-ใช้ระบบควบคุม ATC และ MAS ในการบังคับใช้ความเร็ว
	-การสื่อสารติดต่อ (Communications)	-ความปลอดภัย การรักษาความปลอดภัย และความยืดหยุ่นในการบริการ	-การใช้ระบบสื่อสาร เช่น Voice Radio
	-ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Driverless Mode)	-เปรียบเทียบค่าลงทุน/ความปลอดภัย	-หาระบบที่มีค่าลงทุน/ความปลอดภัยต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) หลักเกณฑ์ด้านรูปแบบทางเทคนิค (Technical Consideration Aspect)

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
	-ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Electricity Collection Method)	-เปรียบเทียบความปลอดภัยของตัวระบบและคน	-เลือกใช้ระบบจ่ายที่เหมาะสมกับสถานที่เลือกระบบที่มีตัวป้องกัน
	-การผลิตพลังงานโดยระบบเบรค (Regenerative Braking)	-ลดค่าใช้จ่ายพลังงาน แต่ต้องมีการป้องกันความปลอดภัยทั้งที่เกิดจากความสะเพร่า และลัดวงจร	-เพิ่มระบบตรวจสอบการทำ งาน
	-ผู้บุกรุก (Trespassers)	-ความปลอดภัยผู้โดยสารและสิ่งล่วงล้ำ	-เพิ่มรั้ว Platform Screen Door ที่สถานีและเพิ่มระบบตรวจตรา (CCTV)
	-ฝึกอบรมระบบความปลอดภัย (Safety Training)	-ให้แน่ใจว่าระบบมีการใช้อย่างปลอดภัย	-ฝึกอบรมพนักงานป้องกัน อุบัติภัย และความรับผิดชอบระมัดระวัง
4.ความน่าเชื่อถือและความสามารถในการบำรุงรักษา (Fieliability and Maintainability)	-ระบบที่มีตารางการบำรุงรักษาที่แน่นอน (Service Proven Techology)	-ลดจำนวนรถลงได้และให้ความน่าเชื่อถือของระบบได้ดี	-เลือกระบบขนส่งที่มีประวัติการใช้งานกว้างขวาง
	-ความมีมาตรฐาน (Standardization)	-การเพิ่มความเชื่อถืองานบริการ	-เลือกระบบขนส่งที่คีมีมาตรฐานคุณภาพเชื่อถือได้.
	-การฝึกอบรม (Training)	-การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและเพิ่มความปลอดภัย	- จัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ ปฏิบัติงานด้วยมาตรฐาน การฝึกอบรมที่สูง รวมทั้งแจกคู่มือและมีเครื่องอุปกรณ์อบรมต่างๆ ครบบริบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) หลักเกณฑ์ด้านรูปแบบทางเทคนิค (Technical Consideration Aspect)

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
5.ความพึงพอใจของผู้โดยสาร (Passenger Amenity)	-คุณภาพในการขับเคลื่อน (Ride Quality)	-วิ่งเรียบ นั่งสบาย	-เลือกคุณภาพยานขนส่งที่ดี การบำรุงรักษารางวิ่งที่ดี
	-ปริมาณที่นั่งผู้โดยสาร (Seating)	-สำหรับรถวิ่งระยะยาว	-เลือกยานที่ถูกต้องกับประเภทการใช้งาน
	-ขึ้นลงได้สะดวก (Ease of Entry and Exit)	-ลดการเสียเวลา สะดวก ปลอดภัย	-เลือกยานขนส่งระบบพื้นต่ำ ที่เหมาะสมกับชานชาลา และมีประตูมากพอและกว้าง
	-ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)	-ความสบายของผู้โดยสาร	-เลือกระบบปรับอากาศที่ในตัวรถและชานชาลาสถานี
6.เอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเมือง (Urban Development Implication)	-รูปแบบระบบขนส่งประเภทราง	-มีคุณสมบัติที่รับผู้โดยสารได้มาก	-เลือกประเภทยานขนส่งที่มีความจุที่เหมาะสม
7.ความเป็นไปได้ที่จะสร้าง (Constructability)	-ระบบที่มีโอกาสนำมาใช้ง่าย สังคมยอมรับ	-เพื่อความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ	-เลือกระบบขนส่งที่ก่อสร้างง่าย ไม่เป็นปัญหาต่อสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 หลักเกณฑ์ด้านสัดส่วนเงินลงทุน

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
1.รูปแบบทางเทคโนโลยี	-ค่าลงทุนระบบขนส่ง (Investment Cost)	-ค่าลงทุนต่ำสุด/ประสิทธิผล	-เลือกรูปแบบที่ให้ค่าลงทุนต่ำและมีมาตรฐานดี
2.ขนาดของราง (Track Gauge)	-ราคาค่าก่อสร้าง	ค่าลงทุน	-เลือก Standard Gauge ซึ่งจะทำให้เลือกขนาดรถได้กว้างขึ้น ราคาเฉลี่ยจะถูกลง
3.ระบบประหยัดพลังงาน (Regenerative Breaking)	-การทำงานและราคาของ Inverter และระบบป้องกัน	-ลดการใช้พลังงานให้ประหยัด	-ตรวจสอบความคุ้มทุนในการติดตั้ง Inverterและการ Match ของเฟส 5
5.พลังขับเคลื่อนโดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)	-การลดค่าบำรุงรักษายาน -ลดการใช้กระแสไฟฟ้า	-ลดค่า Operation Cost เทียบกับค่า Capital Cost ที่สูงขึ้น	-เลือกยานขนส่งที่ใช้ AC. Traction Motor
6.การใช้พลังงานไฟฟ้าแบบประหยัด	-ระบบยานขนส่ง -เทคนิคการขับเคลื่อน (ล้อยาง ล้อเหล็ก หรือ LIM)	-ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า	-เลือกใช้ยานระบบ 2 หัว (Double-End Equipment) -ใช้ระบบการขับแบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 หลักเกณฑ์ด้านการยอมรับของสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social & Environment Factors)

องค์ประกอบที่ใช้พิจารณา	ตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	เป้าประสงค์	มาตรการ
1.การสูญเสียรูปลักษณ์ทางกายภาพและทัศนียภาพของเมือง (Physical & Visual Intrusion)	-โครงสร้างพื้นฐานของระบบ -โครงสร้างชั่วคราวระหว่างการก่อสร้างและโครงสร้างถาวร	-เพื่อบรรเทาผลกระทบทางกายภาพและทัศนียภาพ	-ลดพื้นที่ขอบเขตการก่อสร้าง -เลือกใช้เทคโนโลยีที่มีขนาดหน้าคัดเล็กลงหรือใช้รางแคบ -เลือกใช้โครงสร้างทางระดับดินหรือใต้ดินแทนโครงสร้างทางยกระดับเพื่อให้มีผลกระทบน้อยกว่า
2.การเวนคืนที่ดิน (Land Acquisition)	-เขตทางที่จำเป็นสำหรับระบบ	-ลดการเวนคืนที่ดิน	-การออกแบบทางวิ่งที่ใช้พื้นที่สาธารณะเป็นหลัก -การเลือกใช้ขานขนาดเล็กที่ต้องการเขตทางแคบรัศมีเลี้ยวโค้งต่ำ
3.โบราณสถานและวัด (Archeological Consideration)	-MTS เทคโนโลยี -กรอบงานก่อสร้าง	-ลดผลกระทบให้มากที่สุด	-การกำหนดเส้นทางที่หลีกเลี่ยงสถานที่สำคัญ -การเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีของเขตการก่อสร้างแคบๆ
4.องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Factors)	-เสียง ฝุ่น ไอเสีย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฯลฯ	-ลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	-เลือกขานขนส่งพลังไฟฟ้าที่มีการออกแบบเหมาะสม -เลือกทางวิ่งระบบอุโมงค์
5.ผลกระทบต่อการจราจร (Traffic Impacts)	-การก่อสร้างและวิธีการเดินรถให้บริการ	-ลดปัญหาการสัญจรของขานพาหนะ	-เลือกชนิดของระบบทางวิ่งยกระดับหรือใต้ดินที่ให้ผลกระทบน้อยกว่าระดับดิน -เลือกขานขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเปรียบเทียบระบบขนส่งมวลชนประเภทต่างๆ

การเปรียบเทียบระบบขนส่งมวลชนประเภทต่างๆ ที่ให้บริการได้สูงสุดถึง 20,000 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทางนั้น มีหัวข้อเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ซึ่งจะกล่าวเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตีราคาออกมาเป็นตัวเลขหรือตัวเงินได้ยาก ซึ่งมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคุณภาพในการให้บริการ และกลุ่มผลกระทบสิ่งแวดล้อม ส่วนกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่สามารถตีราคาออกมาเป็นตัวเงินได้ ซึ่งได้แก่ค่าลงทุนและค่าใช้จ่ายต่อหัวของผู้โดยสาร

4.1 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในเชิงคุณภาพ

คุณภาพของการให้บริการสามารถเปรียบเทียบกันในหัวข้อต่างๆ ได้ 8 เรื่อง ดังนี้

1. **การให้บริการ** คือ สามารถให้บริการแก่จำนวนผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนได้สูงสุดสนองความต้องการในการเดินทางมากน้อยแค่ไหน มีการจัดเส้นทางที่ได้มาตรฐานต่อรถได้สะดวกรับสถานการณ์ฉุกเฉินได้ทันท่วงทีหรือไม่ เช่นไฟไหม้ หรือกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ความรวดเร็วในการให้บริการ การเร่งหรือลดความเร็ว ตอนเริ่มออกหรือเข้าจอดที่สถานี ความถี่ในการปล่อยรถได้มากน้อยแค่ไหน การตัดช่วงการเดินรถระยะห่างระหว่างสถานี และเวลาจอดรอที่สถานี ความคล่องแคล่วในการปิดเปิดประตู ให้มีการขึ้น-ลงได้คราวละมากๆ อย่างรวดเร็ว การเพิ่มตู้โดยสารได้ตามจำนวนผู้โดยสารที่เพิ่มขึ้นในปีต่างๆ
2. **การขยายบริการ** สถานีรับส่งผู้โดยสารสามารถต่อขยายชานชาลาและศาลาที่พักผู้โดยสารได้เมื่อมีความจำเป็นที่สถานีต้นทาง-ปลายทาง มีการวางรางเผื่อไว้ให้มีที่จอดรถ 2-3 ขบวน และสามารถต่อเส้นทางได้หรือไม่ และมี Universal Crossover ให้มีการเปลี่ยนจากรางหนึ่ง ไปอีกรางหนึ่งได้มีการเลี้ยวหรือตัดกันกับเส้นทางสายอื่นได้หรือไม่
3. **ความปลอดภัย** ความปลอดภัยของระบบต่างๆ ภายในตัวรถมีความปลอดภัยต่ออันตรายจากกระแสไฟฟ้า จากการสะดุดล้มจากการชนกระแทกกับส่วนที่แหลมคมหรือไม่ โครงสร้างตัวถังแข็งแรงไม่เกิดอันตรายถึงชีวิต เมื่อมีการชนกันกับยานพาหนะอื่น มีระบบสัญญาณระบบควบคุม และป้องกัน มีมากน้อยต่างกันแค่ไหน มีการควบคุมบังคับความเร็วสูงสุดของตัวรถ ใช้ตามกฎหมายหรือไม่ ใช้ระบบคนควบคุมความเร็ว หรือมีระบบเตือน มีระบบสื่อสารติดต่อกับศูนย์ควบคุมต่างกันอย่างไร เป็นระบบขับเคลื่อน โดยพนักงานขับหรือไม่มีพนักงานขับความปลอดภัยในการป้อนพลังงานไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าย้อนกลับจากการเบรก การป้องกันคนเข้าไปในบริเวณเส้นทางหรือรางมีหรือไม่ และมีการอบรมพนักงานทุกระดับในเรื่องความปลอดภัยด้วยหรือไม่
4. **ความน่าเชื่อถือของระบบขนส่งมวลชนประเภทนั้นๆ** ที่ให้ความตรงต่อเวลาให้บริการได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอไม่จอดซ่อมบ่อยๆ และง่ายต่อการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญมีมาตรฐานของทุกส่วนสูง เป็นระบบที่เป็นที่ยอมรับและมีใช้แพร่หลาย และพนักงานได้รับการฝึกอบรมอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. **ความพึงพอใจของผู้โดยสาร** ได้แก่ความสบายของผู้โดยสารตัวรถมีระบบกันกระเทือนไม่กระชากเวลาออกรถหรือเบรค การเคลื่อนตัวแบบนิ่มนวล มีที่นั่งในรถประมาณ 20-30 เปอร์เซนต์ของจำนวนผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วน มีประตูหลายประตูเพื่อให้มีการเข้าออกหรือขึ้นลงได้รวดเร็ว มีระบบปรับอากาศที่ให้ความสบายแก่ผู้โดยสาร
6. **การเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเมือง** ระบบที่ให้บริการโดยสารได้คราวละมากๆ ย่อมเหมาะกับเมืองที่มีประชากรหนาแน่นมาก และเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาธุรกิจอื่นๆ
7. **ความเหมาะสมในการก่อสร้าง** เทคนิคการก่อสร้างทางบนดิน ยกระดับ ขุดอุโมงค์หรือเจาะอุโมงค์ จะต้องเป็นที่ยอมรับได้ของสังคม ทุกกรณีจะมีผลกระทบต่อระบบการจราจรบนถนนเดิมในช่องการก่อสร้างน้อย และมีผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยในบริเวณข้างเคียง สถาปัตยกรรมและรูปลักษณ์ของเมืองน้อย การใช้เทคนิคการก่อสร้างจะต้องใช้ได้ผลมาแล้วอย่างดี

การเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพของเทคโนโลยีประเภทต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่5.8

4.2 การเปรียบเทียบในเชิงสัดส่วนการลงทุน

จากการเปรียบเทียบค่าลงทุนซึ่งประกอบด้วย ค่าก่อสร้างทั้งระบบ ค่าดำเนินการหริหาร และค่าบำรุงรักษา ได้ศึกษาเปรียบเทียบจากระบบรถทั้ง 4 รูปแบบ โดยใช้โครงข่ายของเส้นทางพระราม3-ช่องนนทรี แล้ววิเคราะห์และคาดคะเนจำนวนผู้โดยสารในเบื้องต้น ค่าก่อสร้างระบบประมาณจากองค์ประกอบต่างๆในการวางแผนโครงการ ส่วนค่าดำเนินงานบริหาร และบำรุงรักษาคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา การเปรียบเทียบแสดงไว้ในตาราง 5.8

4.3 การเปรียบเทียบในเชิงผลกระทบทั่วไปต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

การก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนแบบต่างๆนี้ อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสังคม และต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆ ประการที่แตกต่างกันไป ที่ต้องระวังป้องกันซึ่งแยกเป็นข้อใหญ่ได้ 7 ข้อ

1. **แหล่งพลังงาน (Energy Source)** ยานขนส่งทุกระบบต้องใช้พลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อน ซึ่งเป็นพลังงานที่ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
2. **การสิ้นเปลืองพลังงาน (Energy consumption)** การขนส่งโดยสารขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลจะใช้พลังงานน้อยกว่ายานขนส่งพลังไฟฟ้า เนื่องจากยานขนส่งพลังไฟฟ้า จะมีการใช้พลังงานในการขับเคลื่อนมากกว่ายานขนส่งที่ใช้เครื่องยนต์ เนื่องจากมีการสูญเสียในการแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์
3. **การก่อมลพิษทางอากาศ (Direct Air Pollution)** ยานขนส่งโดยสารขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล จะก่อให้เกิดภาวะอากาศเสียมากกว่ายานขนส่งพลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **เสียง (Voice)** ยานขนส่งโดยสารขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงมากที่สุด ส่วนระบบขนส่งพลังไฟฟ้าที่ใช้รางเหล็กและล้อเหล็ก จะเกิดมลพิษทางเสียงน้อยกว่า แต่จะมากกว่าระบบที่ใช้ล้อยาง
5. **การทำลายทัศนียภาพ (Visual Intrusion)** ระบบขนส่งมวลชนแบบใช้ทางยกระดับ ก่อให้เกิดสภาพที่กีดขวางทัศนียภาพมากที่สุด รองลงมาคือระบบขนส่งที่ใช้ทางวิ่งเฉพาะระดับถนน และระบบที่ไม่กีดขวางทัศนียภาพเลยคือ ระบบที่ใช้ทางวิ่งใต้ดิน
6. **ความสั่นสะเทือน (Vibration)** ระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ล้อเหล็ก ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนในบริเวณรอบข้าง แต่ก็สามารถทำให้ความสั่นสะเทือนลดลงได้ โดยการให้มีระบบรองรับรางที่ลดความสั่นสะเทือนได้ ระบบขนส่งที่ใช้ล้อยางก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนในอัตราที่น้อยกว่า
7. **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** ระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ไฟฟ้าขับเคลื่อน กรณีที่ใช้มอเตอร์กระแสตรงจะมีผลต่อการรบกวนคลื่นวิทยุมากกว่ามอเตอร์กระแสสลับ เนื่องจากคอมมิวเตเตอร์ที่ติดกับแปรงด้านจะเป็นตัวทำให้เกิดคลื่นรบกวนต่อวิทยุ เมื่อใช้ความเร็วต่างๆกัน หากอยู่ในระยะใกล้และไม่มีระบบป้องกันที่ดีพอ

4.4 ระบบขนส่งที่มวลชนที่เหมาะสมของสายพระราม 3 – ช่องนนทรี

ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาที่มีทางวิ่งยกระดับ สมควรได้รับการคัดเลือกและนำมาใช้โดยระบบล้อและรางที่ใช้ควรเป็นล้อเหล็กวิ่งบนรางเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.8 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในเชิงคุณภาพ

ข้อพิจารณาเปรียบเทียบ	รถเมล์ราง (Guided Bus)	รถไฟฟ้าราง เดี่ยว (Monorail)	รถไฟฟ้าขนาดเบา (Light Rail)	รถไฟฟ้าขนาดกลาง (Medium Capacity Rail)
1. การให้บริการ	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก
2. การขยายบริการ	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง
3.ความปลอดภัย	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก
4. ความน่าเชื่อถือของระบบและการบำรุงรักษา	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	มาก
5. ความน่าพึงพอใจของผู้โดยสาร	มาก	มาก	มาก	มาก
6. การเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเมือง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก
7. ความเหมาะสมในการก่อสร้าง	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง
8. สัดส่วนการลงทุนต่อประสิทธิผล	-	สูง	ปานกลาง	สูง

บทที่ 6
การศึกษาด้านวิศวกรรม

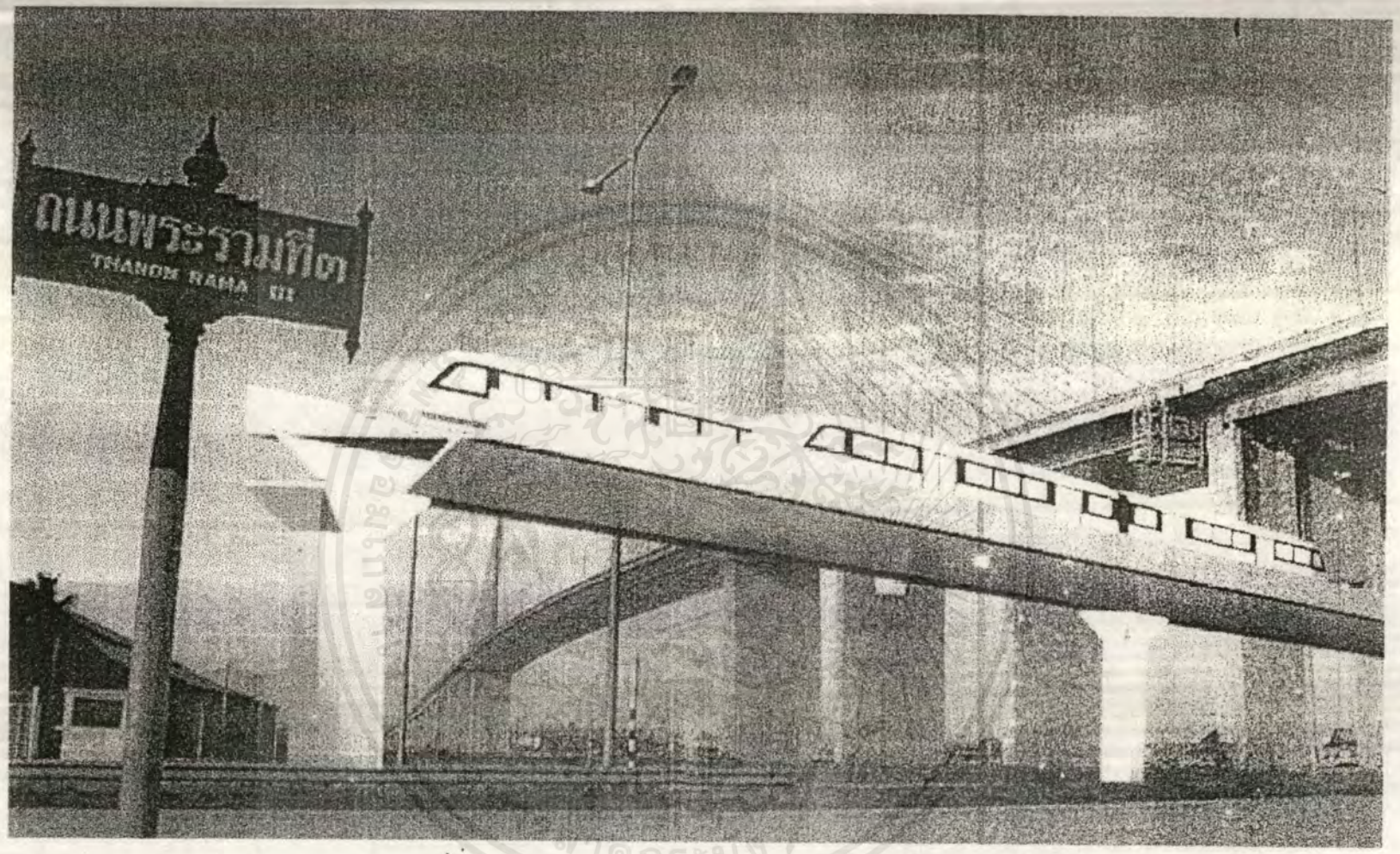
1. ทางวิ่ง

จากการศึกษาในโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองของสจร. ได้มีการกำหนดช่วงปริมาณการโดยสารที่เหมาะสมสำหรับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองไว้ระหว่าง 5,000-20,000 คน/ชั่วโมง/ทิศทาง ดังนั้นจึงใช้ช่วงปริมาณการโดยสารดังกล่าวมาออกแบบโครงสร้างทางวิ่ง โดยการพิจารณาเบื้องต้นจะเริ่มจากการเลือกแบบของรถโดยสารระบบต่างๆ ที่มีความจุผู้โดยสารได้ตามเกณฑ์ดังกล่าวมาพิจารณา เช่น ศึกษาขนาดของตัวรถเพื่อกำหนดระยะห่างระหว่างรถ นำไปสู่การกำหนดความกว้างของทางวิ่งและรูปตัดของโครงสร้างคานทางวิ่ง เลือกใช้ค่าน้ำหนักบรรทุกต่างๆของรถแต่ละประเภทที่ความหนาแน่นของผู้โดยสารขนาดต่างๆ เช่น 6 คน/ตารางเมตร เพื่อนำค่าน้ำหนักมาใช้คำนวณออกแบบความแข็งแรงของโครงสร้างทางวิ่งโดยรูปตัดของคานทางวิ่งจากการออกแบบเบื้องต้น แสดงในรูปที่ 6.2

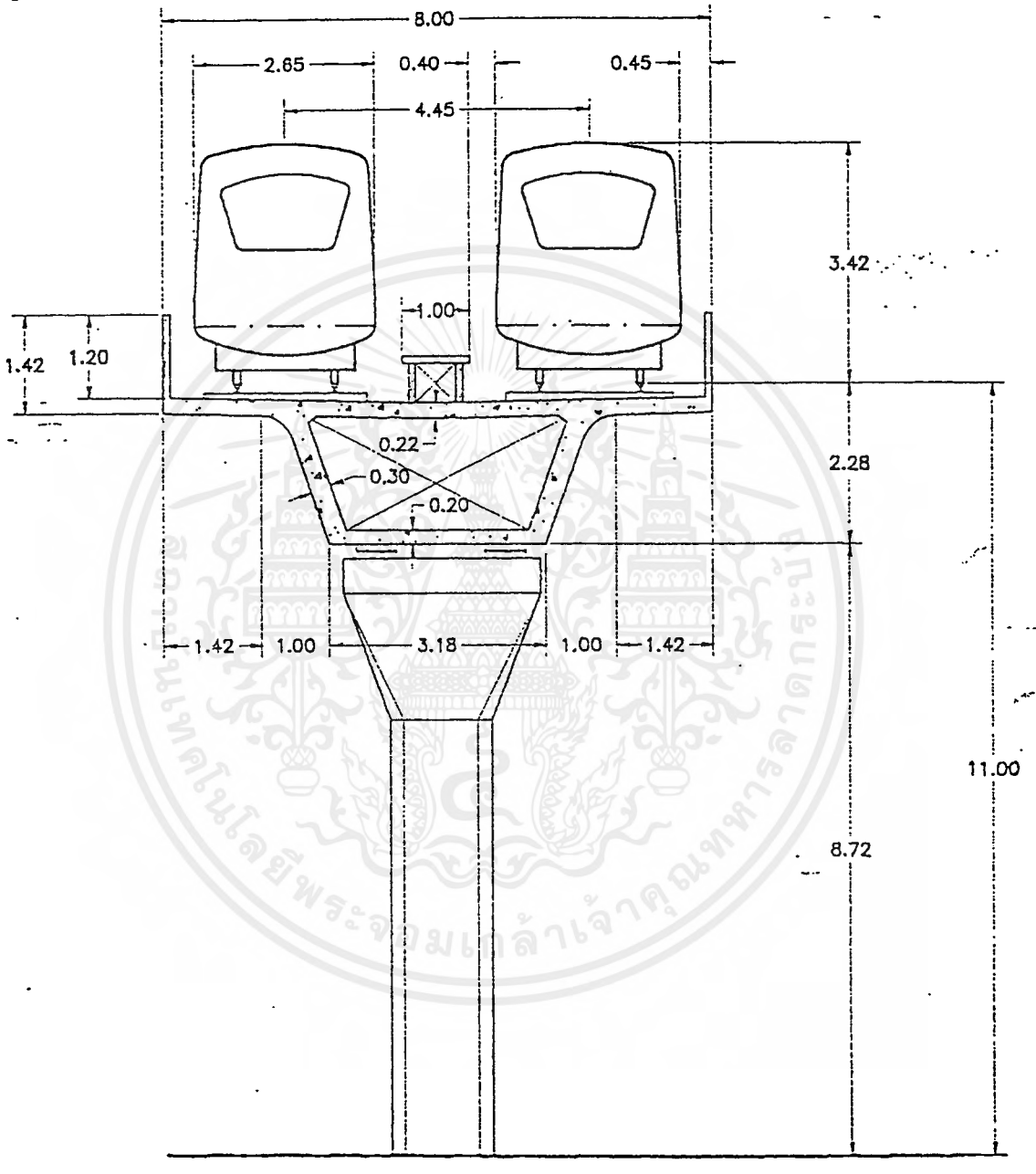
ในการออกแบบ มีการกำหนดรัศมีเลี้ยวของขบวนรถที่เหมาะสม เพื่อให้ขบวนรถใช้ความเร็วได้มากที่สุด เพื่อให้ความเร็วเฉลี่ยของขบวนสูงที่สุด อันจะนำมาซึ่งการเดินทางที่รวดเร็วของผู้โดยสาร และลดขนาดของจำนวนรถให้น้อยที่สุด เป็นการลดต้นทุนของโครงการ และยังเป็นการลดขนาดของอู่จอดซ่อมและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกจำนวนมาก ในกรณีที่มีความจำเป็นจำต้องเปลี่ยนระดับทางวิ่ง เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางต่างๆ จะต้องกำหนดรัศมีของโค้งทางดิ่งที่เหมาะสม เพื่อรักษาความเร็วของขบวนรถให้สม่ำเสมอ ลดแรงกระแทกที่จะเกิดกับระบบล้อเลื่อนและราง ทำให้อายุใช้งานของชิ้นส่วนต่างๆยาวนานที่สุด และทำให้ผู้โดยสารเดินทางด้วยความสะดวกสบาย เมื่อเส้นทางจำเป็นต้องลอดสิ่งกีดขวาง จะกำหนดค่าความสูงปลอดภัยสำหรับตัวรถประเภทต่างๆ

ประสบการณ์ของวิศวกรรมโครงสร้างในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นโครงสร้างคอนกรีต เนื่องจากส่วนผสมคอนกรีตใช้วัสดุที่มีในประเทศ ดังนั้นพัฒนาการด้านโครงสร้างคอนกรีตจึงมีมานานกว่าโครงสร้างเหล็ก แรงงานฝีมือในโครงสร้างคอนกรีตมีความชำนาญมากกว่า แรงงานฝีมือในโครงสร้างเหล็ก ทำให้ต้นทุนของโครงสร้างทางวิ่งที่ทำจากเหล็ก จะสูงกว่าโครงสร้างคอนกรีต นอกจากนี้โครงสร้างส่วนใหญ่ของทางวิ่งคอนกรีต สามารถผลิตเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน จึงไม่เสียเปรียบโครงสร้างเหล็กในเรื่องความเร็วในการก่อสร้าง ทำให้ต้นทุนโดยรวมของโครงสร้างคอนกรีตถูกกว่าโครงสร้างเหล็ก ในการศึกษานี้จึงพิจารณาใช้โครงสร้างคอนกรีต ซึ่งรูปร่างทางวิ่งจะคล้ายกับระบบรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร ที่กำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่ในขนาดย่อส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.1 ตัวอย่างภาพรถไฟฟ้าที่บริเวณถนนพระราม 3



รูป 6.2 รูปตัดโครงสร้างคานทางวิ่งและเสารองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบเบื้องต้นของทางวิ่ง

เกณฑ์ทางวิศวกรรมโยธาด้านเรขาคณิตที่ใช้ในการออกแบบเชิงแนวคิดได้ใช้ข้อมูลทางเทคนิคจากระบบรถไฟฟ้าขนาดกลางที่ใช้ในประเทศแถบเอเชีย และอเมริกาเหนือ มาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เพื่อกำหนดแนวเส้นทางและระดับทางวิ่งของรถไฟฟ้า โดยนำข้อมูลต่างๆมาดัดแปลงให้เข้ากับสภาพในกรุงเทพมหานคร

ทางวิ่ง จะเป็นโครงสร้างยกระดับซึ่งขบวนรถจะใช้วิ่งรับส่งระหว่างสถานี จะมีเสาทางวิ่งซึ่งปกติ จะมีขนาดระยะห่าง 30 เมตร เพื่อรองรับคานทางวิ่งที่รองรับรางรถอีกทอดหนึ่ง หากจำเป็นต้องใช้ระยะห่างระหว่างเสา 40 เมตร หรือมากกว่าคานทางวิ่งต้องเป็นโครงสร้างพิเศษ

ความสูงของโครงสร้างวัดจากผิวการจราจร ถึงระดับสันรางให้เท่ากับ 11 เมตร ที่ความสูงนี้ทำให้ไม่กีดขวางทางเดินเท้าที่ขยายจากคลองออกไปและขนานกับถนน อีกทั้งทำให้มีช่องว่างที่เหมาะสมระหว่างคานทางวิ่ง กับโครงสร้างที่มีระดับต่ำกว่า ส่วนสิ่งกีดขวางที่มีระดับสูงกว่าข้างทางด่วนต้องยกระดับคานทางวิ่งในแนวดิ่งให้สูงมากขึ้น

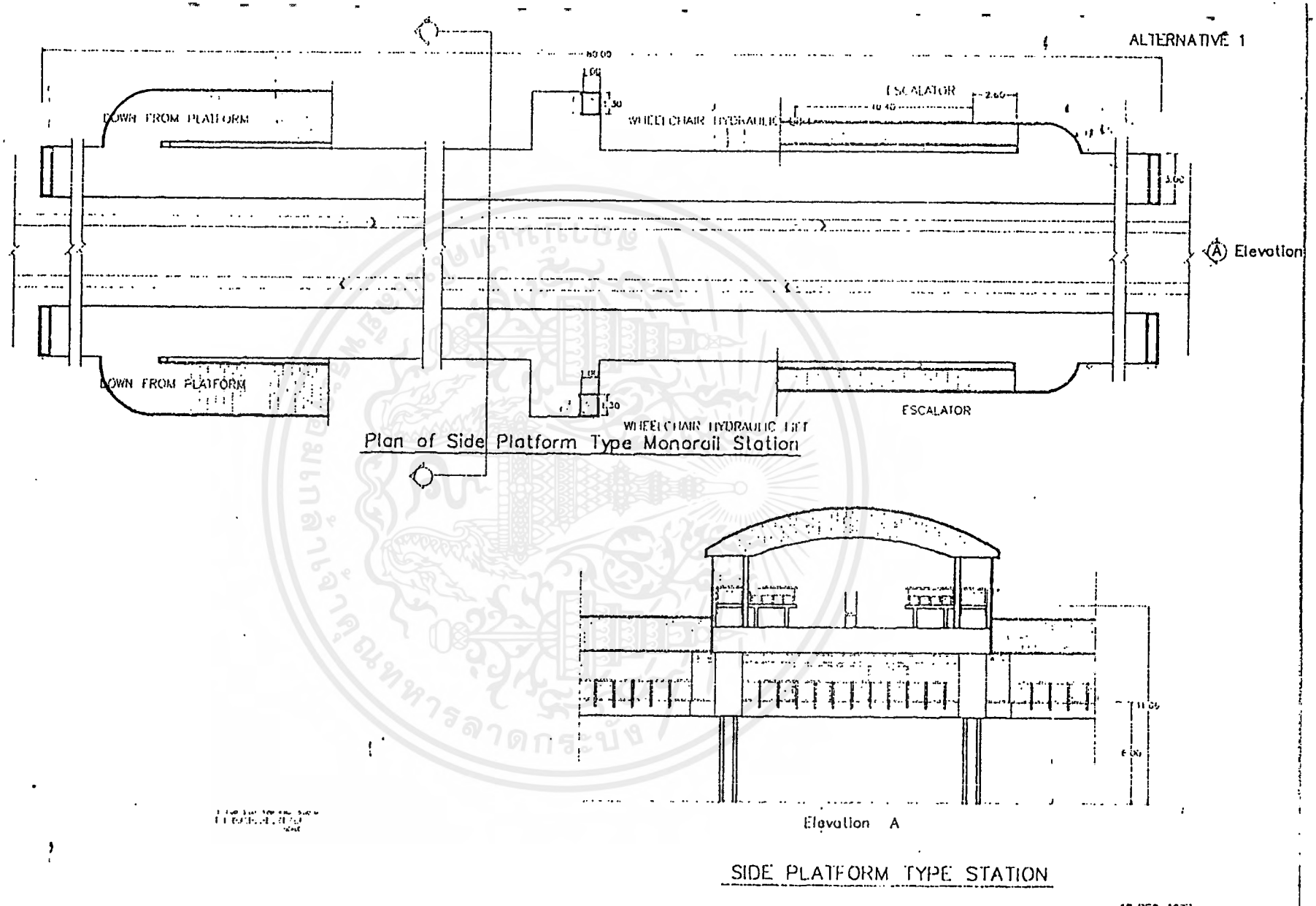
กำหนดให้ใช้คานทางวิ่งเป็นแบบ prestressed concrete box girders ซึ่งเป็นแบบสะพานช่วงยาวที่ประหยัดกว่าสะพานในรูปแบบอื่น และให้ความหนาของทางวิ่ง วัดจากระดับท้องของโครงสร้างถึงระดับสันรางเท่ากับ 2.886 เมตร เป็นโครงสร้างคอนกรีตจัดแรง จะสามารถรับน้ำหนักที่มีระยะห่างระหว่างเสาได้ประมาณ 30-35 เมตร และความกว้างของทางวิ่งยาว 8 เมตร เป็นส่วนของตัวรถกว้าง 2.65 เมตร ทั้งไปและกลับ และมีทางเดินตรงกลาง 1 เมตร สำหรับกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือเกิดขัดข้องรถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ต้องให้ผู้โดยสารออกจากตัวรถ และเกิดไปยังสถานี ส่วนที่ริมของคานทางวิ่ง มีผนังกันเสียงสูง 1.2 เมตร ป้องกันเสียงที่เกิดจากรางและล้อ

2. สถานี

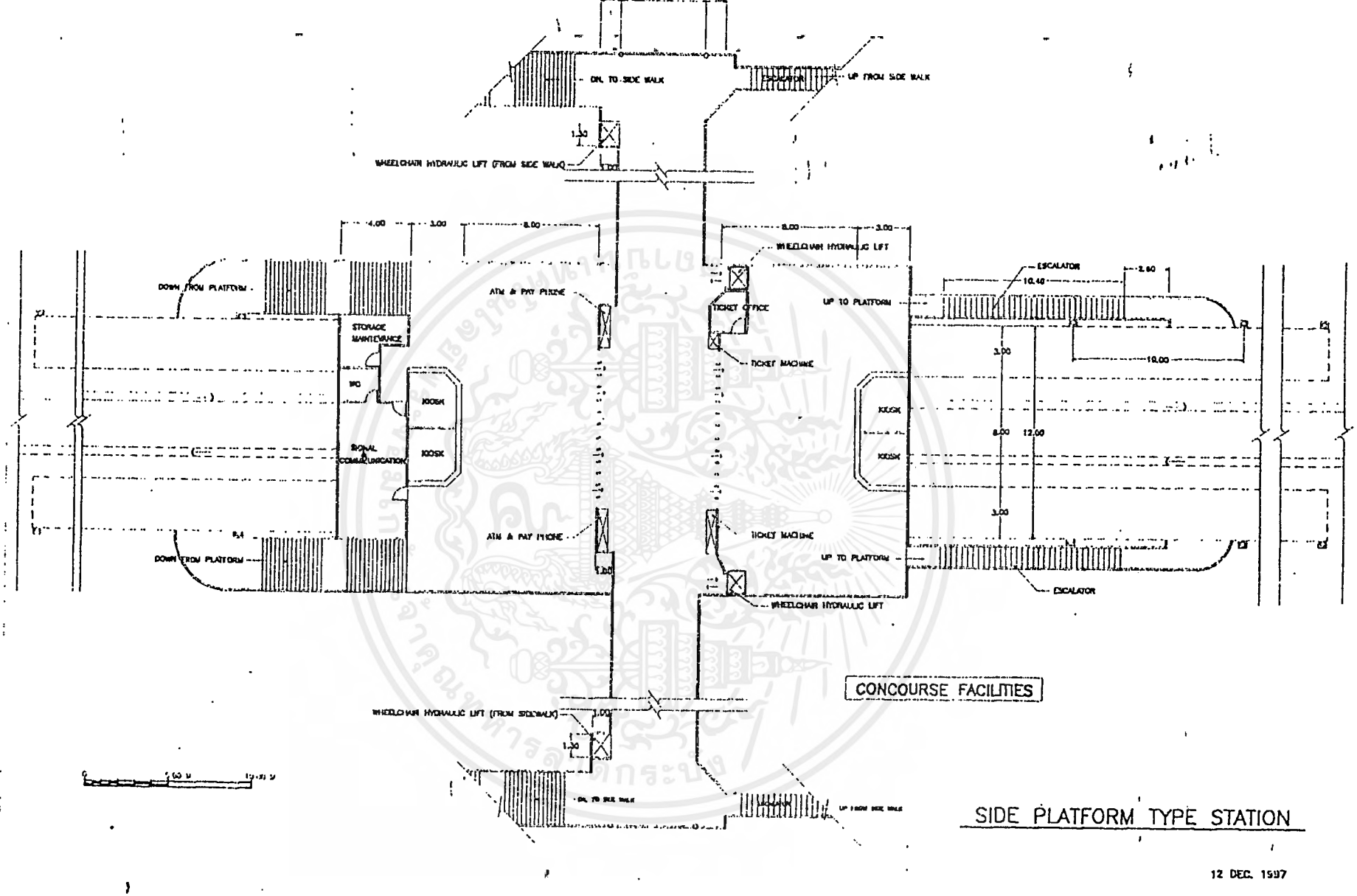
ในการออกแบบสถานีต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อระบบสาธณูปโภคน้อยที่สุด และรักษาผิวจราจรบนถนนมากที่สุด ชานชาลาสถานีที่ใช้ในโครงการนี้มี 2 ลักษณะคือ

1. **Side platform station** มีชานชาลากว้าง 3 เมตร อยู่ทั้งสองข้างโดยรถไฟฟ้าจะวิ่งอยู่กลางสถานี สถานีทั้งไป ได้ออกแบบให้มีลักษณะแบบนี้ เนื่องจากออกแบบและก่อสร้างได้สะดวกรวดเร็วและใช้เนื้อที่น้อย
2. **Center platform station** มีชานชาลากว้าง 6 เมตร อยู่ตรงกลางและรถไฟวิ่งอยู่สองข้าง สถานีชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแรกแต่การก่อสร้างยุ่งยากกว่า เนื่องจากตัวรางต้องเบนออกจากกัน เมื่อเข้าสู่สถานี ทั้งนี้ได้ออกแบบให้สถานีร่วมมีลักษณะแบบนี้เนื่องจากคาดว่าจะมีผู้โดยสารแป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.3 รูปแสดงชานชาลาสถานีและรูปตัดสถานี



รูป 6.4 รูปแสดงสถานี ชั้นจำหน่ายตั๋ว

ตัวสถานีของรถไฟฟ้ามี 2 ชั้น คือ ชั้นล่างสำหรับจำหน่ายตั๋ว ยาว 50 เมตร สูงจากผิวจราจร 6 เมตร และชั้นชานชาลาที่อยู่ชั้นบน ยาว 80 เมตร สูงจากผิวจราจร 11-65 เมตร ทุกสถานีจะมีบันไดเลื่อน 2 แห่ง บันได 2 แห่งและลิฟท์ 2 แห่ง นอกจากนี้สถานีที่เป็นสถานีร่วมระหว่างระบบหลักกับระบบรองจะต้องมีทางเดินเชื่อมระหว่างสถานี

การกำหนดความยาวสถานี ใช้มิติต่างๆของรถหลายชนิดประกอบกับแผนภูมิ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสถานี หรือความยาวขบวนรถกับความจุผู้โดยสารที่ความถี่ในการให้บริการต่างๆกัน โดยกำหนดความถี่การให้บริการไม่น้อยกว่า 90 วินาที เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น และกำหนดความหนาแน่นบนรถไฟฟ้า 6 คน ต่อตารางเมตร หรือ 8 คนต่อความยาวรถไฟ 1 เมตร โดยในอนาคตสามารถรองรับผู้โดยสารได้ถึง 20,000 คน/ชั่วโมง/ทิศทาง

ระยะห่างระหว่างชานชาลากับตัวรถกว้างสุด 7.5 เซนติเมตร เป็นมาตรฐานที่ใช้กันทั่วโลก เพื่อให้ล้อเลื่อนผู้ทุพพลภาพผ่านได้ และป้องกันไม่ให้ส่วนเท้าของเด็กตัวเล็กตกลงไปในช่องว่าง ซึ่งข้อกำหนดนี้ทำให้ตัวสถานี ต้องอยู่ในช่องทางตรงเท่านั้น

สิ่งอำนวยความสะดวกภายในอาคารสถานีที่ควรมีคือ ระบบเตือนภัยและป้องกันไฟไหม้ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบระบายน้ำ ระบบแจ้งข่าวสารต่อสาธารณชน ร้านขายของเบ็ดเตล็ด ตู้บริการเงินด่วน ห้องน้ำห้องสุขา

3. อู่จอดซ่อม

อู่จอดซ่อม ใช้สำหรับการซ่อมบำรุงรักษาและจอดเก็บ ในระบบขนส่งมวลชน ขนาดรองต้องมีอู่จอดซ่อมอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

3.1 ชนิดของอู่จอดซ่อม

อู่จอดซ่อมมีอยู่อู่ 2 ชนิด ชนิดแรกใช้สำหรับให้บริการและตรวจสอบ ชนิดที่สองใช้สำหรับงานซ่อมบำรุงหนัก ทั้งสองชนิดปกติจะมีที่สำหรับ จอดเก็บรถด้วย

อู่จอดซ่อมเบา สำหรับให้บริการและตรวจสอบ ใช้ในการตรวจสอบสภาพรถและงานซ่อมเบาดังนี้

- ตรวจสภาพรถให้อยู่ในสภาพดีตามข้อกำหนด โดยตรวจซ่อมทั้งขบวน
- ตรวจสอบตามกำหนด เพื่อป้องกัน ความเสียหายในภายหลัง
- เปลี่ยนอะหลัยในส่วนที่ทำได้ง่าย
- ล้างทำความสะอาด
- หล่อลื่นชิ้นส่วน

อู่จอดซ่อมหนัก สำหรับงานซ่อมหนักและซับซ้อน งานซ่อมเหล่านี้ต้องมีแผนการซ่อม

- รถแยกซ่อมเป็นคัน
- มีทั้งงานซ่อมและเปลี่ยนชิ้นส่วน ต้องซื้อระบบ มีเครื่องมือชนิดพิเศษ
- น้ำมันหล่อลื่นต้องใส่ตอนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของอู่จอดซ่อมสายทางระราม 3 - ช่องนนทรี จะมีอู่ซ่อมเพียงแห่งเดียว ดังนั้นอู่จอดซ่อมควรใช้งานได้ทั้ง 2 ชนิด

3.2 ตำแหน่งของอู่จอดซ่อม

อู่จอดซ่อมของสายทางพระรามที่ 3 มีสถานที่ 4 แห่ง ที่นำมาพิจารณาคัดเลือกเป็นอู่จอดซ่อมของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง สายทางพระราม 3 สถานีเหล่านี้มีแสดงไว้ในรูปที่ 6.5-6.7 พร้อมด้วยแนวเส้นทางและสถานีของสายทางนี้ ลักษณะโดยสังเขปของสถานที่แต่ละที่มีดังต่อไปนี้

- โรงงานบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร สถานที่นี้อยู่ในที่ดินของกรุงเทพมหานคร และอยู่ติดกับโรงบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร ซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้างในขณะนี้ ที่ดินส่วนนี้ทางตะวันออกติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา ทางเหนือติดกับโรงบำบัดน้ำเสีย ทางใต้ติดกับที่ดินส่วนบุคคล และทางตะวันตกติดกับถนนพระราม 3 สถานที่นี้ยังประกอบไปด้วยสำนักงานออกแบบและก่อสร้างชั่วคราวของโรงบำบัดน้ำเสียนี้ด้วย ที่ดินในส่วนนี้จึงยังไม่มีอุปสรรคในการก่อสร้างที่เป็นปัญหาหนักแต่อย่างใด

- สะพานพระรามที่ 9 สถานที่นี้อยู่ทางใต้ของถนนพระราม 3 พอดีซึ่งอยู่ติดกับใต้โครงสร้างยกระดับของสะพานพระรามที่ 9 พื้นที่นั้นถูกทำให้โล่งเพื่อใช้ก่อสร้างสะพาน และยังคงเป็นพื้นที่ว่างอยู่ ทางด้านเหนืออยู่ติดกับถนนพระราม 3 ทางด้านใต้อยู่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา ติดกับตึกอุตสาหกรรมร้างทางตะวันออก และติดกับทางเท้าของด้านตะวันตก ซึ่งทางเท้านี้เชื่อมต่อถนนพระราม 3 กับเรือข้างฟากแม้น้ำเจ้าพระยา

ถนนเหนือ-ใต้ ทำเลที่ถนนเหนือ-ใต้ อยู่ทางใต้ของถนนพระราม 3 และต่อกับถนนตรงช่วงถนนเหนือ-ใต้ตัดใหม่ ด้านเหนือต่อกับถนนพระราม 3 ที่นี้ยังว่างอยู่ กำหนดออกแบบให้เป็นพื้นที่ว่างสำหรับสร้างต่อถนนเหนือ-ใต้ ไปและสร้างสะพานใหม่ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา

- ถนนวงแหวนอุตสาหกรรมของกรมโยธาธิการ พื้นที่ที่แน่นอนของสถานที่นี้ขึ้นอยู่กับกำหนดเวลาการสร้างโครงการถนนวงแหวนอุตสาหกรรมใหม่ของกองงานสาธารณะ ถนนใหม่นี้คาดว่าจะอยู่กึ่งกลางระหว่างโรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร และสะพานพระรามที่ 9 ซึ่งมีถนนสุขสวัสดิ์เชื่อมต่อสถานที่นี้ทางใต้จะติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา โดยอยู่ใต้สะพานข้ามแม่น้ำที่จะสร้างใหม่ พื้นที่สร้างอู่จอดซ่อมจะกำหนดให้มีขนาดใหญ่พอที่จะถึงเกณฑ์ข้อกำหนดด้านขนาด ในขณะนี้ทางกรมโยธาธิการยังไม่ได้จัดหาที่ดินในบริเวณดังกล่าว และที่ดินยังเป็นที่ดินส่วนบุคคลอยู่ยังไม่มีพื้นที่ที่มีอาณาบริเวณใหญ่กว่านี้ ในระยะทางที่พอเหมาะกับสายทางรถไฟฟ้าขนส่งอันมีคุณสมบัติสามารถจะนำมาพิจารณาเป็นพื้นที่อู่จอดซ่อมได้

3.3 เกณฑ์ในการประเมิน

มาตรการของเกณฑ์ในการประเมินหลายประการ ถูกกำหนดขึ้นเพื่อประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ ทั้งนี้เปรียบเทียบกับสถานที่ดำเนินการซ่อมบำรุงที่มีศักยภาพ เป็นไปได้จะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ประเมินต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขนาด พื้นที่ที่ต้องการนำมาทำอู่จอดซ่อมมีขนาดกว้างยาวสูงต่ำสุดต่างๆ กันพื้นที่กว้างที่สุดนั้นเพื่อสร้างทางลดระดับจากทางวิ่งหลักสูง 11 เมตร ลงสู่ระดับพื้นดินบริเวณอู่จอดซ่อม หากใช้ค่าความลาดชันร้อยละ 4 ระยะทางลดระดับที่ต้องการคือประมาณ 450 เมตร นอกจากนี้จะต้องมีพื้นที่ขนาดกว้างพอสมควรเพื่อจอดเก็บรถที่ใช้ให้บริการตามจำนวนที่ต้องการ โดยรวมถึงรถสำรองด้วย พื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุดที่ต้องการในลำดับต่อไป คือ พื้นที่สำหรับสร้างโรงงาน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนบำรุงรักษาซ่อมแซม ยกเครื่อง และทำความสะอาดตัวรถ ต้องมีที่ว่างสำหรับบุคลากร อุปกรณ์ และพัสดุที่ใช้บำรุงรักษาทางและโครงสร้างบนทางวิ่ง นอกจากนี้ยังต้องจัดทำให้มีหน้าที่อื่นๆ อีกมากมายได้แก่ การบริการระบบรางทดสอบ ศูนย์ควบคุม รางกระจายรถ ที่จอดรถยนต์ สำหรับพนักงาน และผู้มาติดต่อ ที่สำหรับเครื่องหยุดรถ ตารางที่ 6.1 แสดงสมมติฐานเกี่ยวกับเกณฑ์ประเมินขนาด
2. ด้านสิ่งแวดล้อม เกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมกล่าวถึงสถานะและการใช้สถานที่นั้นๆ ในปัจจุบันและความเปลี่ยนแปลงที่จะมีขึ้นเมื่อสร้างอู่จอดซ่อมใหม่นี้ การพิจารณาโดยหลักแล้ว คือ การพิจารณาถึงการทำลายสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่อาจเกิดขึ้นได้ และผลกระทบที่เป็นไปได้ต่อการใช้ที่ดินบริเวณใกล้เคียง
3. ความสามารถในการเข้าถึง ความสามารถในการเข้าถึงสถานที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับระดับความยุ่งยากของการเคลื่อนย้ายขบวนรถจากทางวิ่งให้บริการ กับที่อู่จอดซ่อม (ถ้ามี) ปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นในการเอาขบวนรถเข้าและออกจากอู่จอดซ่อมจะเป็นตัววัดของเกณฑ์ประเมินนี้ ทางที่ปรึกษาได้พิจารณาข้อจำกัดทั้งทางด้านการเดินรถและทางด้านกายภาพ ตัววัดที่ว่าประกอบด้วยปริมาณการสับเปลี่ยนการเคลื่อนตัวรถที่ต้องการ ระดับการเปลี่ยนแนวระดับและแนวตั้งของแนวสายทางที่ต้องมีจะมีรางเข้าถึงอู่จอดซ่อมรางเดี่ยวหรือสองราง และความเร็วโดยรวมที่ใช้ในโค้งต่อ
4. การจัดหา การจัดหาจะพิจารณาว่าที่ดินผืนใด สามารถเจรจาขอซื้อจากเจ้าของปัจจุบันได้สะดวกที่สุด สำหรับโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 นี้ ที่ดินที่ทางเทศบาลกรุงเทพมหานคร หรือรัฐเป็นเจ้าของหรือควบคุมดูแลอยู่ จะพิจารณาให้เป็นที่ดินที่สามารถจัดหาได้อย่างดีที่สุด อย่างไรก็ดี เมื่ออาจสามารถจัดซื้อที่ดินจำนวนน้อยกว่า เพื่อนำมาทำเป็นสถานที่สร้างอู่จอดซ่อมได้ง่ายและราคาย่อมเยา จะไม่ตัดที่ดินที่ต้องเวนคืนเหล่านี้ออกจากการพิจารณา แม้ว่าคะแนนของการจัดหาได้นั้นจะลดหลั่นตามไปทั้งการซื้อที่ดินเพิ่มและการถูกควบคุมโดยหน่วยงานอื่นๆของรัฐ เป็นสิ่งหนึ่งที่มองเห็นว่าเป็นความยุ่งยากในการโอนสิทธิ์การใช้ที่ดินให้แก่กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 6.1 พื้นที่ของอู่จอดซ่อมที่ต้องการ

Depot Function	Space Required in sq.m.
Maintenance and Overhaul Workshop	3600
Wheel Lathe	1400
Washing Area	1000
Test Track	2000
Stabling Area	2800
Maintenance of Way Shops and Storage	1700
Administration Building	2200
Control Center	700
Lead Track to Grade Space	3400
Fans	3200
Buffer Areas	800
TOTAL SPACE	22800

5. ความใกล้กับทางวิ่งให้บริการเกณฑ์ประเมินนี้ขึ้นอยู่กับความห่างไกลทางวิ่งให้บริการของสถานที่ ทั้งสี่ ที่พิจารณานำมาคัดเลือก ทางวิ่งที่ยาว หมายถึง ชั่วโมงดำเนินการ และกิโลเมตรที่วิ่งให้บริการที่ยาวขึ้น ในการให้บริการแบบไม่ได้รับค่าโดยสาร ถ้าสถานที่จะก่อสร้างอู่จอดซ่อมไม่ได้อยู่ในถนนพระราม 3 สถานที่นั้นจะได้คะแนนต่ำกว่า ดังนั้นสถานที่ที่ใกล้ถนนพระราม 3 มากกว่าจะได้คะแนนสูงกว่า
6. ศักยภาพในการพัฒนาร่วม ตัววัดประการสุดท้ายที่ใช้ประเมินสถานที่สร้าง อู่จอดซ่อม คือ ศักยภาพที่ทำให้เกิดการพัฒนาทางการค้าร่วมของบริเวณที่ดินใกล้เคียง และหรือของสิทธิในอากาศบริเวณเหนือที่สร้างอู่จอดซ่อมขึ้นไป ยังไม่ได้มีการจัดทำกิจกรรมที่สร้างคุณค่าโดยตรง แต่ได้มีการดำเนินการหาศักยภาพความเป็นไปได้อย่างจริงจังแล้ว

สรุปการให้คะแนนสถานที่ที่นำมาพิจารณาเพื่อสร้างอู่จอดซ่อมของสายทางพระราม 3

คะแนนต่างๆของแต่ละสถานที่และประเภทการประเมินแต่ละประเภท จะจัดเป็นหมวดหมู่ไว้ในตารางที่ใช้วิเคราะห์ จะสรุปคะแนนรวมของแต่ละสถานที่ในตาราง 6.2 จะแสดงผลดังกล่าวมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 สรุปการให้คะแนนสถานที่ที่นำมาพิจารณาสร้างอู่จอดซ่อมสายทางพระราม 3

Criteria	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Size	9	9	5	9
Environmental	9	7	5	6
Accessibility	10	8	6	8
Availability	7	8	10	6
Proximity to Main line	10	10	10	6
Joint Development Potential	4	7	9	6
Total Score	49	49	45	41

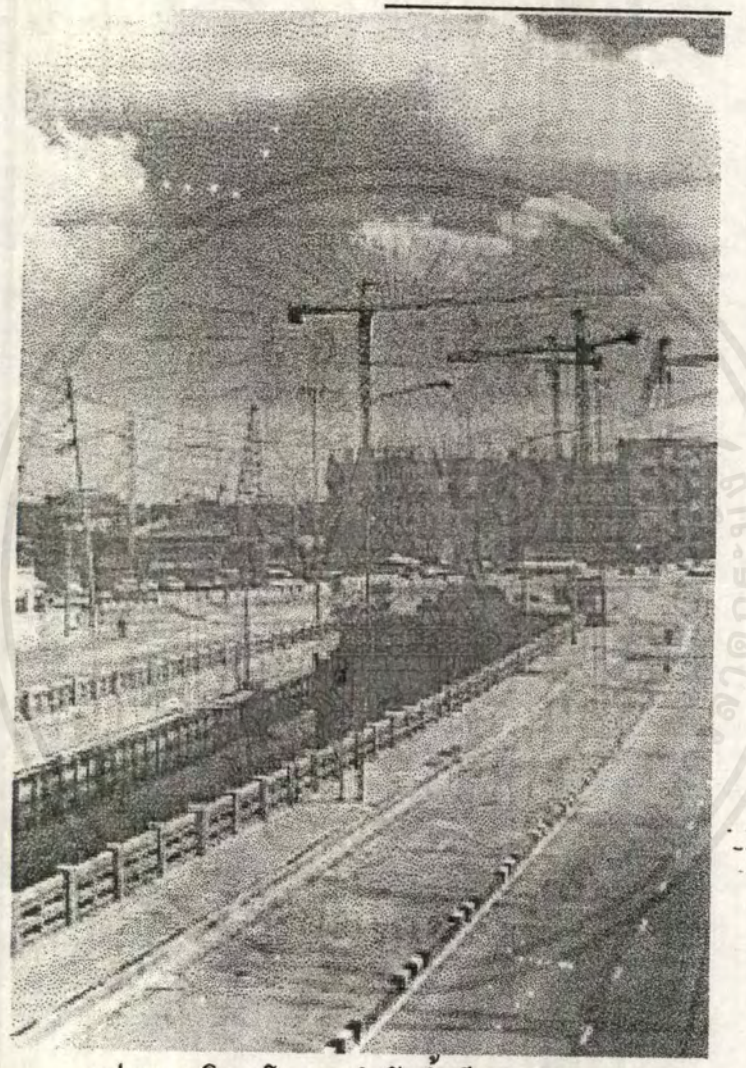
โรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร และสะพานพระรามที่ 9 มีคะแนนรวมสูงต่างเห็นได้ชัด เนื่องจากขาดข้อมูลด้านสถานที่ตั้ง และลักษณะที่เด่นชัดแน่นอนของถนนวงแหวนอุตสาหกรรมของกรมโยธาธิการ สถานที่นี้จึงได้คะแนนต่ำสุดในขณะที่ถนนเหนือ-ใต้ มีระดับคะแนนปานกลาง

ในการประเมินเช่นนี้ ซึ่งการให้คะแนนขึ้นอยู่กับการตัดสินของบุคคล ปัจจัยที่นำมาชั่งน้ำหนักให้คะแนนของแต่ละเกณฑ์จะนำมาดัดแปลงในบางครั้ง ยกตัวอย่างเช่น การให้ความสำคัญในเรื่องของขนาดของสถานที่อาจจะสูงกว่า การให้ความสำคัญในเรื่องศักยภาพในการพัฒนาร่วม เนื่องจากถ้าสถานที่นั้นมีขนาดเล็กเกินไป อาจไม่สามารถสร้างอู่จอดซ่อมได้ แต่ไม่ว่าจะเกิดการพัฒนาร่วมจุดขึ้นหรือไม่ก็ไม่เป็นผลต่อขนาดของพื้นที่ที่จะก่อสร้าง แต่เกณฑ์เรื่องการพัฒนาร่วมนั้นมีข้อดีแม้ว่าจะด้อยกว่าด้านขนาดก็ตาม

ข้อสรุปเกี่ยวกับสถานที่สร้างอู่จอดซ่อม

ไม่ว่าจะเป็นโรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานครหรือสะพานพระราม 9 ก็ล้วนแต่เป็นสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับอู่จอดซ่อมของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายทางพระราม 3 ทั้งสิ้น เสนอแนะให้นำสถานที่ทั้งสองไว้พิจารณาเป็นอันดับแรก เนื่องจากไม่ต้องมีการเวนคืนที่ดินใหม่ ดังนั้นจึงต้องทำการเจรจากับการทางพิเศษแห่งประเทศไทยอย่างเป็นทางการตั้งแต่เนิ่นๆ ตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสร้างอู่จอดซ่อมสายทางพระราม 3 ย่อมเป็นที่โรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานครแน่นอน เพราะข้อดีนั้นมากมายและเห็นได้เด่นชัด ควรมีที่ดินเพิ่มพิเศษจากเดิมหรือไม่ การเลือกที่ดินบริเวณสะพานพระรามที่ 9 เท่ากับเป็นการรวมเอาที่ดินบริเวณโรงบำบัดน้ำเสียกับถนนเหนือ-ใต้เข้าด้วยกัน องค์ประกอบที่ต้องนำมาดัดแปลงจะแบ่งได้เป็นระหว่างสถานที่ทั้งสองนี้ อย่างเช่น ที่จอดเก็บและการบำรุงรักษาข้างทางสามารถกระทำได้ที่สถานที่โรงบำบัดน้ำเสีย ในขณะที่การซ่อมบำรุงคันรถและการบริหารงานจะกระทำได้ที่สถานที่ของถนนเหนือ-ใต้ การพิจารณาใช้สถานที่ทั้งสองนี้สำคัญก็คือ ในการกระทำเช่นนั้นจะมีที่ว่างสำหรับการขยายเส้นทางออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



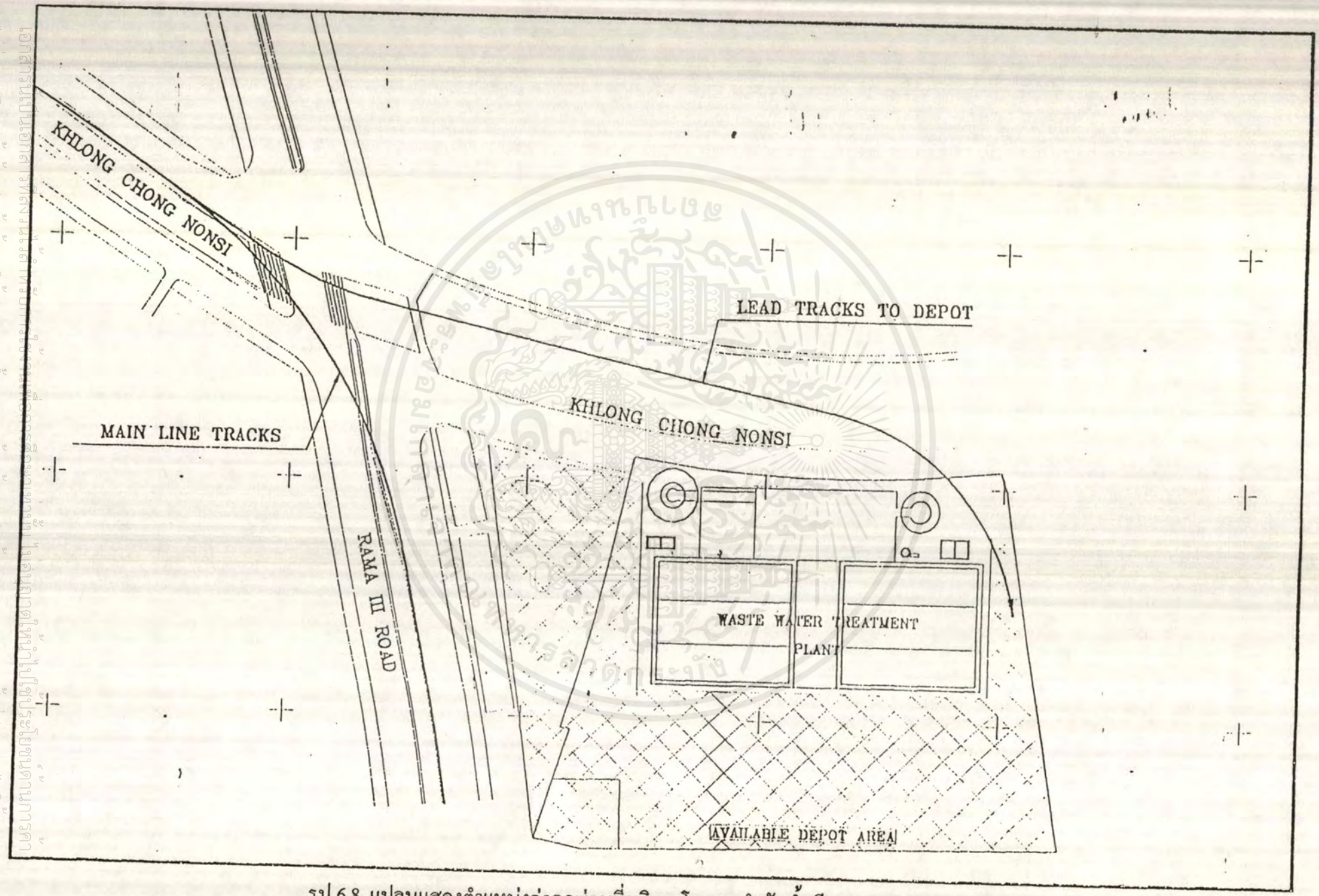
รูป 6.5 บริเวณโรงงานบำบัดน้ำเสียกรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.6 บริเวณใต้สะพานพระราม 9

รูป 6.7 บริเวณวงแหวนอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.8 แปลนแสดงตำแหน่งอู่จอดซ่อมที่บริเวณโรงงานบำบัดน้ำเสีย

4. ทางวิ่งและสถานีของสายทางพระรามที่ 3

สายทางที่นำมาทำการศึกษาในรายงานฉบับนี้เป็นสายทางยกระดับทั้งหมดซึ่งมีระดับสันรางโดยทั่วไปอยู่สูงประมาณ 11 เมตรเหนือระดับพื้นดิน หรือ 13 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

จากรูปในภาคผนวก ค. สายทางคลองช่องนนทรี - พระรามที่ 3 จะเริ่มจากสถานีสาธรนคร ซึ่งเป็นสถานีเปลี่ยนถ่ายกับสถานี S3 ของระบบรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร สถานีสาธรนครอยู่คลองช่องนนทรี ทางเหนือของถนนสาธรไปใต้ แต่ติดกับสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร ทางวิ่งของสายทางพระรามที่ 3 นั้นอยู่ในช่องวิ่งทางตะวันออกของคลองช่องนนทรี เนื่องจากสายทางของรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครกินพื้นที่ช่องวิ่งกลางไปแล้ว ทางเดินเท้าตรงบริเวณนั้นทำให้สามารถเดินไปเชื่อมต่ออีกสถานีได้ รางท้ายจะอยู่ทางเหนือของสถานีเพื่อให้รถสามารถเลี้ยวกลับได้ และถ้าจำเป็นสามารถทำเป็นที่จอดเก็บได้

เส้นทางจะมุ่งหน้าต่อไปทางใต้จากสถานีเปลี่ยนถ่ายนั้น โดยข้ามถนนสาธรไป และจะเปลี่ยนไปอยู่ทางขวาและย้ายไปอยู่ติดคลองช่องนนทรี เสาตอม่อของเส้นทางอยู่บนทางเท้าระหว่างคลองและถนน ส่วนของถนนที่เชื่อมกับส่วนนี้คือช่องวิ่งของรถประจำทาง ส่วนเส้นทางรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครสายสีเขียว จะเลี้ยวไปทางตะวันตกตามถนนสาธร มุ่งหน้าไปยังแม่น้ำเจ้าพระยา

ขณะมุ่งหน้าไปทางใต้จากสถานีเปลี่ยนถ่ายไปตามถนนช่องนนทรี-พระรามที่ 3 นั้น เส้นทางจะผ่านสถานีสามสถานี ได้แก่ สถานีสาธร-คลองช่องนนทรี สถานีวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ และสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่ ก่อนถึงทางด่วนเฉลิมมหานครที่แยกรัชดาภิเษก - คลองช่องนนทรี จะต้องยกระดับทางขึ้นเป็น 14 เมตรเหนือพื้นดินเพื่อข้ามแยกนี้ สถานีวัดโพธิ์แมนฯ ตั้งอยู่ทางเหนือของทางด่วนพอดี ซึ่งทำให้องค์ประกอบของสายทางนี้เป็นสถานียกระดับ ตำแหน่งของเสาตอม่อให้บริเวณนี้เป็นปัญหาเพื่อหลีกเลี่ยงการวางเสาในบริเวณกลางช่องทางจราจร และเนื่องจากพื้นที่มีอยู่จำกัด เพื่อหลีกเลี่ยงการเวนคืนที่ดินจึงจำเป็นต้องใช้โครงสร้างพิเศษที่มีระยะช่วงเสายาวกว่าปกติ

ขณะมุ่งหน้าไปทางใต้จนถึงแยกระหว่างถนนช่องนนทรี และพระรามที่ 3 แนวเส้นทางจะผ่านอู่จอดซ่อมและเลี้ยวไปทางตะวันตก ข้างคลองกลางถนนพระราม 3 จากนั้นเลียบแนวคลองทางทิศใต้ของคลอง

ก่อนจะเลี้ยวไปยังตะวันตก จะมีทางวิ่งแยกไปยังอู่จอดซ่อมที่อยู่ติดกับโรงงานบำบัดน้ำเสียคลองช่องนนทรี เมื่อใช้การลดระดับแนวดิ่งสูงสุด ทำให้แนวทางลดลงสู่ระดับพื้นดินหลังโรงงานบำบัดน้ำเสียได้ ซึ่งจากนั้นแนวเส้นทางจะตีวงรอบโรงงานเข้าไปยังบริเวณอู่จอดซ่อมระดับพื้นดินจากฝั่งแม่น้ำ รูป6.8 แสดงแบบร่างของแนวเส้นทางและรางที่ใช้ในอู่จอดซ่อม

คลองกลางถนนพระรามที่ 3 จะมีท่อน้ำเสียซึ่งจะทำให้วางเสาตอม่อที่จะมารองรับทางวิ่งในคลองได้ลำบาก ตำแหน่งของทางวิ่งจะอยู่ริมฝั่งคลองทางด้านใต้ ซึ่งจะต้องปรับแนวถนนโดยเพิ่มทางเท้าชิดริมคลองกินพื้นที่ของถนนที่มีอยู่ ข้อจำกัดในเรื่องความกว้างของถนนสามารถแก้ไขได้โดยการลดความกว้างของทางเท้าริมถนนทางด้านใต้ ในระยะเท่ากับที่ตำแหน่งเสาตอม่อกีดขวางถนน ดังนี้จึงจะสามารถคงจำนวนช่องวิ่งของถนนและความกว้างของถนนไว้อย่างเดิมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแนวเส้นทางส่วนตะวันตกนี้ จะถึงสถานี เอส.วี.การ์เด้น เอส.วี.ริเวอร์ไซด์ และสาธุประดิษฐ์ก่อนที่จะผ่านใต้สะพานพระรามที่ 9 ทางด้านเหนือแม่น้ำเจ้าพระยา สะพานในช่วงนี้ มีระดับสูงประมาณ 35 เมตรเหนือพื้นดินและไม่มีการกีดขวางในแนวดิ่ง สะพานพระรามที่ 9 จะอยู่ต่อจากสถานีสะพานพระรามที่ 9 เลย และเมื่อเส้นทางมุ่งหน้าต่อไปทางทิศตะวันตกยังสถานีปลายทางที่ถนนตก ผ่านสถานีโรงแรมรัชดาและสถานีวัดจันทร์นอก

แนวเส้นทางก่อนถึงสถานีปลายทางซึ่งอยู่ที่แยกถนนพระรามที่ 3 ตัดกับถนนเจริญกรุงนั้นจะข้ามไปยังด้านเหนือของถนนโดยมีรางยาวต่อท้ายไปยังด้านตะวันตก รางท้ายจะใช้เป็นที่กลับรถเมื่อสุดเส้นทาง

ทางข้ามฉุกเฉินจะมีตลอดแนวทางวิ่ง ซึ่งทางข้ามฉุกเฉินนี้ จะใช้เพื่อจอดเก็บรถจอดเสียที่จะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก แต่ถ้าเกิดขึ้นจะต้องลดความเร็วในการวิ่งเพื่อรอสับหลีก หรือใช้กลับรถ รถที่จอดเสียมักจะถูกเคลื่อนย้ายโดยการดันไปยังรางท้ายหรือดันไปยังอู่จอดซ่อม แต่ทางข้ามฉุกเฉินนี้สามารถใช้ในกรณีที่ต้องเดินรถไปกลับระยะสั้น เมื่อมีความต้องการโดยสารมากในบางช่วงของทาง

สุดปลายเส้นทางในบริเวณแยกถนนเจริญกรุง อาจเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับการตรวจสอบต่อไปในปัจจุบันตำแหน่งที่กำหนดก็เพื่อทำให้การต่อขยายเส้นทางโดยการเลี้ยวเส้นทางไปทางด้านเหนือที่ถนนเจริญกรุงนั้นสะดวกขึ้น อย่างไรก็ดี ยังมีทางเลือกอื่นสำหรับการต่อขยายอีก ได้แก่ การต่อเส้นทางไปยังทางตะวันตกตามถนนพระรามที่ 3 และข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานกรุงเทพ หรือเลี้ยวเส้นทางไปทางเหนือตามถนนเหนือ-ใต้ ที่ตัดใหม่ซึ่งอยู่ระหว่างสะพานพระรามที่ 9 และถนนเจริญกรุง

สถานีของสายทางพระราม 3

สถานี	ระยะทางจากจุดเริ่มต้นโครงการ	ชนิดสถานี
1. สาธรนคร	0.300	center platform station
2. วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ	1.500	side platform station
3. ถนนจันทร์ตัดใหม่	2.300	side platform station
4. วัดโพธิ์แมน	2.800	side platform station
5. ธนาคารกรุงเทพ	4.500	side platform station
6. สุภาลัย	5.100	side platform station
7. เอส. วี.การ์เด้น	6.000	side platform station
8. เอส. วี. ริเวอร์ไซด์	6.500	side platform station
9. สาธุประดิษฐ์	8.200	side platform station
10. สะพานพระราม 9	9.600	side platform station
11. โรงแรมรัชดา	10.250	side platform station
12. โรงแรมมฑเทียน	10.900	side platform station
13. วัดจันทร์นอก	11.600	side platform station
14. เจริญกรุง	12.300	center platform station

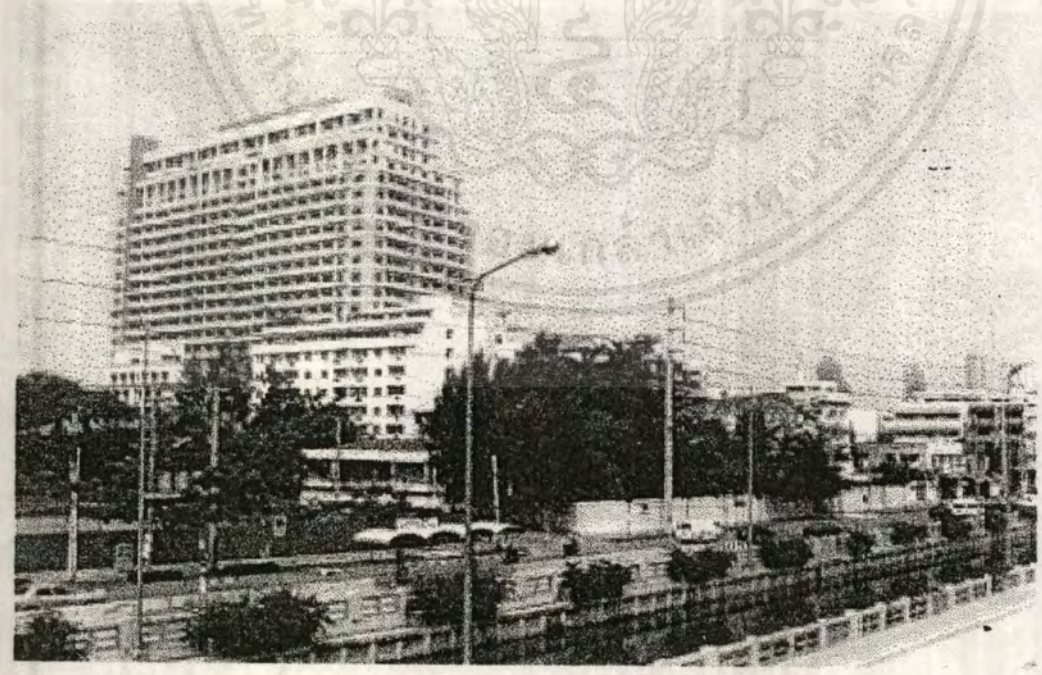
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.9 บริเวณสถานีสาธรนคร

รูป 6.10 บริเวณสถานีวิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

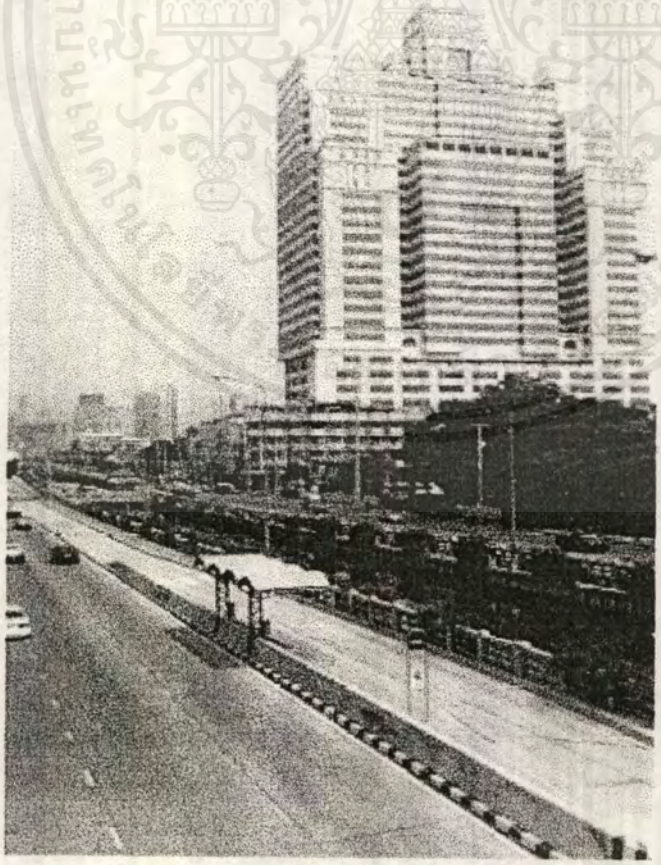
รูป 6.11 บริเวณสถานีวิทยาลัยกรุงเทพฯ



รูป 6.12 บริเวณสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.13 บริเวณสถานีถนนจันทร์ตัดใหม่



รูป 6.14 บริเวณถนนจันทร์ตัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.15 บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน

รูป 6.16 บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.17 บริเวณสถานีวัดโพธิ์แมน

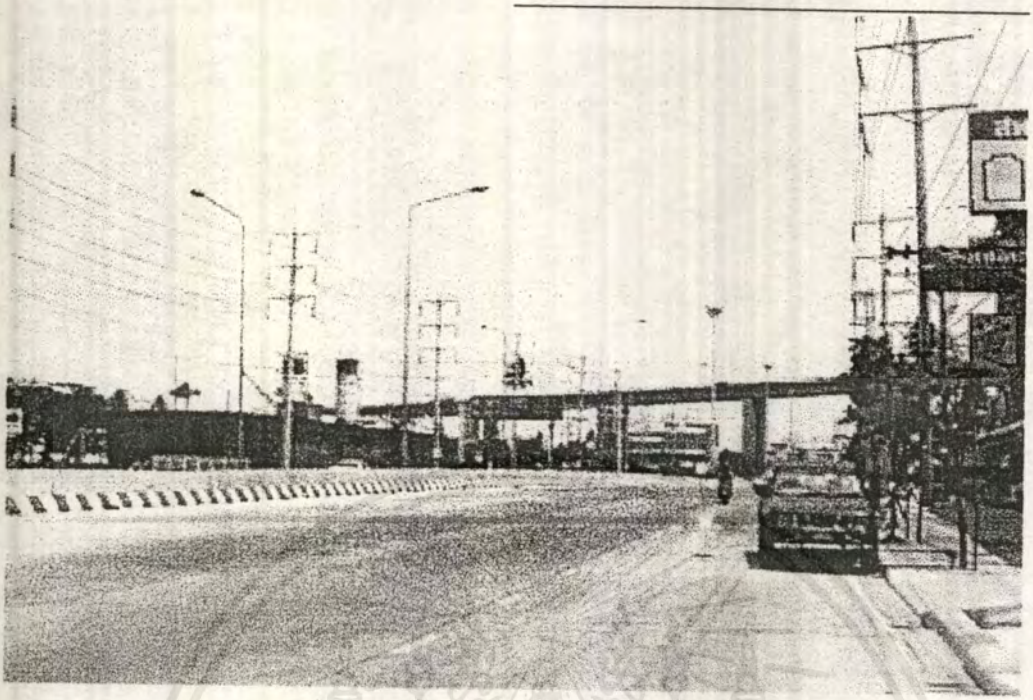
รูป 6.18 บริเวณสถานีสุภาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.19 บริเวณสถานีเอส.วี.การ์เด้น

รูป 6.20 บริเวณสถานีเอส.วี.ริเวอร์ไซด์

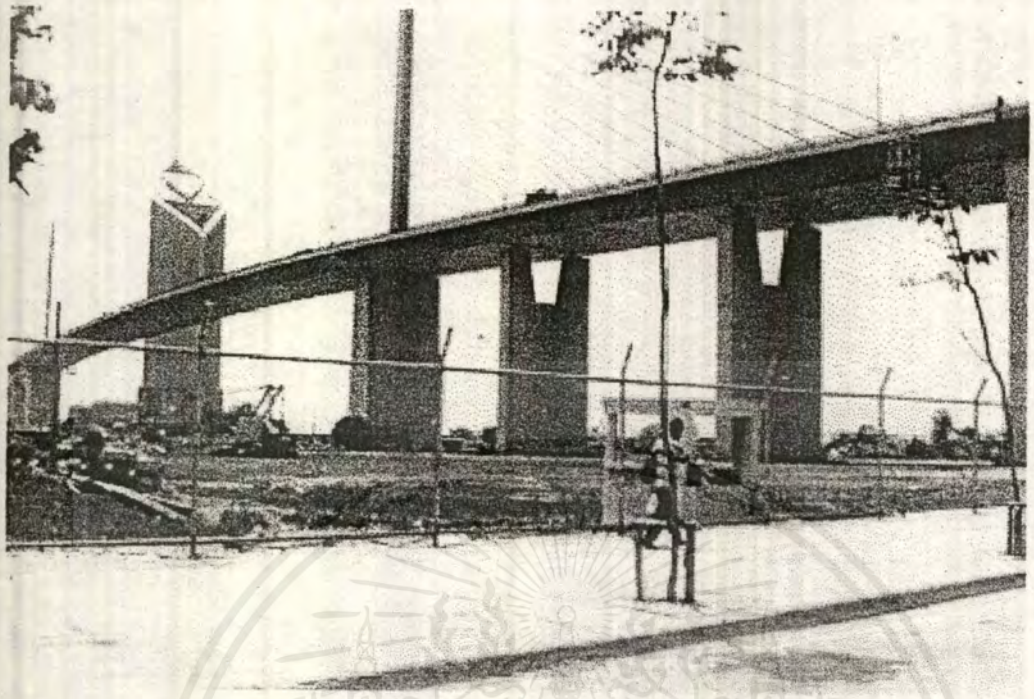
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.21 บริเวณสถานีเอส.วี.ริเวอร์ไซด์

รูป 6.22 สถานีสาธุประดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.23 บริเวณสถานีสะพานพระราม 9

รูป 6.24 บริเวณสถานีโรงแรมรัชดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.25 บริเวณสถานีโรงแรมมณเฑียน

รูป 6.26 บริเวณสถานีวัดจันทร์นอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.27 บริเวณสถานีเจริญกรุง

5. ตัวรถ

ผลจากการเปรียบเทียบระบบ แสดงให้เห็นว่าระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาประเภทรถไฟฟ้าขนาดเบาเป็นประเภทที่เหมาะสมกับเส้นทางสายพระราม3-ช่องนนทรี เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการรับส่งผู้โดยสารพอเหมาะ และมีค่าใช้จ่ายในการเดินรถ และบำรุงรักษาต่อผู้โดยสารต่ำกว่าประเภทอื่น

รถไฟฟ้าขนาดเบาปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้นมีรูปร่างเพรียวขึ้น กล่าวคือ ตัวรถกว้าง 2.4-2.7 เมตร และมีความยาวของตัวรถตั้งแต่ 15-30 เมตร เนื่องจากมีการออกแบบให้ต่อตู้ได้เพิ่มขึ้นโดยเป็นรถตอนเดียว สองตอน สามตอน และหลายตอน และมีห้องขับแบบหัวเดียวหรือ สองหัวก็ได้ ตามรูปแบบที่ต้องการประกอบด้วย ระบบขับเคลื่อนด้วย motor ไฟฟ้าประเภท AC หรือ DC ได้ทั้งสองระบบ ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตได้มากแบบ

ตัวรถในปัจจุบันมีรูปลักษณะที่เตะตา ดึงดูดความสนใจ และเชิญชวนได้ดี และให้ความสะดวกในการขึ้น-ลง ยืน-นั่ง และให้ความสบายด้วยระบบปรับอากาศ ระบบกันกระเทือน ความน่าเชื่อถือทางด้านเทคนิคมีอุปกรณ์สื่อสารบอกตำแหน่งและควบคุมระบบการเดินรถพร้อมมูล ให้บริการขนส่งผู้โดยสารได้ยืดหยุ่นคราวละมากๆ โดยการต่อตู้โดยสารพ่วงเข้าไปในขบวนตั้งแต่หนึ่งตู้ถึงสี่ตู้ เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนผู้โดยสาร ที่เพิ่มมากขึ้นในช่วงปีต่างๆ และเป็นการประหยัด การใช้พลังงานในการขับเคลื่อน การปรับอากาศภายในตัวรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การขึ้นลงทำได้สะดวกรวดเร็ว โดยทุกตู้จะมีประตูเปิดปิดอัตโนมัติ ทั้งสองด้าน และระบบที่มีความจุผู้โดยสารปานกลางส่วนใหญ่จะมีประตูห่างกันประมาณ 7.8 เมตร หากเว้นช่วงห่างระหว่างประตูมากความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถในการเข้าออกประตูของผู้โดยสาร จะยิ่งน้อยลงเกินพิกัด ในช่วงเวลาเร่งด่วน ในทางกลับกัน เมื่อเว้นช่วงห่างระหว่างประตูน้อยลง จะลดจำนวนที่นั่งให้เหลือน้อยลง ตู้รถที่มีความยาว 20 เมตร และมีประตู 4 ประตู ในแต่ละด้านจะให้ค่าเฉลี่ยประมาณ 6.5 เมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานในการศึกษาครั้งนี้

ภายในตัวรถ นอกจากต้องเป็นระบบปรับอากาศแล้ว วัสดุที่ใช้กรุผนังที่นั่ง แผ่นปูพื้นต่างๆ ต้องเป็นวัสดุที่คงทนถาวร ไม่มีเหลี่ยมคม และไม่เป็นสารติดไฟง่าย เพื่อให้ความปลอดภัยกับผู้โดยสาร มีปุ่มเปิดปิดประตูที่ควบคุมได้ในขณะรถจอดที่สถานีรับส่งผู้โดยสาร นอกจากนี้ต้องมีแผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีต่างๆ ของเส้นทางนั้นๆ และสามารถประกาศตำแหน่งสถานีล่วงหน้าให้ผู้โดยสารเตรียมตัวลงได้ด้วย มาตรฐานการผลิตเหล่านี้สามารถควบคุมให้มีการผลิตที่ถูกต้องตามต้องการได้

รถไฟฟ้าขนาดเบา ชนิดที่ต่อขยายเป็นตอนๆ ได้ เป็นชนิด 2 หัว สามารถต่อตู้ได้ หรือเพิ่มความยาวของขบวนโดยใช้เครื่องพ่วงแบบกึ่งถาวร ช่วยให้มีการเดินทะลุผลอดทั้งขบวนได้โดยผู้ควบคุมรถ หรือคนขับรถสามารถมองเห็น และดูแลการขึ้นลงปิดเปิดประตูได้ตลอดทั้งขบวน และช่วยให้การปรับอากาศ และระบายอากาศ สามารถไหลเวียนได้ทั่วถึง และผู้โดยสารสามารถเดินไปเลือกลงที่ประตูต่างๆ ได้ทำให้ประสิทธิภาพในการขึ้น-ลงดี การเลือกประเภทขับเคลื่อน 2 หัว นั้นทำให้ไม่ต้องหาพื้นที่ที่ใช้ในการกลับรถ ซึ่งจะเสียพื้นที่มากและเสียเวลาในการเลี้ยว

ลักษณะของยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	ขนาด	
ความยาว	20	เมตร
ความกว้าง	2.4-2.7	เมตร
จำนวนตู้/ขบวน	4	ตู้
ผู้โดยสารทั่งหมด	160	คน
จำนวนประตูต่อด้าน	4	ประตู
ความกว้างประตู	1.3-1.7	เมตร
ความเร็วในการเดินรถสูงสุด	80	km./hr.
ความเร็วในการเดินรถเฉลี่ย	35	km./hr.
อัตราเร่ง และอัตราลดความเร็ว	1.1-1.3	m./s.

6. ระบบราง

หน้าที่หลักของราง คือ เป็นตัวนำทางและรับน้ำหนักรถและขบวนรถให้วิ่งไปบนราง รางเป็นส่วนสำคัญที่สุดประการหนึ่งที่ให้ความสบายกับผู้โดยสาร โดยช่วยลดความสั่นสะเทือน การออกแบบและก่อสร้างที่ดีนั้น จะทำให้ผู้โดยสารรู้สึกปลอดภัย สะดวกสบาย และปราศจากเสียงรบกวน ซึ่งเป็นตัวชักนำให้ผู้โดยสารเกิดความนิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆ การที่รถเคลื่อนตัวไปบนรางที่เรียบ ไม่ขรุขระหรือทรุดเอียงมากเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนนทั่วๆไป เมื่อใช้นานปีมีส่วนช่วยให้ค่าบำรุงรักษาตัวรถต่ำ และอัตราการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ จะน้อยตามไปด้วย

ชิ้นส่วนต่างๆของระบบรางประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

- ตัวราง
- ฐานรองรับราง อาจเป็นไม้หมอน หมอนคอนกรีตวางบนหิน (Ballast) หรือ วางบนพื้นคอนกรีตโดยตรง
- ข้อต่อรอยเชื่อมที่เชื่อมรางเข้าด้วยกัน
- ชุดอุปกรณ์ยึดรางเข้ากับฐานรองรับรางที่รับแรงตามขวางและตามยาว

รางและฐานรองรับเป็นตัวกลักทางด้านการใช้งาน (Performance) และราคา ส่วนข้อต่อ รอยเชื่อม และชุดอุปกรณ์ยึดรางเป็นส่วนปลีกย่อย น้ำหนักจร และน้ำหนักรถ แรงเบรก และแรงจากการเร่ง เหล่านี้จะส่งผ่านจากรางสู่ฐานรองรับ การขยายตัว และหดตัวของราง เนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และจากแสงอาทิตย์ที่ส่งตรงสู่รางเหล็กก็เป็นส่วนสำคัญในการออกแบบ

อุปกรณ์รองรับราง เช่น Cross Tie, Direct Fixation Fastener หรือแผ่นรองรางมีส่วนช่วยแผ่น้ำหนักและกระจายแรงลงสู่ฐานรองรับราง รวมทั้งการยึดหดตัวให้มีความสม่ำเสมอตลอดแนวอย่างทั่วถึง

ข้อกำหนดในการออกแบบมุ่งที่ฟังก์ชั่นในการควบคุมบังคับรถ และคุณลักษณะในการให้บริการคุณภาพของบริการ และข้อจำกัดทางกายภาพของโครงข่ายการขนส่ง ระบบรางต้องสร้างและบำรุงรักษาให้ได้มาตรฐานสูง เพื่อให้วิ่งเรียบไม่มีเสียงดัง และมีความสั่นสะเทือนน้อย

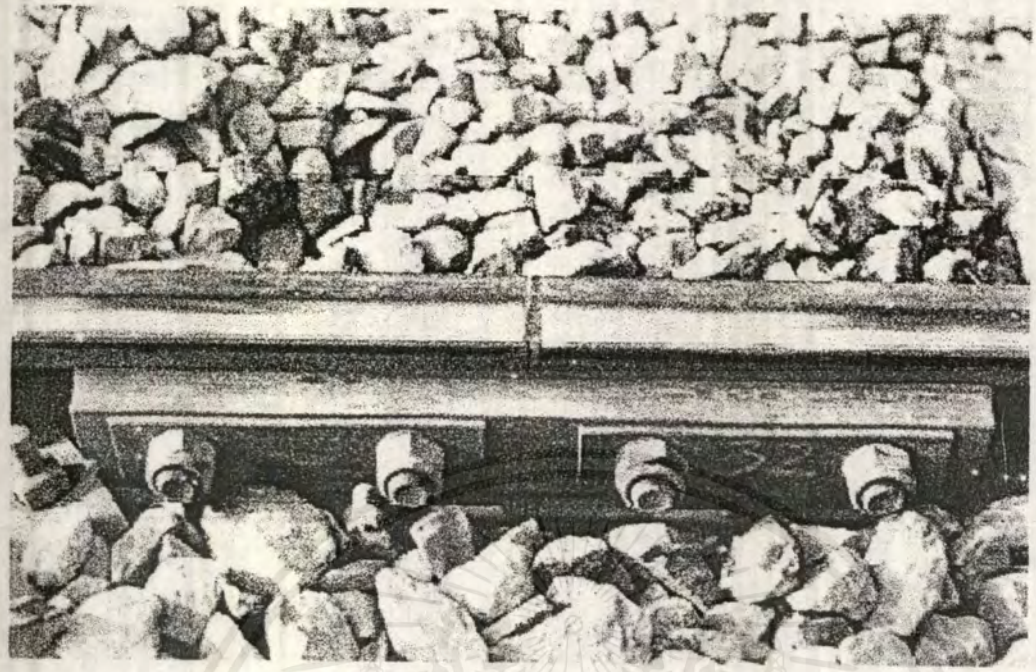
รางนอกจากทำหน้าที่ดังกล่าวแล้ว ยังเป็นตัวนำสำหรับระบบควบคุมการเดินรถ (Train Control System) ระบบสัญญาณ และระบบสื่อสารต่างๆ ด้วยคลื่นสัญญาณต่างๆ ที่รางเป็นตัวนำฟอร์มในรูปวงจรราบ (Trade Circuit) เพื่อควบคุมการทำงานและเป็นที่ป้องกัน (Safeguard) ในการเดินรถให้ปลอดภัย และทำหน้าที่เสมือนสายดิน หรือขั้วลบที่ส่งกระแสกลับไปที่สถานีไฟย่อยต่างๆ

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การก่อสร้างและบำรุงรักษาระบบรางที่ดี ให้ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนขนาดเบา ซึ่งก็ต้องเลือกเอาว่าจะลงทุนขั้นต้นสูง มีการบำรุงรักษาน้อย หรือใช้วัสดุคุณภาพต่ำ แต่ต้องบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงบ่อยๆ ถ้าหากว่าเป็นที่ยอมรับว่าค่าแรงนับวันจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ประเด็นแรกจะดีกว่า

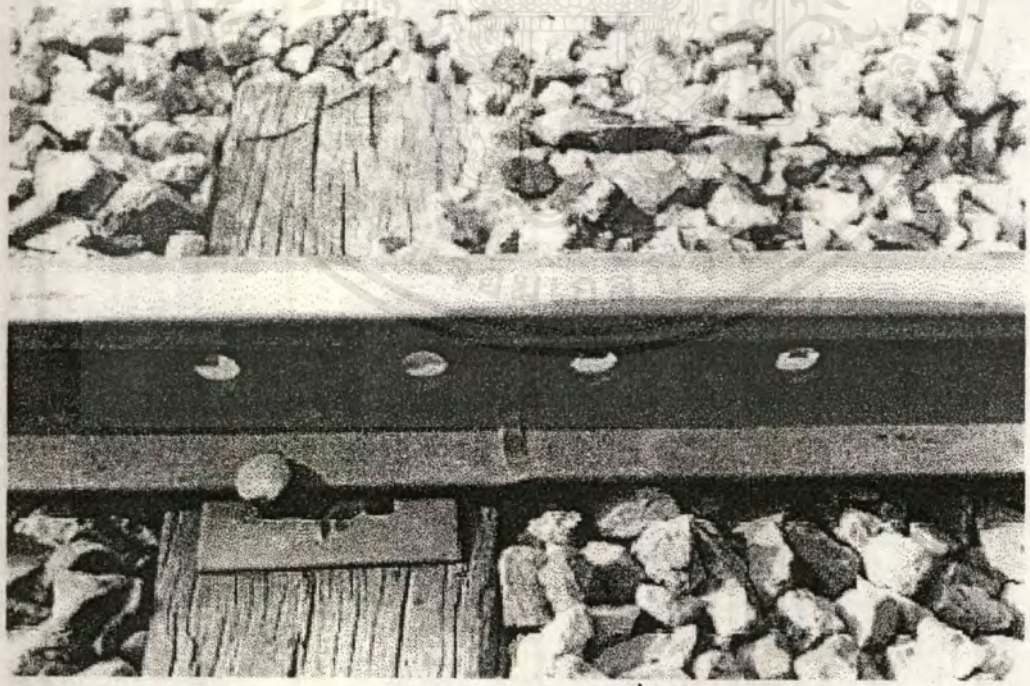
ตัวรางที่ผลิตขึ้นและมีใช้สำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนขนาดเบามีหลายแบบ ซึ่งเหมาะกับสภาพต่างๆกัน การก่อสร้างระบบหรือการขยายเส้นทางจะใช้รูปแบบการลงทุนรางเหมือนๆกัน จากการศึกษาจะพิจารณาใช้วิธีการที่ดีและใช้แพร่หลายในปัจจุบัน

การวางรางที่วางบนโครงสร้างยกระดับ มี 2 แบบ การวางบนหมอนที่มีหิน Ballast รองรับและการวางรางยึดติดกับแผ่น คสล. โดยมี แผ่น Elastomeric รองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

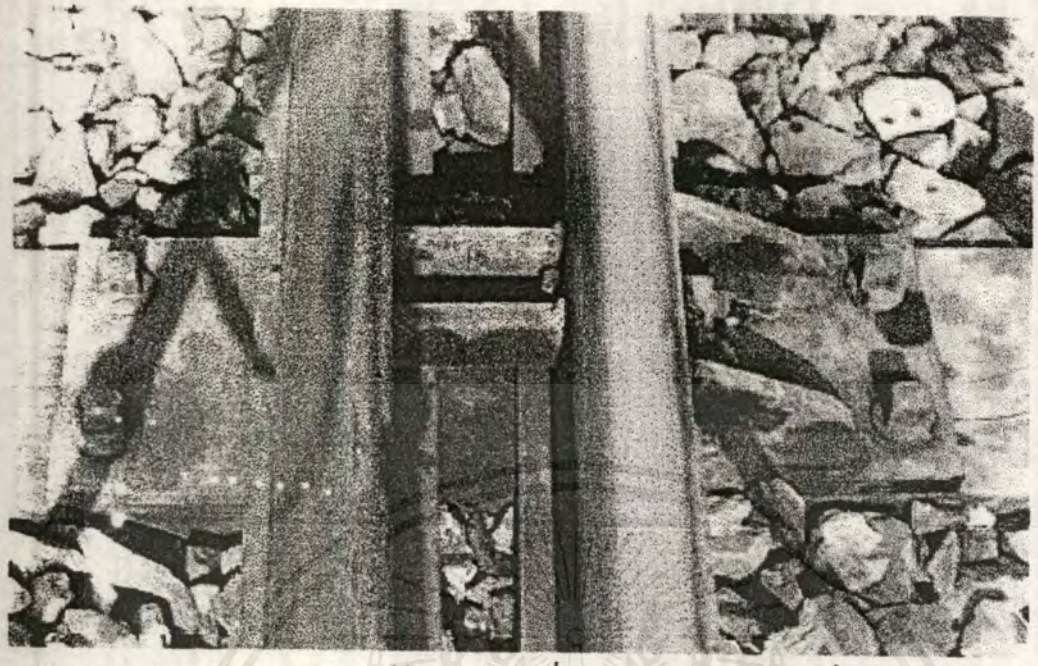


รูป 6.28 รอยต่อแบบข้อต่อ

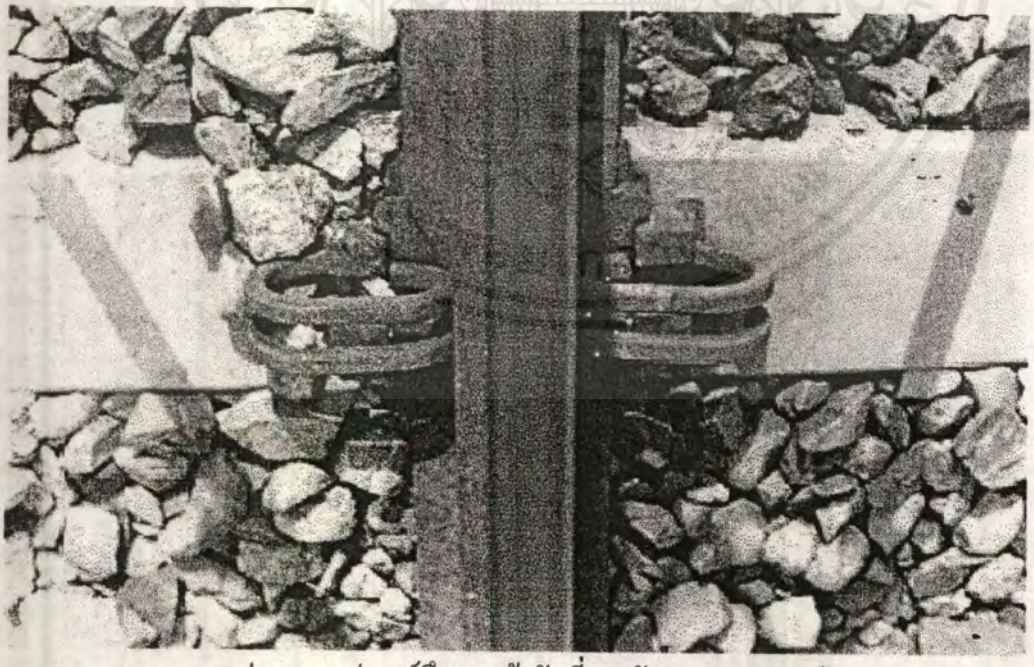


รูป 6.29 รอยต่อแบบเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

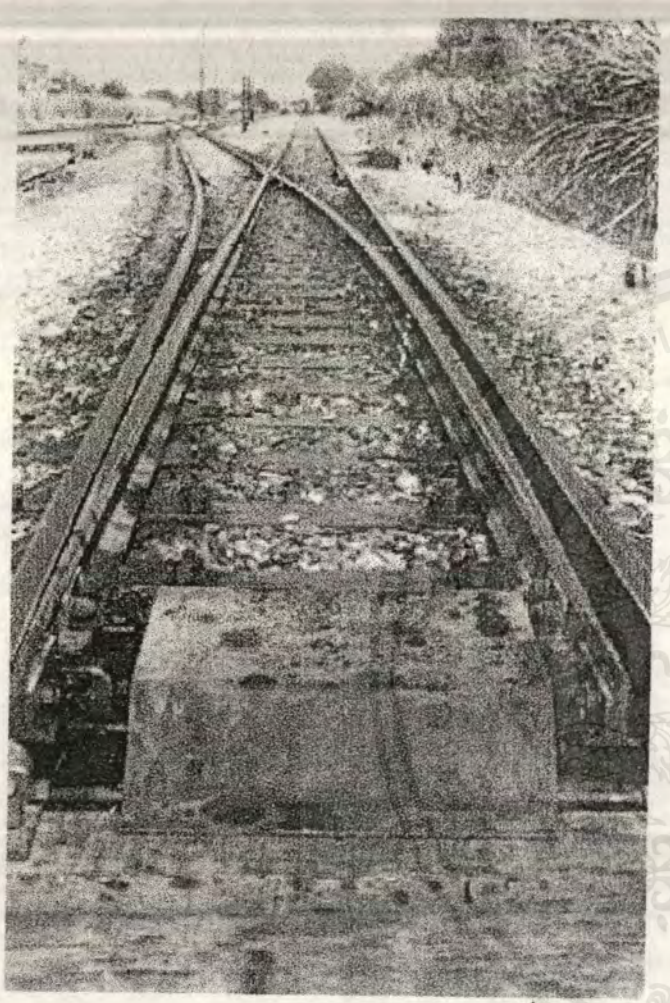


รูป 6.30 อุปกรณ์ยึดรางเข้ากับที่รองรับบริเวณรางสับเปลี่ยน



รูป 6.31 อุปกรณ์ยึดรางเข้ากับที่รองรับหมอนคอนกรีต

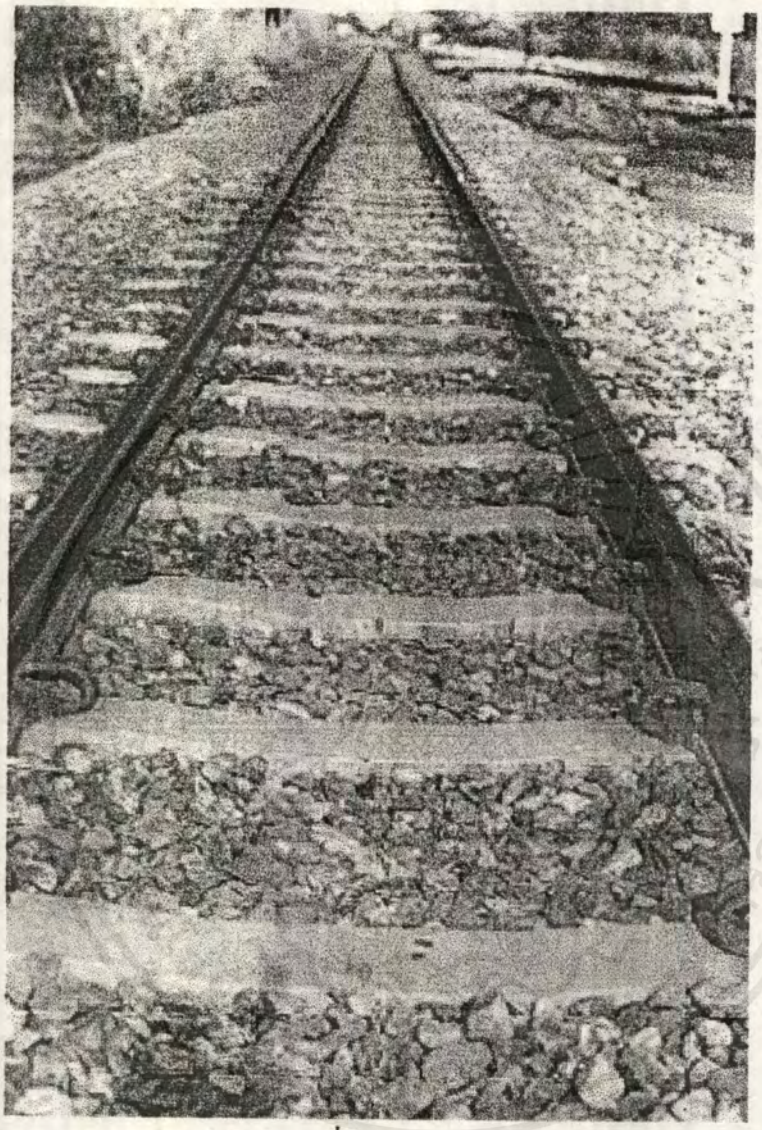
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.32 รางสับเปลี่ยนก่อนเข้าสถานี

รูป 6.33 รางสับเปลี่ยนก่อนเข้าสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.34 รางที่มีหมอนคอนกรีตรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุการใช้งานของรางขึ้นอยู่กับจำนวนเที่ยวของขบวนรถ น้ำหนักเพลา ความเร็วรถ รัศมีเลี้ยวโค้ง ความลาดชัน ชนิดและอุปกรณ์รองรับราง และประเภทของฐานรองรับราง และมาตรฐานการบำรุงรักษาเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างรางหนัก และรางเบาที่สภาพเดียวกัน รางหนักจะมีอายุการใช้งานนานกว่า ถ้าต้องการลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนรางเนื่องจากการสึกหรอก็ควรใช้ขนาดใหญ่ขึ้น

- การต่อรางทำได้ 2 แบบ คือ การใช้ข้อต่อ และการเชื่อมติดกัน แบบใช้ใช้ข้อต่อยึดใช้ในลานจอด ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่เรียกว่า copler ซึ่งมีแผ่น splices และ Bolts การเชื่อมรางต่อกันใช้ในบริเวณที่ต้องการลดเสียงรบกวน ลดการสั่นสะเทือน ลดการสึกหรอ ลดการบำรุงรักษา การต่อโดยวิธีเชื่อมรางจะแพงกว่า การต่อรางโดยวิธีข้อต่อ แต่ถ้าคำนึงถึงการลงทุนระยะยาวแล้ว การเชื่อรางดีกว่าเนื่องจากการสึกหรอของรางน้อยกว่า และค่าใช้จ่ายในการเดินรถ และบำรุงรักษาถูกว่า

7. ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า จากภายนอกเข้าสู่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยทั่วไปมี 2 ระบบ คือ ระบบจ่ายไฟฟ้า จ่ายสายไฟเหนือศีรษะ ผ่าน Pantograph และระบบจ่ายไฟฟ้าจากรางที่ 3 ผ่าน Collector shoe เนื่องจากสายทางพระรามสาม เป็นทางวิ่งยกระดับ จึงควรใช้แรงขับเคลื่อนไฟฟ้าจากรางที่ 3 ซึ่งจะมีราคาต่ำกว่าติดตั้ง บำรุงรักษาง่ายกว่า และกีดขวางสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

ส่วนการเลือกใช้ขนาดของแรงดันไฟฟ้านั้นได้เสนอให้เลือกใช้ขนาด 750 โวลท์ DC เพื่อให้สอดคล้องกับระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรางที่ 3 และสายไฟจ่ายพลังงานเหนือศีรษะเป็นดังนี้

ตัวรับกระแสไฟแบบรางที่ 3 (Contact Rail or Third Rail)

ข้อดีของระบบรางที่ 3 มีดังนี้

1. มีพื้นที่หน้าตัดมาก ดังนั้นจึงสามารถจ่ายไฟได้ในระยะทางไกล มีแรงดันตกและการสูญเสียจากการส่งกำลังน้อย สิ่งนี้ทำให้สถานีจ่ายไฟสามารถอยู่ห่างกันได้ตั้งแต่ 3 ถึง 10 กิโลเมตร
2. สามารถจัดไว้ในช่องอุโมงค์เดินรถ ดังนั้น อุโมงค์รถจะมีขนาดเล็กลงได้ต่ำสุดสิ่งสำคัญ คือ ไม่ต้องการที่ข้างทางเพิ่มเติมสำหรับระบบรางที่ 3
3. ไม่ได้เกะกะรุงรัง จึงสามารถติดตั้งได้อย่างสะอาดตาเรียบร้อย ฝาปิดรางสามารถทำรวมไปกับตัวกำแพง(Parapet) และ/หรือหลัก(เสา) ที่ติดตั้งข้างๆรางเหล็ก
4. ความมั่นคงแข็งแรงและค่อนข้างจะทนทานต่อสภาวะรอบข้างหรือสภาวะอากาศที่เลวร้าย

ข้อเสียของระบบรางที่ 3 มีดังนี้

1. การให้ความปลอดภัยทำได้ยากแก่สาธารณชนในกรณีที่ตัดผ่านทางแยก และอาจมีการแตะต้องโดยบังเอิญเกิดขึ้นได้ หรืออาจเกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงแก่ยวดยานได้
2. เมื่อรถตกรางจะทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากกับรางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟจ่ายพลังงานเหนือศีรษะ (Overhead Power Supply)

ข้อดีของระบบไฟขับเคลื่อนแบบเหนือศีรษะมีดังนี้

1. แหล่งไฟอยู่อย่างปลอดภัยเหนือรางวิ่งอย่างน้อย 5 เมตร
2. การตกรางของรถ โดยปกติไม่ทำให้แหล่งไฟเหนือศีรษะเสียหาย
3. การบำรุงรักษารางวิ่งสามารถทำได้โดยไม่ต้องตัดไฟที่อยู่นอกส่วนของสวิชต์ตัดตอนที่ทำงานอยู่

ข้อเสียของไฟขับเคลื่อนแบบเหนือศีรษะมีดังนี้

1. สายลวดเหนือศีรษะและเสารับเป็นสิ่งกีดขวางสายตาที่มองเห็นได้
2. ไฟขับเคลื่อนแบบเหนือศีรษะต้องการที่ว่างเหนือทางวิ่งมากขึ้น และในกรณีเป็นอุโมงค์ จะต้องใช้เส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้นหรือใช้หลังคาที่สูงขึ้น สิ่งนี้ทำให้เพิ่มต้นทุนของโครงสร้างใต้ดินมากขึ้น
3. พื้นที่หน้าตัดของสายลวดมีน้อยทำให้เพิ่มการสูญเสียในการส่งกำลังมากขึ้น ผลที่ตามมาก็คือสถานีย่อยขับเคลื่อนจะต้องมีมากขึ้นเป็นทุกระยะน้อยกว่า 2 กิโลเมตร

7.1 ระบบกระแสไฟฟ้าหลัก

จะต้องมี traction step-down substations ประจำทุกสถานี ทั้งนี้เพื่อจ่ายพลังงานกระแสไฟฟ้าให้กับระบบต่างๆ เช่น ระบบระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบระบายน้ำ ระบบควบคุม ระบบสื่อสาร ให้กับสถานีนั้นๆ รวมทั้งระบบกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับขบวนรถ

สำหรับระบบกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขบวนรถไฟฟ้านั้น จะต้องแปลงกระแสไฟฟ้าจาก AC เป็นกระแสไฟฟ้า DC เช่น ในกรณีเมืองไทยใช้กระแสไฟฟ้าระบบ AC24 KVAC ความถี่ 50 H_z ก็จะแปลงกระแสไฟฟ้ามาเป็น กระแสไฟฟ้าระบบ DC 750 V ป้อนเข้าที่รางที่ 3 เพื่อจ่ายให้กับขบวนรถไฟฟ้าต่อไป

สำหรับการจ่ายไฟฟ้าให้กับขบวนรถไฟฟ้าจะมีการจ่ายให้ 2 ประเภท คือ

1. จ่ายผ่าน Contract Rail วิธีนี้จะใช้กับระบบที่อยู่ใต้ดินทั้งหมด
2. จ่ายผ่านสายไฟที่พาดอยู่ด้านบนของ lining ระบบนี้จะใช้กับอยู่ใต้ดินและผสมกับบนดินและลอยฟ้า

ในวงจร DC จะมีวงจรตัดไฟทันที เมื่อเกิดการลัดวงจรในสายไฟที่ป้อนให้กับขบวนรถไฟ

Substation จะรับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของเมือง เช่น ในกรณีเมืองไทยก็จะแปลงกระแสไฟฟ้าจาก 24 KVAC เป็น 380-220 VAC โดยจะต้องมีการรับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสไฟที่เป็นอิสระต่อกันอย่างน้อย 2 แห่ง ทั้งนี้เพื่อความมั่นคงของระบบกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับตัวสถานี

สายไฟควรร้อยอยู่ในท่อร้อยสายและฝังอยู่ในช่อง CABLE CELLAR วัสดุที่นำมาหุ้มสายไฟฟ้าและวัสดุที่นำมาทำ CABLE CELLAR จะต้องเป็นวัสดุที่ทนไฟและไม่ติดไฟได้ง่าย ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ไฟลามมาตามสายไฟฟ้าหรือ CABLE CELLAR ได้ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อตัวสถานีใต้ดินได้ และผู้โดยสารได้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือระบบไฟฟ้าสำรอง

ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือระบบไฟฟ้าสำรอง เป็นระบบไฟฟ้าที่จัดเตรียมการไว้สำหรับอุปกรณ์ หรือส่วนสำคัญของระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือระบบไฟฟ้าสำรอง จะทำงานก็ต่อเมื่อระบบไฟฟ้าหลักเกิดความเสียหายหรือผิดปกติ โดยไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินได้ตามปกติ ซึ่งอาจนำมาซึ่งอันตรายต่อผู้โดยสารและระบบอุปกรณ์ต่างๆได้ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือระบบไฟฟ้าสำรองนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1. สวิตช์โอนย้าย (TRANSFER SWITCH) เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้โอนย้ายโหลดจากระบบไฟฟ้าหลักไปยังแหล่งจ่ายไฟอื่นๆ โดยจะโอนย้ายเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้าหลัก หรือเพื่อทำให้ระบบไฟฟ้าถูกแยกออกจากระบบได้ อันจะทำให้การบำรุงรักษาและทดสอบระบบต่างๆ เป็นไปได้ง่าย และสวิตช์โอนย้ายนี้จะโอนย้ายจากแหล่งจ่ายไฟอื่นๆ กลับมายังระบบไฟฟ้าหลัก เมื่อระบบไฟฟ้าหลักได้แก้ไขสิ่งผิดปกติแล้ว ในการทำงานโอนย้ายนี้จะเป็นไปอย่างอัตโนมัติหรืออาจจะเป็นแบบไม่อัตโนมัติก็ได้โดยรับคำสั่งจากศูนย์ควบคุม
2. ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนี้จะเตรียมไว้เพื่อใช้ในกรณีที่ระบบไฟปกติมีปัญหา โดยการเตรียมการจะต้องประกอบไปด้วย

- จะต้องสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อระบบไฟปกติไม่มี
- การจ่ายไฟสำรองให้แก่ระบบฉุกเฉินนั้นจะต้องจ่ายได้อย่างรวดเร็วภายหลังเมื่อระบบไฟฟ้าหลักเกิดผิดปกติไม่สามารถจ่ายไฟได้ตามปกติ

8. ระบบควบคุม

8.1 ระบบอาณัติสัญญาณ

ระบบอาณัติสัญญาณ เป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการเดินรถอัตโนมัติ เพื่อทำการจอดเบรกรถ จัดตามตารางการเดินรถ โดยระบบคอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะแบ่งเป็นระบบย่อยหลักๆ คือ

Automatic Train Operation เป็นระบบควบคุมที่ทำหน้าที่เสมือนพนักงานขับรถระบบนี้จะควบคุมการออกรถ การเบรก การเดินรถด้วยความเร็วที่เหมาะสมตามตารางการเดินรถที่กำหนด โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนรถ และความสะดวกรวดเร็วนอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดประตู และการจอดรถ ณ. ตำแหน่งที่กำหนดบนชานชาลาตลอดจนทำหน้าที่ควบคุมการเดินรถ เพื่อการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

Automatic Train Protection เป็นระบบควบคุมที่ทำหน้าที่สอดส่องดูแลไม่ให้มีการเดินรถด้วยความเร็วสูงกว่าความเร็วที่กำหนด เพื่อมิให้เกิดการชนและป้องกันการตกรางระบบนี้จะควบคุมระยะห่างระหว่างขบวนรถเพื่อให้เกิดความปลอดภัย เมื่อใดก็ตามที่รถมีความเร็วสูงกว่าความเร็วที่กำหนด หรือระยะห่างระหว่างขบวนที่วิ่งตามกัน ลดลงจนไม่มีความปลอดภัย ระบบป้องกันอัตโนมัติจะทำหน้าที่หยุดรถในทันที ระบบป้องกันอัตโนมัตินี้มีหลักการออกแบบให้อำนวยความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้โดยสาร และมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานเป็นอิสระจากระบบเดินรถอัตโนมัติ กล่าวคือกรณีระบบเดินรถอัตโนมัติขัดข้องจะใช้พนักงานขับรถควบคุมการเดินรถ ขณะเดียวกันระบบป้องกันอัตโนมัติยังคอยดูแลในเรื่องความเร็วสูงสุดของรถและระยะห่างขบวนรถ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากพนักงาน

Automatic Train Regulation เป็นระบบที่ทำหน้าที่กำกับการออกวิ่ง และการเข้าจอดของรถไฟในสถานี เมื่อรถไฟขบวนใดออกวิ่งหรือเข้าจอด จะมีสัญญาณที่สามารถได้ยินหรือมองเห็นแสดงให้พนักงานขับรถได้รู้ ระบบนี้จะช่วยให้พนักงานขับรถสามารถควบคุมการออกวิ่งหรือการเข้าจอดในสถานีได้ตามกำหนดตารางการเดินรถที่ได้วางแผนไว้

Automatic Train Supervisor เป็นระบบที่ควบคุมการเดินรถให้เป็นไปตามตารางเดินรถ เพื่อให้ระบบมีความสามารถขนส่งผู้โดยสารได้มากที่สุด และผู้โดยสารจะเดินทางด้วยความสะดวกรวดเร็ว และมั่นใจในความปลอดภัย ระบบนี้มีหน้าที่หลักในการจัดการหลายประการคือ

- กำหนดเส้นทางการเดินรถ บันทึกระยะทางที่ให้บริการไปแล้วของรถแต่ละขบวนเพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษา
- ติดตามและแสดงตำแหน่งรถทุกขบวนที่วิ่งบริการ ณ ศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- จัดเตรียมตารางเวลาการเดินรถให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่างๆ เพื่อให้การบริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- กำหนดข้อมูลการควบคุมความเร็วรถ ในการวิ่งระหว่างสถานีต่างๆ
- ควบคุมการเดินรถให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่างๆ เพื่อให้การบริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- กำหนดข้อมูลการควบคุมความเร็วรถในการวิ่งระหว่างสถานีต่างๆ
- ควบคุมการเดินรถแต่ละขบวนให้เป็นไปตามตารางการเดินรถ และแจ้งเตือน เมื่อการเดินรถไม่เป็นตามตารางการเดินรถ
- จัดเตรียมขั้นตอนต่างๆ ในการควบคุมการเดินรถเมื่อระบบการเดินรถมีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น
- จัดเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อการจัดการ

Position Train Identification เป็นระบบที่ทำหน้าที่ช่วยให้พนักงานขับรถรู้ถึงตำแหน่งของรถและจุดหมายปลายทางของรถทุกขบวนที่กำลังวิ่งอยู่บนเส้นทางรถไฟ อุปกรณ์ของระบบนี้จะอยู่ภายในรถไฟแต่ละขบวน ซึ่งทำให้พนักงานขับรถสามารถส่งสัญญาณต่างๆ รวมทั้งรายงานจำนวนผู้โดยสาร จุดหมายปลายทางการเดินรถไปยังศูนย์ควบคุมการเดินรถได้ ระบบนี้จึงมีหน้าที่หลายประการคือ

- ควบคุมอุปกรณ์แสดงสัญญาณต่างๆ ในสถานีจุดหมายปลายทาง
- แสดงผลไปยังผังควบคุมของสถานีแต่ละสถานี
- แสดงผลไปยังผังการเดินรถในศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- ส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ร่วมกับศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- กำหนดเส้นทางการเดินรถอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 ระบบสื่อสาร

ระบบสื่อสารเพื่อช่วยในการเดินรถ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แจ้งข่าวสารให้ผู้โดยสารทราบ แจ้งเหตุฉุกเฉินได้ทันท่วงที และเป็นการเพิ่มมาตรการความปลอดภัยด้วย นอกจากนี้ยังใช้เพื่องานบริหารและงานซ่อมบำรุง องค์ประกอบและประเภทเบื้องต้นของระบบสื่อสารที่ต้องการ ได้แก่

8.2.1 ระบบวิทยุ มีช่องสัญญาณเฉพาะสำหรับใช้ในการควบคุมการเดินรถ การบำรุงรักษาอู่จอด หน่วยรักษาความปลอดภัย และการแจ้งเหตุฉุกเฉินต่างๆ ระบบวิทยุควรเป็นระบบ UHF ที่มีพื้นที่ควบคุมได้ทุกพื้นที่ ตัวรถ LRT และซ่อมบำรุงควรมีการติดตั้งระบบวิทยุทุกคัน

8.2.2 ระบบโทรศัพท์ มีการใช้ตู้สาขา (Private Branch Exchage, PBX) ช่วยกระจายสายภายใน และมีสายตรงแก่ศูนย์ควบคุมการปล่อยรถ ณ. จุดต่างๆด้วย

8.2.3 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circvit Television, CCTV) และระบบเรียกด่วน (Passenger Emergency Call, PEC) จะมีการติดตั้งทุกสถานี ทั้งบนรถและใต้ดินเพื่อรับทราบความเป็นไปที่สถานี ถ้าเป็นสถานีที่มีผู้ดูแล และรักษาความปลอดภัย นอกจากนี้ที่ศูนย์ควบคุม ก็มีการติดตั้งด้วย

8.2.4 ระบบวีดิทัศน์ จะส่งไปที่ศูนย์ควบคุมด้วยสารเคเบิลใยแก้วนำแสง ควรมีระบบ PEC ควบคู่ไปกับระบบ CCTV เพื่อให้เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยได้ทราบและเห็นภาพ และสามารถถามตอบได้ทันการ

8.2.5 การแจ้งข่าวสารด้วยระบบ Public Address, PA และแผนป้ายอิเล็กทรอนิกส์ ควรติดต่อทุกสถานี เพื่อแจ้งจ่าวสาร ให้ผู้โดยสารทราบตลอดเวลา

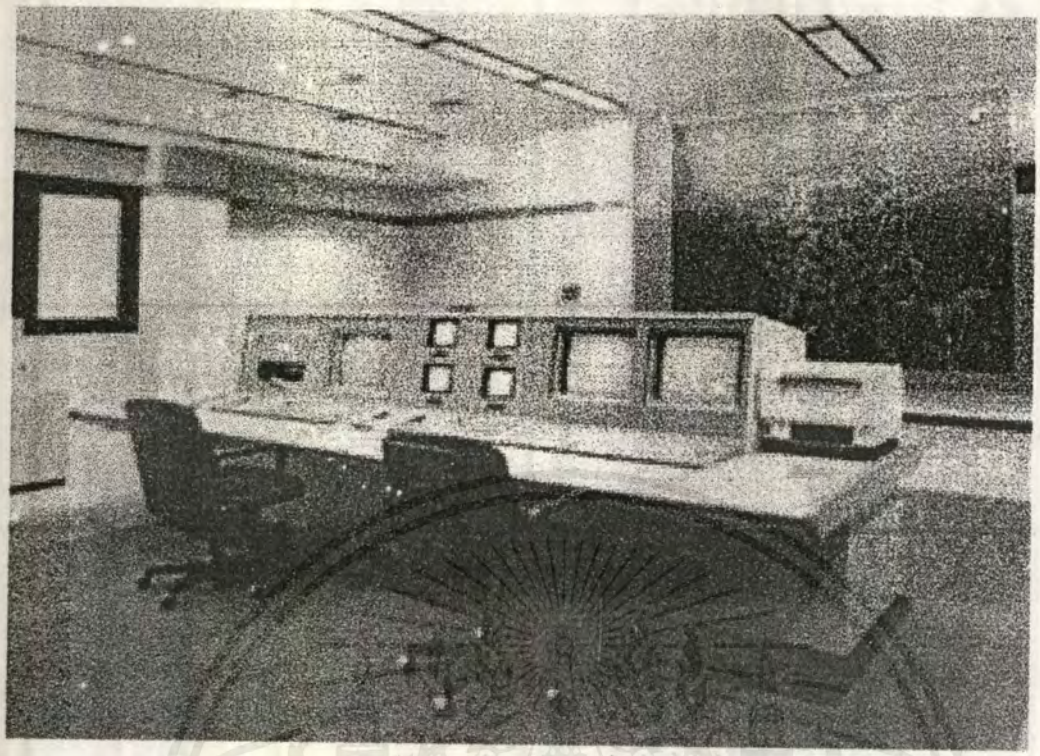
8.2.6 ระบบสื่อสารด้วยสายเคเบิลใยแก้วนำแสง เป็นระบบที่ทันสมัยทีเสนอแนะให้นำมาใช้ในการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างศูนย์ควบคุม สถานีไฟฟ้าย่อย ระบบ Interlocking และอู่จอด เครื่องส่งสัญญาณควรเป็นระบบ Synchronous Optic NET, SONET มาตรฐาน... ซึ่งมีขีดความสามารถถึง 2,016 Voice และมีช่องสัญญาณ Data channel หลายๆ ช่องด้วย

8.3 ศูนย์ควบคุม

ระบบต่างๆที่ศูนย์ควบคุมของระบบขนส่งมวลชนเมืองเชียงใหม่เสนอแนะให้เป็นระบบที่ทำงานและสั่งการร่วมกันเพื่อควบคุมระบบต่างๆ ซึ่งได้แก่ระบบควบคุมการดินรถ ระบบแจ้งข่าวสารทั่วไป ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบระบายอากาศในอุโมงค์ และระบบบำรุงรักษา ฯลฯ ระบบควบคุมจะมีการเก็บขอมูลด้วยระบบบริหารข้อมูล (Management Information Systems, MIS)

ในห้องควบคุมมีศูนย์ควบคุมอยู่ 3 คอนโซล แต่ละชุดมีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้ ชุดแรก เรียกว่า คอนโซลควบคุมการจ่ายรถ (Vehicle Dispatcher Console) ชุดที่สอง เรียกว่า คอนโซลสำหรับควบคุมการเดินรถ (Supervisor Console) และชุดคอนโซลสำรองที่ติดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่างๆเหมือนกับสองคอนโซลแรก ส่วนศูนย์กระจายข่าวสาร ศูนย์รักษาความปลอดภัย และศูนย์ควบคุมการบำรุงรักษาควรจะแยกอยู่ต่างหากในห้องข้างเคียง โดยที่ทุกๆคอนโซลเหล่านี้จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ทางโทรคมนาคม เช่น วิทยุรับ - ส่ง โทรศัพท์ และระบบโทรศัพท์ติดต่อภายในด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.35 ตัวอย่างศูนย์ควบคุม

นอกจากคอนโซลที่ควบคุมการทำงานดังกล่าว จะต้องมีศูนย์ควบคุมระบบที่เรียกว่า System Manager Workstation ศูนย์นี้จะทำหน้าที่เพิ่มเติมและประยุกต์ใช้งานอื่นให้แก่ระบบผลิตรายงานต่างๆ ในการเดินรถการซ่อมบำรุงและรายงานเกี่ยวกับความเสียหายของเครื่องจักรกลและอุปกรณ์

การควบคุมระบบนี้เสนอแนะให้ใช้คอมพิวเตอร์กลางที่เชื่อมโยงเป็นโครงข่าย ชนิดที่มีระดับการตรวจสอบข้อมูล และตรวจเช็คความผิดพลาดได้แม่นยำ เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นชนิดที่มีขายทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นแบบมินิคอมพิวเตอร์ หรือแบบพีซี ซอร์ฟแวร์ที่ใช้จะต้องเขียนด้วยภาษาที่มีระดับมาตรฐานสูง และมีคู่มือให้ครบชุด

แต่ละชุดคอนโซลจะใช้ตัวพีซี คอมพิวเตอร์ และจอภาพที่ใช้ทั้งตัวมอนิเตอร์ต่างๆ ชนิด High Resolution และใช้มือแตะหน้าจอด้วยคอนโซลต่างๆ ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ควบคุม LAN

การศึกษานี้เสนอแนะให้ศูนย์ควบคุมอยู่ในบริเวณโรงจอดเก็บรถกลางของระบบขนส่งมวลชน ในห้องควบคุมควรมีการใช้พื้นลอยเพื่อเก็บสาย และมีระบบป้องกันการขัดข้องของไฟฟ้ากำลัง (UPS) มีการควบคุมการเข้า-ออก ด้วยระบบ Security Card และมีเครื่องดับเพลิงชนิดแห้งติดตั้งอยู่ด้วย รูปที่ 6.35 แสดงรูปภายในห้องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. แนวความคิดเกี่ยวกับระบบตั๋ว

การพิจารณาระบบค่าโดยสารที่ควรนำไปใช้จะนำเสนอไว้ ทั้งระบบอิสระหรือระบบที่มีความสัมพันธ์กับระบบการเก็บค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนหลัก และโครงสร้างของค่าโดยสารไม่ว่าจะเป็นแบบเก็บค่าเดินทางพื้นฐานบวกกับเก็บตามระยะทาง หรือเก็บค่าโดยสารแบบราคาเดียว ความยืดหยุ่นของโครงสร้างค่าโดยสารที่แตกต่างกัน จะถูกจำกัดโดยชนิดของระบบการเก็บค่าโดยสาร ดังนั้นรูปแบบการเก็บค่าโดยสารทั้งสองแบบจึงต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน

9.1 ค่าโดยสารและการยอมรับจากผู้โดยสาร

สิ่งสำคัญในการพิจารณาคือ การให้บริการแก่ผู้โดยสาร เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดในโครงข่ายที่สลับซับซ้อนของระบบขนส่งมวลชนหลัก และระบบขนส่งมวลชนขนาดรองต่างๆ ส่วนสำคัญที่ไม่ควรละเลยมองข้าม คือ การพยายามที่จะลดอุปสรรคต่างๆ ในการเปลี่ยนการเดินทางระหว่างระบบให้ผู้โดยสารได้รับความสะดวกสบายมากที่สุด การออกแบบทางกายภาพของการเชื่อมต่อระบบเป็นสิ่งสำคัญที่มองเห็นได้ชัดเจน ในอุดมคติการเดินข้ามเพื่อเปลี่ยนชานชาลาเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการให้มีความเป็นไปได้ ความยาวของระยะทางที่เดินระหว่างสองสถานีที่ติดกันรวมทั้งการข้ามถนนและการขึ้น-ลงเปลี่ยนระดับมากกว่าสองระดับ จะเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

โครงสร้างของค่าโดยสารก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน วิธีที่ดีที่สุดน่าจะเป็นการใช้ระบบตั๋วรวม ถึงแม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ในการนำมาปฏิบัติน้อยที่สุด ซึ่งหากไม่ต้องการให้ผู้โดยสารเดินทางได้อย่างอิสระก็ทำการเก็บค่าโดยสารทุกครั้งในราคาที่สูง เมื่อใดก็ตามที่มีการขึ้นไปบนยานพาหนะ หรือเปลี่ยนสายทาง ซึ่งข้อความดังกล่าวได้มีการแสดงไว้ โดยการศึกษาของ CMIP ที่เสนอแก่สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) และการศึกษาในการออกแบบเบื้องต้นของระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ สำหรับสัญญาในส่วนใต้ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ผ่านมา ในการดำเนินการศึกษาได้มีการวิเคราะห์การเก็บค่าโดยสารแบบราคาเดียว 15 บาทเทียบกับการเก็บค่าโดยสารตามระยะทางสำหรับระบบขนส่งขนาดใหญ่ ผลสรุปว่าการเก็บค่าโดยสารตามระยะทางจะทำให้ผู้โดยสารหายไปถึงร้อยละ 40 ถึง 50 เมื่อเทียบกับการเก็บในระบบค่าโดยสารราคาเดียว

ประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้นบนระบบทางด่วนก็แสดงให้เห็นถึงผลกระทบดังกล่าว จากการตัดสินใจแยกเก็บค่าผ่านทางของทางด่วนเอกมัย-รามอินทราในราคา 30 บาทต่างหากจากระบบทางด่วนขั้นที่หนึ่งและขั้นที่สองได้นำไปสู่การต่อต้านของประชาชนและก่อให้เกิดปัญหาการจราจรที่แย่ลงกว่าเดิม เมื่อผู้ขับขี่ยวดยานพยายามออกจากโครงข่ายของทางด่วนที่ทางออกล่วงหน้าก่อนที่ควร เพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าทางด่วนครั้งที่สอง

9.2 ระบบตั๋วรวม

ยุทธวิธีการใช้ตั๋วรวม เป็นการรวมความแตกต่างระหว่างระบบและผู้ดำเนินการที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้โดยสารจะจ่ายค่าโดยสารเมื่อเข้าสู่สถานีที่ต้นทาง และจ่ายเพิ่มตามระยะทางของการเดินทางเพื่อไปยังสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายทาง จากความจริงที่ว่าผู้โดยสารอาจจะใช้ระบบขนส่งมวลชนที่ดำเนินการโดยผู้ประกอบการสองราย สามรายหรือมากกว่า โดยที่ผู้โดยสารไม่ต้องจ่ายค่าโดยสารเริ่มต้นของแต่ละระบบเพิ่มเติมเมื่อเปลี่ยนสายทาง ไม่ว่าจะกี่ครั้งก็ตาม ซึ่งผู้ประกอบการจะจัดการการแบ่งปันค่าโดยสารเริ่มต้นกันเองทางหนึ่ง ที่อาจเป็นไปได้โดยผ่านบริษัทจัดการรายได้เช่นเดียวกับประเทศสิงคโปร์ ที่มีบริษัท Transitlink

สจร. ได้ทำการศึกษาเรื่องระบบตั๋วรวม และกำหนดขั้นตอนการนำไปใช้อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ควรจะคำนึงถึงก็คือ ถึงแม้ว่าวิธีการทันสมัยนี้ใช้ในประเทศสิงคโปร์ แต่ระบบตั๋วร่วมในฮ่องกง ระหว่างผู้ประกอบการรถไฟ 2 ระบบซึ่งมีรัฐบาลเป็นผู้ถือหุ้นของสองบริษัทแต่ผู้โดยสารต้องจ่ายค่าโดยสาร 2 ครั้งเมื่อการเดินทางเริ่มจากระบบ MRT ไปต่อระบบ KCR

ถึงแม้ว่า การยอมรับในค่าโดยสารของผู้โดยสารเป็นสิ่งที่สำคัญ ระบบค่าโดยสารและโครงสร้างราคาจะต้องเป็นระบบที่สะดวกสำหรับผู้ประกอบการด้วย จากความเป็นไปได้ที่ว่าจะมีผู้ประกอบการหลายรายซึ่งประกอบด้วยผู้ถือหุ้นหลายกลุ่ม สำหรับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพ การใช้ระบบตั๋วรวมทั้งระบบมีความเป็นไปได้ยากมาก และจะยากมากขึ้นไปอีกถ้าพิจารณาถึงระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ดำเนินการโดยกลุ่มบริษัทที่แตกต่างกันหลายกลุ่ม ซึ่งจะเกิดความขัดแย้ง ทั้งในแง่ผลประโยชน์ในการดำเนินธุรกิจ ระหว่างผู้ประกอบการของระบบขนส่งสายหลักและระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง เมื่อพิจารณาถึงการแบ่งส่วนค่าโดยสารภายใต้ระบบตั๋วรวม ผู้ประกอบการขนส่งมวลชนหลักอาจจะให้เหตุผลว่าการเดินทางส่วนใหญ่จะอยู่ในระบบขนส่งมวลชนหลัก ดังนั้นค่าโดยสารควรจะให้แก่ผู้ประกอบการระบบขนส่งหลักมากกว่า ส่วนผู้ประกอบการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองอาจจะแย้งได้ว่าส่วนแบ่งที่ได้รับน้อยกว่าที่ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะอยู่ได้ ในการใช้ระบบค่าโดยสารรวม ผู้ประกอบการแต่ละรายจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ในการดำเนินการเก็บตั๋วโดยสาร และต้องเห็นพ้องต้องกันในการปรับปรุงระบบการเก็บเงิน เมื่อผู้ประกอบการรายใดรายหนึ่งต้องทำการปรับปรุงค่าโดยสาร ผู้ประกอบการระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง จะไม่เห็นด้วยในการแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงระบบ เนื่องจากระบบการเก็บตั๋วของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองค่อนข้างจะเป็นแบบง่ายๆ ซึ่งแตกต่างจากระบบขนส่งมวลชนหลัก การกระจายระยะทางเฉลี่ยของผู้โดยสารระบบขนส่งมวลชนขนาดรองอาจจะต่อเนื่องกันเป็นแถบที่อยู่อย่างหนาแน่น และความยาวเฉลี่ยของการเดินทางก็สั้น การใช้ระบบค่าโดยสารแบบพื้นฐานราคาเดียวตลอดสายอาจจะเหมาะสมกว่า และผู้ประกอบการอาจจะปรารถนาที่จะจัดเป็นแบบระบบเปิด เพื่อลดปัญหาค่าใช้จ่ายที่จะเพิ่มขึ้นในการแบ่งเป็นส่วนเก็บเงินแล้วหรือยังไม่เก็บค่าโดยสาร

สำหรับกรุงเทพมหานคร ปัญหาค่อนข้างจะสลับซับซ้อนกว่าที่กล่าวมาข้างต้น โครงข่ายระบบขนส่งมวลชนที่มีอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณศูนย์กลางธุรกิจ ซึ่งประกอบด้วยสายสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จะเป็นสายทางเลือกของผู้ประกอบการระหว่างต้นทางและปลายทางเดียวกัน ระบบขนส่งมวลชนที่นำเสนอจะยิ่งเพิ่มความซับซ้อนขึ้นไปอีก ในกรณีนี้ การเก็บค่าโดยสารจะต้องใช้ค่าบริการที่เท่ากัน ระหว่างผู้ประกอบการที่ให้บริการเป็นทางเลือกเหล่านี้ วิธีการอาจทำให้เป็นระบบตรวจสอบตั๋วที่จุดเปลี่ยนสายทางต่างๆใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างการเดินทาง หรือโดยการใช้ข้อมูลการสำรวจการเดินทางปกติเพื่อทำนายการเปลี่ยนการเดินทางระหว่างสายทางเลือกต่างๆ

9.3 ระบบตั๋วร่วม

จากมุมมองของผู้โดยสารระบบตั๋วร่วมดูจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดรองจากระบบตั๋วรวม โดยผู้โดยสารซื้อตั๋วที่มีมูลค่าตามราคาตั๋วซึ่งสามารถใช้กับระบบไหนก็ได้ ในระบบตั๋วร่วมนี้ผู้ประกอบการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองมีสิทธิที่จะเก็บค่าโดยสารโดยหักจากมูลค่าของตั๋ว ผู้ประกอบการแต่ละรายจะได้ประโยชน์จากรายได้ที่จัดการโดยบริษัทจัดการทางด้านการเดินทาง อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บก็ยังคงถูกจำกัดไว้ที่เทคโนโลยีของการจัดเก็บตั๋ว และอุปกรณ์การเก็บในโครงข่ายของทั้งระบบ

9.4 ระบบตั๋วอิสระ

ตั๋วแบบอิสระให้เสรีภาพแก่ผู้ประกอบการในการเลือกระบบการเก็บตั๋วและโครงสร้างของค่าโดยสารที่ดีที่สุดได้ตามความต้องการ ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าในมุมมองของผู้โดยสาร ระบบนี้ไม่น่าพึงพอใจนัก เนื่องจากระบบจะแสดงให้เห็นถึงจุดเด่นของผู้ประกอบการแต่ละระบบในโครงข่ายระบบขนส่งมวลชน

9.5 ระบบและโครงสร้างของค่าโดยสารที่เสนอแนะ

จากการศึกษาระบบการเก็บและโครงสร้างค่าโดยสารที่เหมาะสม ควรจะเป็นระบบที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ระหว่างการยอมรับและความสะดวกสบายของผู้โดยสารและผู้ประกอบการ ผู้โดยสารจะต้องไม่เกิดข้อข้องใจในกรณีที่ผู้ประกอบการโครงการระบบขนส่งมวลชนหลัก ทำการแยกสายขนส่งหลักออกไปยังพื้นที่รอบนอกเมืองซึ่งผู้โดยสารสามารถเดินทางสู่ปลายทางได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนสายหรือ จ่ายค่าโดยสารเพิ่มเมื่อเปลี่ยนขบวนใหม่ ซึ่งกรณีนี้ถ้าเป็นระบบขนส่งของรถไฟฟ้าขนาดหนักจะไม่คุ้มกับค่าประกอบการ หากเป็นระบบแบบแยกอิสระของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่มีความจุและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะมีความคุ้มค่าในการประกอบการมากกว่า และกิจการมีโอกาสอยู่รอดมากกว่าถ้าการประกอบการเป็นแบบระบบการเงินอิสระ

เพื่อให้เกิดการประนีประนอมระหว่างความสะดวกสบายของผู้โดยสารและผู้ประกอบการ จึงมีการเสนอว่าอย่างน้อยในขั้นแรกผู้ประกอบการมีอิสระในการเลือกระบบค่าโดยสาร และไม่ต้องถูกจำกัดด้วยระบบตั๋วรวม หรือตั๋วร่วมที่เป็นผลจากระบบขนส่งมวลชนหลัก ซึ่งเป็นภาระที่หนักมากต่อมูลค่าการลงทุน

เมื่อพิจารณามูลค่าการลงทุนโครงสร้างของค่าโดยสาร ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมคือ สภาพของตลาดจะเป็นตัวกำหนดระบบเอง ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่ทำการวิเคราะห์ในการศึกษานี้จะแบ่งเป็นสองลักษณะ เช่น สายทางถนนรามอินทราและถนนจรัลสนิทวงศ์ จะอยู่ในรูปคล้ายระบบขนส่งมวลชนหลัก ด้วยการให้บริการในแนวสายทางที่ผู้โดยสารคาดว่าต้องใช้บริการในบริเวณนั้นในการเดินทาง และเป็นบริการเสริมแก่สถานีขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ที่อยู่รอบนอก ระบบเหล่านี้จะต้องแข่งขันโดยหลักกับรถโดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดา และรถปรับอากาศที่วิ่งในระยะทางปานกลาง ส่วนในระบบสายทางอื่นเช่นสายศรีนครินทร์-ลาดพร้าวจะต่อเชื่อมกับระบบขนส่งมวลชนหลักหลายสายด้วยกัน และมีความเป็นไปได้ที่จะขนส่งผู้โดยสารในระยะที่สั้นกว่า ดังนั้น คู่แข่งสำคัญของรูปแบบการขนส่งเหล่านี้ก็คือ รถจักรยานยนต์รับจ้าง รถสี่ล้อเล็ก และรถรับข้างตามซอยต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่าโดยสารในการใช้บริการรถโดยสารปรับอากาศว่าเท่ากับ 6 บาท และค่าโดยสารของรถจักรยานยนต์รับจ้างในซอยเท่ากับ 5 บาท ดังนั้น จุดยืนในการกำหนดค่าโดยสารที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างค่าโดยสารที่เสนอไม่ควรแพงไปกว่านั้น ด้วยเหตุผลสองข้อดังต่อไปนี้

- เพื่อจูงใจผู้โดยสารที่เดินทางระยะสั้นตามแนวทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
- เพื่อลดผลกระทบจากการปฏิเสธค่าโดยสารที่เพิ่มขึ้น ในการเรียกเก็บค่าโดยสารเริ่มต้น เมื่อเปลี่ยนใช้บริการเมื่อเดินทางเข้าหรือออกจากระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่

10. ระบบการจัดเก็บค่าโดยสาร และวิธีการจัดเก็บค่าโดยสาร

10.1 ระบบการจัดเก็บค่าโดยสาร

ในปัจจุบัน มีระบบการจัดเก็บได้หลายอย่าง ได้แก่

1. ระบบที่ใช้จัดเก็บค่าโดยสารที่มีจำนวนผู้โดยสารที่สถานีมากๆ เช่น กรณีของรถไฟฟ้าใต้ดิน จะใช้วิธีควบคุมการผ่านเข้าออกอย่างเต็มที่บริเวณสถานี ทั้งการเข้าผ่านซอง และการออกก่านซองที่มีการตรวจตั๋วอัตโนมัติ และมีแผงกั้นปิด-เปิดอัตโนมัติ เพื่อมิให้มีการลักลอบผ่านเข้าออกบริเวณที่เรียกว่า "Paid Area" โดยมีเจ้าหน้าที่ดูแลตลอดเวลา
2. ระบบเก็บตั๋ว (จ่ายที่บริเวณใกล้พนักงานขับรถ) เป็นระบบที่ใช้กับรถเมล์ หรือรถ LRT รุ่นเก่า โดยมีพนักงานขายตั๋วบนรถกรณีที่จ่ายเงินสด และมีหน้าที่ตรวจเช็คการผ่านเข้าออก (ขึ้น-ลง) จากรถ วิธีนี้รถทุกคันในขบวนต้องมีพนักงานเก็บตั๋วด้วยเสมอ
3. ระบบเก็บตั๋วโดยพนักงานขายตั๋วบนรถ แทนที่จะเก็บตั๋วบริเวณใกล้คนขับรถ วิธีนี้ใช้ทั่วไปในรถเมล์ของไทย ซึ่งต้องจ้างพนักงานขายตั๋วจำนวนมาก
4. การใช้เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ เรียกว่าแบบช่วยตัวเอง (Self-Service Fare Collection, SSFC) ซึ่งนิยมใช้ทั่วไปในปัจจุบัน ทั้งกรณีของ LRT หรือรถเมล์ หรือรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยผู้โดยสารซื้อตั๋วจากเครื่องขายตั๋วที่อยู่บริเวณสถานก่อนเข้าบริเวณ "Paid Area" หรือก่อนขึ้นรถ หรือก่อนเข้าชานชาลา ซึ่งเป็นตั๋วเที่ยวเดียวที่ใช้ต่อรถได้ก่อนออกจากชานชาลาในวันนั้นๆ ในบางแห่งอาจจะมีการขายตั๋วล่วงหน้าเป็นเล่ม ซึ่งแต่ละใบใช้ผ่านเข้าได้ครั้งเดียว หรือมีการออกบัตรผ่านพิเศษให้เฉพาะบุคคลที่ได้รับการยกเว้นที่ได้รับอนุมัติ วิธีนี้จะมีกลุ่มของนายตรวจ (Fare Inspector) คอยตรวจสอบแบบสุ่มเดา ผู้มีบัตรผ่านพิเศษขณะโดยสารซึ่งมีอำนาจในการจัดการหรือเก็บตั๋วจากผู้ฝ่าฝืนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การขายตั๋วล่วงหน้า เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งควรสนับสนุน จากการศึกษาพบว่าการขายตั๋วล่วงหน้าซึ่งมีการใช้หลายครั้ง อาทิ ตั๋วสัปดาห์ ตั๋วเดือน หรือตั๋วที่มีการสะสมราคา เช่น บัตรโทรศัพท์ ควรนำมาใช้ให้มากที่สุด เนื่องจากมีข้อดีหลายประการดังนี้

- การขายตั๋วล่วงหน้า ช่วยลดการใช้เครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ (Ticket Vending Machine,TVM) ซึ่งขายเฉพาะตั๋วเที่ยวเดียวเป็นการลดการลงทุนและค่าบำรุงรักษาเครื่อง
- เป็นการทำให้กระแสเงินสดคล่องตัวขึ้น
- เป็นการช่วยกระตุ้นให้มีการใช้บริการของระบบขนส่งมวลชนมากขึ้น
- ในกรณีที่มีเครื่องขายตั๋วอัตโนมัติ TVM มีผลดีทำให้ลดการขายตั๋วผ่านคนกลาง (Agent) ที่หลายๆสถานี โดยทั่วไปแล้วจะมีน้อยมากที่มีสถานีที่มีคนขายตั๋ว

เป้าหมายให้มีการขายตั๋วด้วยเครื่องขายตั๋วล่วงหน้าร้อยละ 75 มีความเป็นไปได้ กรณีของระบบขนส่งมวลชนที่ฮ่องกงทำได้มากกว่านี้ (ใน พ.ศ.2536 ทำได้ร้อยละ 87) การให้มีการขายตั๋วล่วงหน้ามีผลต่อรายได้รวมของระบบขนส่งมวลชน การให้มีส่วนลดมากในการใช้ตั๋วล่วงหน้าก็มีส่วนเสียตรงที่รายได้ของระบบจะลดลง ส่วนนี้การกำหนดนโยบายด้านนี้ต้องคำนึงถึงให้ดีว่าจะให้ส่วนลดเท่าใดจากราคาตั๋วปกติ

(ก) เปรียบเทียบกับระบบที่ใช้จัดเก็บค่าโดยสาร ตามวิธีที่ 1 ซึ่งมีการผ่านซองเข้า-ออกจาก "Paid area"

- ลดค่าลงทุนและบำรุงรักษาของ (หรือแผงกั้นอัตโนมัติปิดเปิดโดยการสอดตั๋ว) ซึ่งไม่มีความจำเป็นต้องควบคุมอุปกรณ์อีเล็กทรอนิกส์ขนาดนี้ และบริเวณสถานีไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆเหล่านี้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ
- เนื่องจากสถานีไม่ใหญ่โต ดังนั้นการเรียงคิวผ่านซองแทบไม่มีความจำเป็น ทั้งกรณีผ่านเข้าและผ่านออก
- คนพิการ หรือสูงอายุผ่านเข้าออกได้ง่าย
- ตั๋วใช้วัสดุราคาถูก เป็นตั๋วเที่ยวเดียว
- ลดการหลบหลีกไม่ซื้อตั๋ว โดยมีการตรวจแบบสุ่มเคา ในบางระบบอาจจะมีแผงกั้นประกอบให้แสดงตั๋วเพื่อผ่านหรืออาจจะมีการตรวจตั๋วขาออก หรือตรวจตั๋วขาเข้าขึ้นอยู่กับความจำเป็นว่ามีผู้หลบหลีกแค่ไหน
- การมีกลุ่มนายตรวจตั๋วช่วยให้ระบบมีความปลอดภัยด้วย
- การมีระบบแผงกั้น ต้องเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อน คือ ยากที่จะแยกว่าในการผ่านเข้าออกมีการใช้ตั๋วถูกประเภท (ตั๋วเด็ก ตั๋วคนพิการหรือผู้สูงอายุ ฯลฯ) เข้าสู่บริเวณ Paid Area ซึ่งต่างจากระบบ SSFC ที่ไม่จำเป็นต้องมีระบบอีเลคทรอนิคเหล่านี้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) เปรียบเทียบกับวิธีที่ 2 ที่มีการเก็บตั๋วในบริเวณใกล้พนักงานขับรถ

- ลดการหลบหลีกการชำระค่าโดยสาร ในขณะที่มีผู้โดยสารขึ้น-ลงจำนวนมาก ทำให้พนักงานขับรถดูแลไม่ทัน
- ลดเวลาในการจอดรอจนกว่าการเก็บตั๋วจะแล้วเสร็จจึงออกจากรถได้
- ลดความเสี่ยงของพนักงานขับรถที่ต้องคอยทอนเงินลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการที่มีพนักงานขับรถหรือพนักงานตรวจตั๋วประจำทุกตู้ในแต่ละขบวน
- ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งตู้เก็บเงิน (Farebox) บนรถทุกคน (ที่ทางขึ้น-ลง)
- พนักงานตรวจตั๋วที่มีประจำ ตามวิธีที่ 2 มีข้อดีคือ ช่วยดูแลความปลอดภัยในขบวนรถได้ด้วย

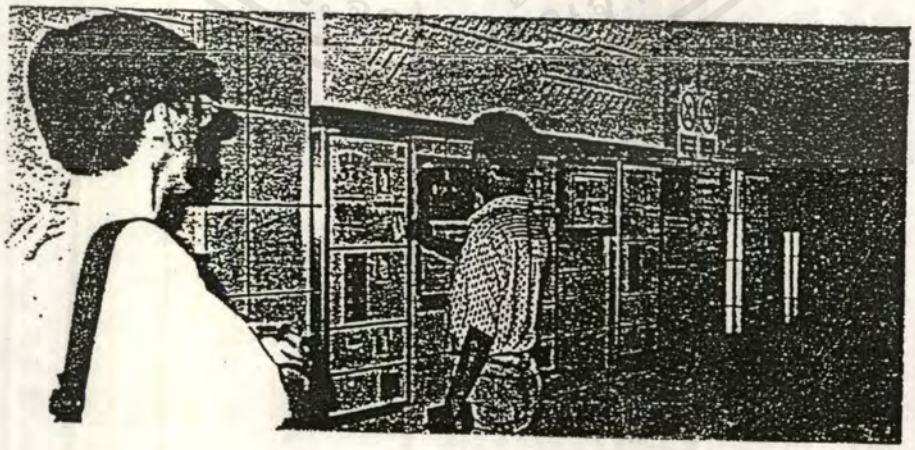
การประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบ SSFC ที่ปรึกษาได้ศึกษาจากข้อมูลต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปว่าการใช้ระบบ SSFC จะประหยัดค่าใช้จ่ายอย่างไร และพอเหมาะกับจำนวนผู้โดยสารมากขนาดไหน จึงทำให้การใช้แผงปิดกั้นอัตโนมัติที่ทางเข้า-ออกของ "Paid Area" มีความเหมาะสม ที่ปรึกษาพบว่า เมื่อจำนวนผู้โดยสารประมาณ 20,000 คน/ชั่วโมง/ทิศทาง การใช้แผงกั้นอัตโนมัติจึงจะให้ผลดี

10.2 วิธีการจัดเก็บค่าโดยสาร

วิธีการจัดเก็บค่าโดยสารควรทำทั้งสองวิธี คือ การขายตั๋วเที่ยวเดียวด้วยเครื่องเก็บตั๋วอัตโนมัติที่สถานี และมีการขายตั๋วล่วงหน้าด้วยเครื่องขายตั๋ว (หรือขายบัตรราคา เช่นเดียวกับบัตรโทรศัพท์ และผ่านเข้า-ออกได้โดยวิธีรูดบัตร นอกจากนี้ควรมีการใช้ตั๋วล่วงหน้าหรือตั๋วพิเศษที่มีการขายตรงไปที่โรงเรียนสำหรับนักเรียนและครู หรือขายตรงไปที่บริษัทต่างๆ ให้แก่พนักงานที่มีการใช้บริการเป็นประจำ รวมทั้งสถานที่ราชการต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้ประจำได้รับส่วนลดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.36 ตัวอย่างตั๋วโดยสารสำหรับรถไฟฟ้า



รูป 6.37 ตู้ขายตั๋วโดยสาร

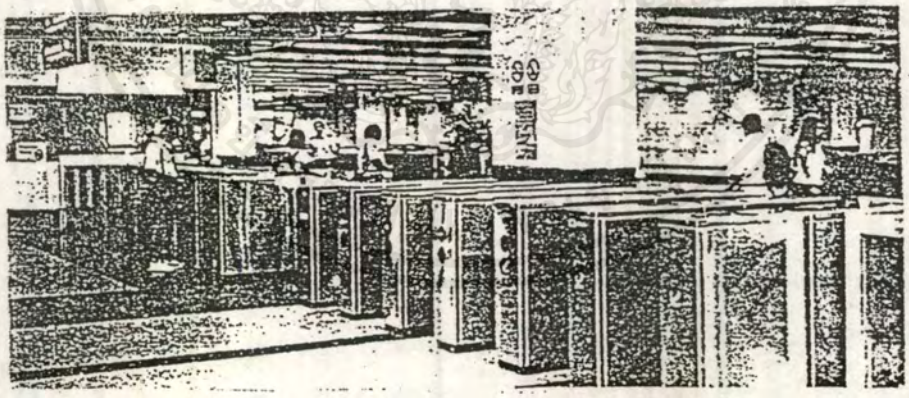
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.38 เครื่องจำหน่ายตั๋ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 6.39 ตัวอย่างประตูเข้า-ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ

รูป 6.40 ตัวอย่างประตูเข้า-ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ



รูป 6.41 ตัวอย่างประตูเข้า-ออก ชานชาลาสถานีอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

1. ความเป็นไปได้ทางการเงิน

1.1 วัตถุประสงค์ของการประเมินทางการเงิน

วัตถุประสงค์ทั้งหมดของการประเมินทางการเงินคือ จะตัดสินใจอย่างไรจึงจะทำให้โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ของกรุงเทพมหานครมีความเป็นไปได้ทางการเงิน ในการวิเคราะห์นี้พบว่า โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ดูจะมีความเป็นไปได้ทางการเงิน เมื่อ

- รายได้จากค่าโดยสาร พอที่จะครอบคลุมต้นทุนดำเนินการ
- รายได้จากการให้บริการเพียงที่จะจ่ายคืนหนี้เงินกู้ได้
- กระแสเงินสดหมุนเวียนจากการดำเนินการเพียงพอที่จะได้ ROI ที่เป็นที่น่าพอใจของนักลงทุน

กระบวนการดำเนินการมีดังนี้

- ต้นทุนมาตรฐานได้ปรับปรุงให้สะท้อนลักษณะทางกายภาพ และลักษณะการดำเนินการของสายทางพระราม 3
- แผนการเงินที่เป็นไปได้มากที่สุด 21 ข้อ นำมาใช้ทดสอบผลกระทบของแต่ละแบบแผนของนักลงทุนภาคเอกชนและรัฐบาล
- ทดสอบความอ่อนไหวของนโยบายค่าโดยสารต่างๆ เพื่อวัดผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนของนักลงทุน
- ความต้องการเงินทุนระหว่างช่วงเริ่มโครงการ

1.2 สมมติฐานและการทดสอบเงื่อนไข

1.2.1 การทดสอบเบื้องต้น

สมมติฐานเบื้องต้นจำนวนหนึ่งถูกทดสอบแต่แรกโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ เช่น

- ทำการทดสอบเพื่อดูภาพรวมของความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ในการเริ่มดำเนินการของสายทางพระราม 3 โดยแปลเป็นระยะทางเมื่อมีความล่าช้าในการได้รายรับจากการบริการครบทั้งสาย
- ทำการทดสอบเพื่อวัดผลกระทบของการขยายเวลาก่อสร้างอีก 2 ปี ทำให้เวลาเปิดบริการล่าช้าไปสองปี
- ทำการทดสอบเพื่อวัดผลกระทบของการใช้แผนทางการเงินต่างๆ ต่ออัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของนักลงทุนเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 ผลการทดสอบเบื้องต้น

1.2.2.1 การทดสอบที่หนึ่ง กำหนดให้สายทางพระราม 3 แบ่งการให้บริการเป็นระยะ ในการทดสอบนี้ ได้ทำการพิจารณาแผนงานก่อสร้าง 3 รูปแบบโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ช่วงแรกระยะทาง 4.13 กิโลเมตร มีบางสถานีเริ่มเปิดให้บริการก่อนที่จะสร้างเสร็จทั้งสาย
2. เปิดให้บริการระยะทาง 9.73 กิโลเมตร จำนวน 10 สถานี ถึงสะพานพระรามที่ 9 และเริ่มเปิดให้บริการก่อน
3. สร้างเสร็จทั้งสายระยะทาง 11.83 กิโลเมตร จำนวน 14 สถานีพร้อมเปิดให้บริการ ผลลัพธ์ทางการเงินของการให้บริการครบทั้งสาย พบว่ามีความเป็นไปได้ทางการเงินเพียงพอ

ผลลัพธ์ทางการเงินของขั้นตอนแรก 4.13 กิโลเมตร พร้อมกับอู่จอดซ่อมที่โรงงานบำบัดน้ำเสียพบว่าไม่มีความเป็นไปได้ทางการเงินถ้าก่อสร้างเพียงแค่นี้

ผลลัพธ์ทางการเงินของขั้นตอนที่สอง ระยะทาง 9.73 กิโลเมตร ความเป็นไปได้ทางการเงินไม่น้อยหน้าผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการครบทั้งสาย

จะมีโอกาสดีขึ้นถ้าดำเนินการให้กระแสเงินสดหมุนเวียนเพิ่มเติมเร็วขึ้น ถ้าเปิดดำเนินการเป็นขั้นตอนตามความสมบูรณ์ของการก่อสร้าง จำนวนและเวลาของกระแสเงินสดเพิ่มเติมจะวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อใช้สมมติฐานสำหรับแต่ละแผนงาน แม้ว่าสมมติฐานนี้จะหาไม่ได้ก็เป็นที่คาดหวังว่าการแบ่งการดำเนินการเป็นขั้นตอนดูจะก่อให้เกิดความเป็นไปได้ทางการเงินของสายทางพระราม 3 ได้ดีขึ้น

1.2.2.2 การทดสอบที่สอง วัดผลกระทบจากผลของรายรับที่ได้เนื่องจากการเปิดดำเนินการช้าไป 2 ปี

ผลกระทบทางการเงินของกรณีนี้ พบว่าจะต้องเพิ่มเงินลงทุนอีกประมาณ 25 % ผลสรุปที่แจ้งชัดคือหลีกเลี่ยงความล่าช้าในการเริ่มให้บริการ

1.2.2.3 การทดสอบที่สาม ทดสอบแผนการเงินแบบต่างๆ

ในหัวข้อย่อยที่ 1.3 ได้วิเคราะห์แผนการเงิน 4 แบบ ซึ่งในการทดสอบเบื้องต้น ได้ทำการทดสอบแผนการเงิน 5 แบบ แผนการเงิน 3 แบบแรกที่ได้ทำการทดสอบคือแบบผสม BTO, BLOT และ ALOT เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีวัตถุประสงค์ที่จะหานักลงทุนภาคเอกชนมาร่วมในการดำเนินการ จึงได้ทำการทดสอบแผนการเงินอีก 2 รูปแบบคือ BOT และแบบเดิม BTO เพื่อหาโครงร่างสำหรับเปรียบเทียบในกรณีที่ใช้แหล่งการเงินจากภาคเอกชนทั้งหมด (แบบเดิม BOT) และเมื่อที่ใช้แหล่งการเงินจากภาครัฐทั้งหมด (แบบเดิม BTO)

การทดสอบเบื้องต้นพบว่าแผนการเช่าซื้อ 2 รูปแบบ (BLOT และ ALOT) จะสามารถดึงดูดนักลงทุนจากภาคเอกชนได้ดีที่สุด เพราะแผนการเช่าซื้อนี้จะเพิ่มอัตราผลตอบแทนทางการเงินให้ภาคเอกชน เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 20 จากแผนการเงินแบบผสม BTO โดยแผนการเช่าซื้อทั้งสองแบบนี้ กรุงเทพมหานครจะมีความเสี่ยงทางด้านการเงินแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 การทดสอบขั้นสุดท้าย

จากผลการทดสอบเบื้องต้น การทดสอบครั้งสุดท้ายกำหนดให้ใช้การทดสอบความเป็นไปได้ทางการเงินของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ครบทั้งสายโดยใช้แผนการเงินที่เป็นไปได้มากที่สุด 2 รูปแบบคือแบบผสม BTO และแบบ BLOT โดยมีนโยบายค่าโดยสาร 3 แบบ และทำการทดสอบเพิ่มอีก 2 แบบคือ แบบแรกวัดผลกระทบต่อความเป็นไปได้ทางด้านการเงินเมื่อใช้เงินลงทุนจากภาคเอกชน BOT แบบที่สองคือวัดความเป็นไปได้ทางด้านการเงินโดยใช้แผนการเงินของรัฐบาล แบบเดิม BTO ซึ่งเงินลงทุนทั้งหมดมาจากภาครัฐโดยไม่คิดเป็นต้นทุนของโครงการ ผลของทั้ง 7 กรณีแสดงไว้ในหัวข้อ 1.4

1.3 แผนการเงินที่นำมาพิจารณา

ตารางที่ 7.1 ข้างล่างนี้สรุปความเกี่ยวพันของรูปแบบการลงทุนด้านการเงินที่ได้รับการพิจารณาในโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

ตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบความเกี่ยวพันของรูปแบบการลงทุนด้านการเงิน

Attribute	BOT	BTO	BTO/BOT	BLOT	ALOT
Who Builds	PVT	BMA	BMA	PVT	PVT
Who Originally Acquires Assets	PVT	BMA	Both[1]	PVT	BMA
Who Provides Financing-Civil Works	PVT	BMA	BMA	PVT	BMA
Who Provides Financing-M&E	PVT	BMA	PVT	PVT	BMA
Who Owns Assets During Cons.Pd	PVT	BMA	Both[1]	PVT	BMA
Who Owns Assets After Cons.Pd	BMA	BMA	BMA	BMA	BMA
Who Is Borrower on C'Works Debt	PVT	BMA	BMA	Both[3]	BMA
Who Is Borrower on M&E Debt	PVT	BMA	PVT	Both[3]	BMA
Who Is Guarantor on C'Works Debt	PVT	BMA	BMA	BMA	BMA
Who Is Guarantor on M&E Debt	PVT	BMA	PVT	BMA	BMA
Who Operates System	PVT	PVT	PVT	PVT	PVT
Who Receives Revenue & Profits	PVT	PVT	Both[2]	PVT	Both[4]
Who Is Lessor	N/A	N/A	N/A	PVT	BMA
Who Is Lessee	N/A	N/A	N/A	BMA	PVT

หมายเหตุ 1 : ผู้รับสัมปทานเป็นเจ้าของระบบเครื่องกลและไฟฟ้า ไม่รวมทรัพย์สินด้านงานโยธา

หมายเหตุ 2 : ทั้งกรุงเทพมหานคร และผู้ลงทุนเอกชนเป็นเจ้าของร่วมกันภายใต้ระบบผสม BTO

หมายเหตุ 3 : ผู้กู้ยืมแท้จริงคือหน่วยงานรัฐบาลที่ให้การสนับสนุนโครงการ ดูรายละเอียดข้างล่าง

หมายเหตุ 4 : กรุงเทพมหานคร เป็นผู้รับเงินค่าเช่าซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1 รูปแบบเดิมของ BOT (ก่อสร้าง-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์)

ตามรูปแบบเดิมของ BOT ผู้รับสัมปทานเป็นผู้ทำการก่อสร้างและดำเนินการเดินรถของระบบขนส่งมวลชนสายใดสายหนึ่งในช่วงระยะเวลาหนึ่ง รับผิดชอบเงินลงทุนในโครงการทั้งหมดและเป็นผู้ลงทุนด้านสินทรัพย์อื่นที่จำเป็น นอกจากที่ดินซึ่งรัฐบาลเป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ ตามเส้นทางระบบขนส่งมวลชนจะทำการก่อสร้าง ผู้รับสัมปทานเป็นเจ้าของทรัพย์สินทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามผู้รับสัมปทานจะต้องโอนทรัพย์สินทั้งหมดคืนให้แก่ หน่วยงานของรัฐบาลผู้สนับสนุนโครงการในสภาพที่เรียบร้อยเมื่อสิ้นสุดสัญญาสัมปทาน ผู้รับสัมปทานไม่มีสิทธิ์รับรายได้หรือส่วนแบ่งจากผลกำไรกับรัฐบาลในช่วงเวลานี้ ในทำนองเดียวกันผู้รับสัมปทานก็ไม่ต้องรับผิดชอบต่อบรรดาหนี้สินที่เกิดขึ้น หน่วยงานรัฐบาลที่เป็นเจ้าของจะเป็นผู้รับผิดชอบหนี้สินเหล่านั้น เว้นแต่ผู้รับสัมปทานจะทำผิดสัญญาสัมปทานเท่านั้น ในบางรูปแบบของการก่อสร้าง-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (BOT) หน่วยงานรัฐบาลอาจจะถูกร้องขอให้ลงทุนก่อสร้างงานโยธา โดยใช้ทรัพย์สินและการค้ำประกันเงินกู้จากรัฐบาล เงินกู้ที่ให้การสนับสนุนโดยรัฐบาลนั้นปกติแล้วเป็นการรับผิดชอบโดยตรงของรัฐบาล เงินกู้เหล่านี้จะเบิกจ่ายล่วงหน้าให้แก่ผู้รับสัมปทานโดยแลกเปลี่ยนกับตั๋วสัญญาใช้เงิน (Promissory note) หน่วยงานรัฐบาลอาจจะเลือกให้สินทรัพย์อย่างอื่นนอกจากที่ดินแก่ผู้รับสัมปทานสำหรับเป็นทรัพย์สินในโครงการ

เพราะเป็นที่คาดหวังไว้อย่างมาก ว่ากรุงเทพมหานครจะไม่สามารถดึงดูดบริษัทร่วมทุนเอกชนมาลงทุนระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ทั้งสายภายใต้สัมปทานแบบก่อสร้าง-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (BOT) ทางเลือกนี้ไม่ใช่ทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามได้ทำการพิจารณาทางเลือกนี้เพื่อหาอัตราค่าตอบแทนทางการเงิน (อัตราผลตอบแทนทางการเงิน) จากการใช้เงินทุน 100 % จากภาคเอกชน

1.3.2 รูปแบบเดิมการก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ (BTO)

หน่วยงานรัฐบาลรับผิดชอบจัดตั้งโครงการและดำเนินการบริหารงานทั้งหมด เมื่อโครงการมีความเป็นไปได้ โครงการดังกล่าวสามารถจะขายหรือให้สัมปทานออกไป เพื่อปลดเปลื้องหนี้สินของรัฐบาล รูปแบบนี้มักจะใช้ในโครงการระบบขนส่งมวลชนซึ่งเริ่มต้นหรือเปิดโครงการใหม่ ซึ่งจำนวนผู้โดยสารคาดหวังว่ามีความไม่แน่นอน และความเสี่ยงที่จะเกิดแก่ผู้ลงทุนภาคเอกชนค่อนข้างสูง ถ้าสามารถเลี่ยงตัวเองได้ดีภายใต้กรรมสิทธิของรัฐบาล แบบก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ สามารถประสบผลสำเร็จได้บ่อยในขณะที่แบบการลงทุนรูปแบบอื่นล้มเหลว

เนื่องจากแบบก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ (BTO) ในลักษณะนี้ ทำให้กรุงเทพมหานครมีความเสี่ยงด้านการเงินมากเกินไป และเนื่องจากกรุงเทพมหานครได้ขอให้พิจารณาใช้รูปแบบอื่นในการลงทุนด้านการเงินของภาครัฐและเอกชน ฉะนั้นรูปแบบการลงทุนนี้จึงเห็นว่าไม่เหมาะสมในการลงทุนด้านการเงินสำหรับเส้นทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 อย่างไรก็ตามได้ทำการพิจารณาด้านการเงินเพื่อเป็นข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนทางด้านการเงินในกรณีที่กรุงเทพมหานคร ต้องการลงทุนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 แบบผสมก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ (Shared BTO)

แบบนี้เป็นแบบผสมระหว่าง การก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ กับการก่อสร้าง-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (BTO/BOT) หน่วยงานรัฐบาลที่เป็นเจ้าของโครงการ (กรุงเทพมหานคร) จะใช้ที่ดินบางส่วนเป็นเงินลงทุน และลงทุนด้านการก่อสร้างงานโยธา ผู้รับสัมปทานรับผิดชอบในการก่อสร้างระบบอื่นๆ แบบผสมการก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการนี้ ได้ใช้ในการประมูลหาผู้ลงทุนในโครงการสายสีน้ำเงินขององค์การรถไฟฟ้ามหานคร โดยองค์การรถไฟฟ้ามหานครเมื่อเร็วๆนี้

แบบผสมนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่จะดึงดูดผู้รับสัมปทานถ้าสามารถแบ่งปันความเสี่ยงระหว่างหน่วยงานรัฐบาลผู้เป็นเจ้าของโครงการ ผู้รับสัมปทาน และผู้ให้กู้เงิน อย่างไรก็ตามถ้าใช้แบบ BTO ผสมนี้ กรุงเทพมหานคร อาจต้องจัดหาเงินทุนสำรองไว้สำหรับแก้ไขสภาพคล่อง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการเริ่มต้นโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 แบบผสมก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ

คาดหวังว่าจะเป็นแบบที่จะใช้กับโครงการพระราม 3 ด้วยเหตุผลที่ว่าแบบนี้จะเป็นแบบที่เข้าใจกันดีแล้ว โดยหน่วยงานรับผิดชอบของรัฐบาล และผู้ลงทุนเอกชนได้ใช้ประสบผลสำเร็จในการลงทุนโครงการสาธารณูปโภคมาแล้ว อย่างไรก็ตามความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะต้องดีพอที่จะดึงดูดผู้ลงทุนภาคเอกชนในการเข้าร่วมเป็นผู้รับสัมปทาน

1.3.4 แบบก่อสร้าง-ให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (BLOT)

ทรัพย์สินที่จะใช้ในโครงการภายใต้แบบ BLOT นี้ บริษัทร่วมทุนเอกชนจะเริ่มต้นเป็นผู้ออกเงินลงทุนและจัดหา และโอนไปให้หน่วยงานรัฐบาลเจ้าของโครงการในลักษณะให้เช่ากลับคืนมา หน่วยงานของรัฐบาลตกลงที่จะจ่ายค่าเช่าแก่บริษัทร่วมทุนเอกชน แล้วบริษัทร่วมทุนเอกชนจ่ายคืนให้แก่ผู้ให้เงินกู้อีกค่าหนึ่ง ความจริงแล้วผู้รับสัมปทานใช้สัญญาเช่าซื้อจากหน่วยงานเป็นการค้ำประกันผูกพันแก่ผู้ให้กู้ยืมภาคเอกชน เจ้าของหน่วยงานภาครัฐบาลได้รับเงินทุนสำหรับจ่ายค่าเช่าจากงบประมาณทั่วไปหรือหนี้ที่รับประกันโดยรัฐบาล ในอีกนัยหนึ่งเงินทุนที่ใช้ในการจัดหาระบบต่างๆ จากบริษัทร่วมทุนเอกชนนั้น เป็นเงินที่รัฐบาลมีส่วนรับผิดชอบ และกระแสเงินสดหมุนเวียนที่เกิดจากการดำเนินงานโดยทั่วไปจะไม่ใช้คืนให้รัฐบาล

ถึงแม้แบบก่อสร้าง-ให้เช่าดำเนินการ-โอนสิทธิ์ ไม่ได้ใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่ก็เป็นทางเลือกทางหนึ่งในการดึงดูดภาคเอกชนให้เข้าร่วมกับรัฐบาล โดยรัฐบาลออกเงินเพียงเล็กน้อยโดยสมมุติฐานว่า โครงการนั้นมีความเป็นไปได้ทางการเงินในการที่รัฐบาลเป็นผู้เช่าซื้อ การกู้เงินภาคเอกชนจะมีค่าใช้จ่ายน้อยและสามารถทำให้กระแสเงินหมุนเวียนในระยะแรกของโครงการ ดังนั้นจึงเป็นการลดความเสี่ยงจากการขาดทุนในระยะแรกของโครงการได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5 แบบจัดหา-เช่าซื้อ-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (ALOT)

ภายใต้แบบ ALOT นี้หน่วยงานรัฐบาลเจ้าของโครงการเป็นผู้จัดหาสินทรัพย์และให้ผู้รับสัมปทานเช่าสินทรัพย์ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ความสามารถของรัฐบาลหน่วยงานเจ้าของโครงการที่จะใช้คืนหนี้จากเงินค่าเช่าที่ได้รับจากผู้รับสัมปทาน จะได้เท่ากับเงินที่ได้รับจากรายได้ของระบบขนส่งมวลชนเท่านั้น เช่นเดียวกับแบบก่อสร้าง-ให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (BLOT) แบบจัดหาให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (ALOT) ไม่ได้ใช้อย่างกว้างขวาง แต่รูปแบบจัดหา-ให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (ALOT) ยังให้ผลประโยชน์เหนือรูปแบบการก่อสร้างให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ ซึ่งมีข้อดีกว่ารูปแบบ BLOT สองประการ ประการแรกคือเงินค่าเช่าที่จ่ายแก่รัฐบาลสามารถหักเป็นค่าใช้จ่ายได้เต็มที่ก่อนหักภาษีของผู้รับสัมปทาน เป็นการให้ผลประโยชน์ด้านภาษีแก่ผู้รับสัมปทาน ประการที่สองหน่วยงานเจ้าของโครงการของรัฐบาล สามารถหาเงินลงทุนที่มีดอกเบี้ยต่ำ ทำให้ผู้รับสัมปทานจ่ายค่าเช่าซื้อในราคาถูกลง ทำให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงขึ้นเท่ากับส่วนที่ประหยัดได้ อย่างไรก็ตามหน่วยงานของรัฐบาลจะเป็นผู้เสี่ยงในการกู้ยืมทั้งหมด

เนื่องจากความเสี่ยงด้านการเงินทั้งหมดของรูปแบบจัดหาให้เช่า-ดำเนินการ-โอนสิทธิ์ (ALOT) จะอยู่ที่กรุงเทพมหานคร ดังนั้นรูปแบบการลงทุนนี้จึงเห็นว่าไม่เหมาะสมในการลงทุนด้านการเงินของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

1.4 การประเมินทางการเงินของโครงการพระราม 3

กลยุทธ์การทดสอบขั้นสุดท้าย

โครงสร้างค่าโดยสาร 3 รูปแบบได้นำมาใช้กับแผนการเงิน 2 แผน และทำการทดสอบเพิ่มเติมอีก 2 ครั้ง ในการทดสอบครั้งแรก สมมติให้โครงการพระราม 3 จะใช้แผนการเงินจากเงินทุนของเอกชนเท่านั้นตามแผนการเงินเดิม BOT ส่วนในการทดสอบครั้งที่สองจะสมมติให้กทม. เป็นผู้จัดหาเงินทุนทั้งหมด

1.4.1 การประเมินทางการเงินที่ได้ทำไว้

ความเป็นไปได้ทางการเงินจัดโดยใช้ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน, Farebox Ratio, Debt Coverage Ratios และการประเมินผลเงินอุดหนุนเพิ่มเติมซึ่งจะจำเป็นต่อการรักษาสภาพคล่องในการทดสอบ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน ได้ทำการคำนวณ 2 รูปแบบตามแผนการเงินที่ต้องการ ในการร่วมกันถือคลองสินทรัพย์ทั้งภาครัฐและเอกชน

แผนการเงินสองแบบที่นำมารวมในการทดสอบครั้งสุดท้ายตามการร่วมลงทุนระหว่างรัฐบาลและภาคเอกชนคือ แบบผสม BTO และ BLOT ในกรณีเหล่านี้ คำนวณค่าอัตราผลตอบแทนทางการเงิน จากส่วนสินทรัพย์ของเอกชนในโครงการ เช่นเดียวกับการลงทุนสินทรัพย์ทั้งหมดซึ่งรวมส่วนของรัฐด้วย

ผลตอบแทนทางการเงินต่อสินทรัพย์ของเอกชน เป็นการวัดอัตราผลตอบแทนเฉพาะการลงทุนของภาคเอกชน ภายใต้สมมติฐานที่ว่ารายได้ทั้งหมดของโครงการเกิดขึ้นจากสินทรัพย์ของเอกชนในโครงการเช่นเดียวกับการลงทุนสินทรัพย์ทั้งหมดซึ่งรวมส่วนของรัฐด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลตอบแทนทางการเงินต่อสินทรัพย์ของเอกชนเป็นการวัดอัตราผลตอบแทนเฉพาะการลงทุนของภาคเอกชนภายใต้สมมติฐานว่ารายได้ทั้งหมดของโครงการบังเกิดขึ้นจากสินทรัพย์ของเอกชนเท่านั้น ไม่ใช่จากสินทรัพย์ของรัฐในระหว่างเวลาสัมปทาน

สมมติให้อัตราผลตอบแทนทางการเงินที่คำนวณจากสินทรัพย์ของโครงการทั้งหมดหาได้จากโครงการจะแบ่งปันไปสู่ผู้ถือหุ้นทุกคน ในกรณีของแบบผสม BTO และ BLOT นั้น ทั้งกรุงเทพมหานคร และผู้ร่วมลงทุนภาคเอกชนจะมีอัตราผลตอบแทนในอัตราเดียวกันตามสัดส่วนของสินทรัพย์ในโครงการ ในแบบ BTO เดิมนั้น รายได้ทั้งหมดจะเป็นของภาคเอกชน หรือในแบบ BOT เดิม รายได้ทั้งหมดจะตกเป็นของรัฐ

ตารางที่ 7.2 ผลการทดสอบของนโยบายค่าโดยสาร 3 แบบและรูปแบบแผนการเงิน 3 ชนิด

Case No.	Financing Schemes Used	Average Fare Realized	Fare-Box Ratio	FIRR ^{on} Total Project Equity	FIRR ^{on} Private Sector Equity
1.1	Shared BTO	10.78 Bt	1.72:1	-8.09%	-5.96%
1.2	Shared BTO	13.62 Bt	2:09:1	-5.26%	-3.16%
1.3	Shared BTO	20.22 Bt	2.39:1	-2.96%	0.23%
2	BLOT	13.62 Bt	2.09:1	9.48%	22.20%
3	BOT	13.62 Bt	2.09:1	-3.98%	n/a
4	100% BMA	13.62 Bt	2.09.1	-2.44%	n/a

1.4.2 การหาค่าโดยสารเฉลี่ยแท้จริง

หาได้โดยคำนวณจากรายรับของค่าโดยสาร และปริมาณการโดยสารรายปี ในการศึกษาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ได้ทำการพยากรณ์ 3 แบบ โดยใช้โครงสร้างค่าโดยสาร 3 แบบ และหาค่าโดยสารเฉลี่ยแต่ละปี โดยใช้ราคาโดยสารจากปีฐาน พ.ศ.2538 ใน FP หาค่าโดยสารเฉลี่ยจากราคาเงินบาทในปี พ.ศ.2538 เพื่อสะท้อนราคาเงินบาทในปี พ.ศ.2540 และนำไปใช้กับปริมาณการโดยสารรายปี เพื่อหารายรับทั้งปีในราคาปี พ.ศ.2540 และเลือกปี พ.ศ.2540 เพื่อเปรียบเทียบโดยเป็นปีที่คาดว่าโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะดำเนินการตามระดับความจุที่ออกแบบไว้

รูปที่ 7.1 เปรียบเทียบค่าโดยสารเฉลี่ยแท้จริงตามนโยบายค่าโดยสาร 3 แบบ ค่าโดยสารเฉลี่ยเหล่านี้จะแสดงระยะทางโดยเฉลี่ย และนำมาหาผลกระทบจากการปรับเพิ่มลดค่าโดยสารต่อปริมาณการโดยสารและรายรับ คาดว่ารายได้จากการดำเนินการต่อกิโลเมตรจะเฉลี่ย 85.6 ล้านบาท หลังจากเริ่มดำเนินการเมื่อค่าโดยสารเฉลี่ยกำหนดไว้ 13.62 บาท นโยบายลดค่าโดยสารร้อยละ 20 เป็น 10.78 บาท จะทำให้มีรายรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการดำเนินการต่อกิโลเมตรเป็น 67.4 ล้านบาท ในขณะที่นโยบายการเพิ่มค่าโดยสารอีกร้อยละ 50 เป็น 20.22 บาท ได้ผลลัพธ์ว่ารายได้จากการดำเนินการต่อ กิโลเมตรเป็น 101.4 ล้านบาท

1.4.3 อัตราส่วนค่าโดยสารต่อต้นทุนดำเนินการ

คำนวณหา อัตราส่วนค่าโดยสารต่อต้นทุนดำเนินการ โดยนำเอารายได้หารด้วยต้นทุนดำเนินการซึ่งอัตราส่วนค่าโดยสารต่อต้นทุนดำเนินการ จะไม่ถูกกระทบจากแผนการเงินต่างๆ การปรับแผนการเงินจะกระทบเฉพาะต้นทุนของการเงิน (เช่นค่าดอกเบี้ย) และต่อกระแสเงินสดหมุนเวียน (เช่น EBIT/DA)

รูปที่ 7.2 แสดงอัตราส่วนค่าโดยสารต่อต้นทุนดำเนินการเฉลี่ยสำหรับช่วงเริ่มดำเนินการซึ่งมีความวิกฤติของสายทางพระราม 3 ซึ่งพบว่าไม่จำเป็นจะต้องให้เงินอุดหนุนในการดำเนินการเมื่อเริ่มดำเนินการได้คือดวามจุที่วางแผนไว้

1.4.4 อัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้

คำนวณหา อัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ โดยการหารายได้จากการดำเนินการ (EEBIT/DA) ด้วยการจ่ายชำระคืนหนี้ผู้ให้ยืมในช่วงรอบบัญชีเดียวกับการจ่ายคืนชำระหนี้คือรวมมทั้งเงินต้นและดอกเบี้ย ผู้ให้กู้ยืมจะใช้อัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ เพื่อการวิเคราะห์หาจำนวนเงินที่จะยอมให้กู้ และผู้ให้กู้ยังใช้วัดความสามารถของผู้กู้ในการชำระคืนหนี้เงินกู้ตามระยะเวลา

ถ้าอัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ของผู้กู้ยืมต่ำกว่าระดับที่ผู้ให้กู้ยอมรับได้ ผู้ให้กู้อาจเปลี่ยนช่วงการให้กู้และเงื่อนไข โดยเปลี่ยนแปลงสัญญากู้เงิน หรือลดจำนวนเงินให้กู้ตามเวลาที่ปรับใหม่ หรือบังคับให้จ่ายเงินคืนเร็วขึ้น โดยทั่วไปค่าอัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ ตั้งแต่ 1.3:1 ขึ้นไปถือว่าพอเพียงในการศึกษานี้ทดสอบในแบบผสม BTO โดยใช้แบบค่าโดยสารปกติ (กรณี 1.2 ตาราง 7.2)

ข้อมูลในรูปที่ 7.3 แสดงว่าโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ต้องจ่ายชำระหนี้คืนปีละ 960 ล้านบาท จากปี พ.ศ.2547 ซึ่งเป็นปีแรกที่จะต้องจ่ายชำระหนี้คืนจนถึงปี พ.ศ.2563 ในปี พ.ศ.2564 หนี้สินอายุ 15 ปี จะต้องจ่ายคืน และการจ่ายชำระหนี้คืนลดลงเป็น 692 ล้านบาท สมมติให้มีการกู้เงินใหม่มาชำระหนี้เก่าในปี พ.ศ.2565 หนี้สินอายุ 20 ปี ไม่จำเป็นต้องจ่ายให้หมดจนกว่าระยะเวลาสัมปทานจะหมดไป ตามที่แสดงไว้ในรูปรายได้จากการดำเนินการจะมากกว่าการจ่ายชำระหนี้คืนเมื่อถึงปี พ.ศ.2560 โดยในระหว่าง 20 ปีแรกนี้ อัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ จะต่ำเท่าระดับที่ยอมรับกับทางการค้าคือ 1.3:1 อย่างไรก็ตาม เพราะว่าหนี้ส่วนใหญ่ของโครงการพระราม 3 คาดว่า จะค้ำประกันโดยสินทรัพย์ของระบบหรือค้ำประกันโดยตรงหรือโดยอ้อมโดยรัฐ อัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะไม่เป็นอุปสรรคของแผนการเงินของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน

ตามตารางที่ 7.2 ในกรณีแบบผสม BTO และ BLOT อัตราผลตอบแทนทางการเงิน ที่คำนวณได้ดูจะสูงเมื่อวัดต่อสินทรัพย์ของภาคเอกชน มากกว่าสินทรัพย์ของโครงการทั้งหมด ในกรณีเหล่านี้สมมติให้มีสินทรัพย์ของภาคเอกชนเป็นร้อยละ 25 ของต้นทุน สินทรัพย์ ระบบเครื่องกลไฟฟ้า และสินทรัพย์ในโครงการทั้งหมดจะเป็นร้อยละ 25 ของต้นทุนการลงทุนของสินทรัพย์ของระบบทั้งหมดในระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ต้นทุนการลงทุนด้วย ระบบเครื่องกลไฟฟ้า มีมูลค่าประมาณร้อยละ 50 ของต้นทุนการลงทุนทั้งหมด จากผลดังกล่าวอัตราผลตอบแทนทางการเงิน ที่คำนวณจากสินทรัพย์ทั้งหมดของโครงการจะเป็นร้อยละ 50 ของอัตราผลตอบแทนทางการเงินที่คำนวณจากสินทรัพย์ของภาคเอกชนในต้นทุนค่าระบบเครื่องกลไฟฟ้า

ระหว่างอายุสัมปทาน จะสมมติให้มีการลดกระแสเงินสดเพื่อให้ครอบคลุมส่วนสินทรัพย์ของโครงการร้อยละ 25 ที่จะไม่ถูกรองรับด้านการกู้ใหม่ สมมติฐาน "เงินทุนจม" นี้จะมีผลกระทบต่อ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน

1.4.6 ผลกระทบต่อนโยบายค่าโดยสารต่อสภาพคล่องและความต้องการเงินทุนดำเนินการ

ในการพยากรณ์การเงินโดยใช้แบบจำลองทางด้านการเงิน จะได้ตัวเลขขาดแคลนเงินทุน (กระแสเงินสดขาดมือ) และเงินทุนมากเกิน (กระแสเงินสดเหลือ) ในแต่ละปีการมีเงินสดเหลือและขาดนี้จะแตกต่างกันไปตามงบดุลสินทรัพย์หมุนเวียนและงบหนี้สินหมุนเวียน ในแต่ละกรณีที่ทดสอบกับโครงการพระราม 3 ในปี พ.ศ.2545 จะเกิดกระแสเงินสดขาดมือจำนวนสูงโดยมีมูลค่าประมาณ 7.8 พันล้านบาทและ 8.4 พันล้านบาท ขึ้นกับโครงสร้างค่าโดยสารที่ใช้ทดสอบในทุกกรณี กระแสเงินสดขาดมือจะหายไปหลังจากระยะเวลา 5 ปี แสดงว่าจำนวนเงินที่จะต้องนำมาชดเชยการขาดแคลนกระแสเงินสดในปี พ.ศ.2545 จะได้รับการชำระคืนจากโครงการภายในระยะ 5 ปี

จากวิธีการทดสอบพบว่าจะมีการขาดแคลนกระแสเงินสดในช่วงเริ่มต้นโครงการพระราม3 กรุงเทพมหานครจะต้องร่วมจัดหาเงินสดในส่วนที่ขาดนี้

รูปที่ 7.4 แสดงว่าถ้าใช้นโยบายค่าโดยสารต่ำ จะเกิดภาวะทางการเงินจำนวนสูง (600 ล้านบาท) ต่อรัฐบาลระหว่างช่วงเริ่มดำเนินการ ระยะนี้เป็นช่วงวิกฤติของทุกโครงการและเป็นการเพิ่มอัตราความเสี่ยงจากความไม่สมดุลในจำนวนเงินที่ต้องการ ถ้าจะใช้นโยบายค่าโดยสารต่ำโดยเหตุผลทางการเมือง หรือเพื่อเพิ่มจำนวนผู้โดยสารระหว่างเริ่มโครงการควรกระทำอย่างรอบคอบ

1.4.7 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงนโยบายค่าโดยสารต่อ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน

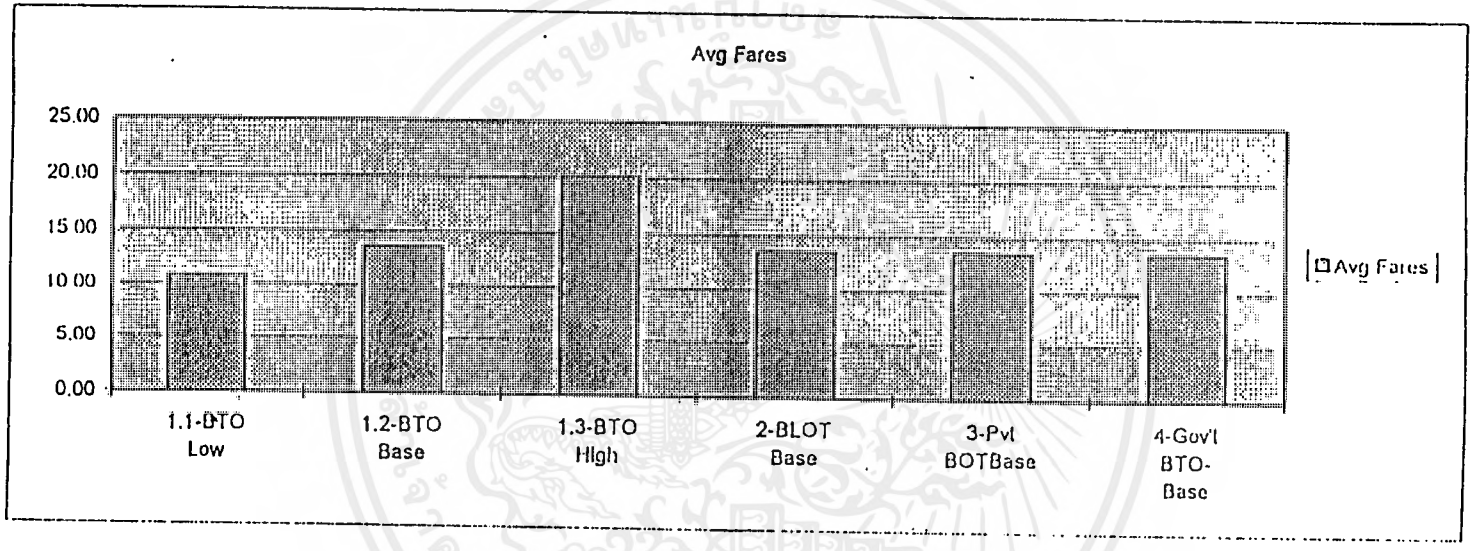
ตารางที่ 7.2 แสดงว่าอัตราผลตอบแทนทางการเงิน จะมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโดยสาร การเพิ่มค่าโดยสารจะส่งผลให้ค่าอัตราผลตอบแทนทางการเงิน สูงขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มในกระแสเงินสดหมุนเวียน ไม่ใช่การเพิ่มในค่าโดยสารและรายรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Average Fares Realized : Year 2011

Rama III Line

in 1997 Bt

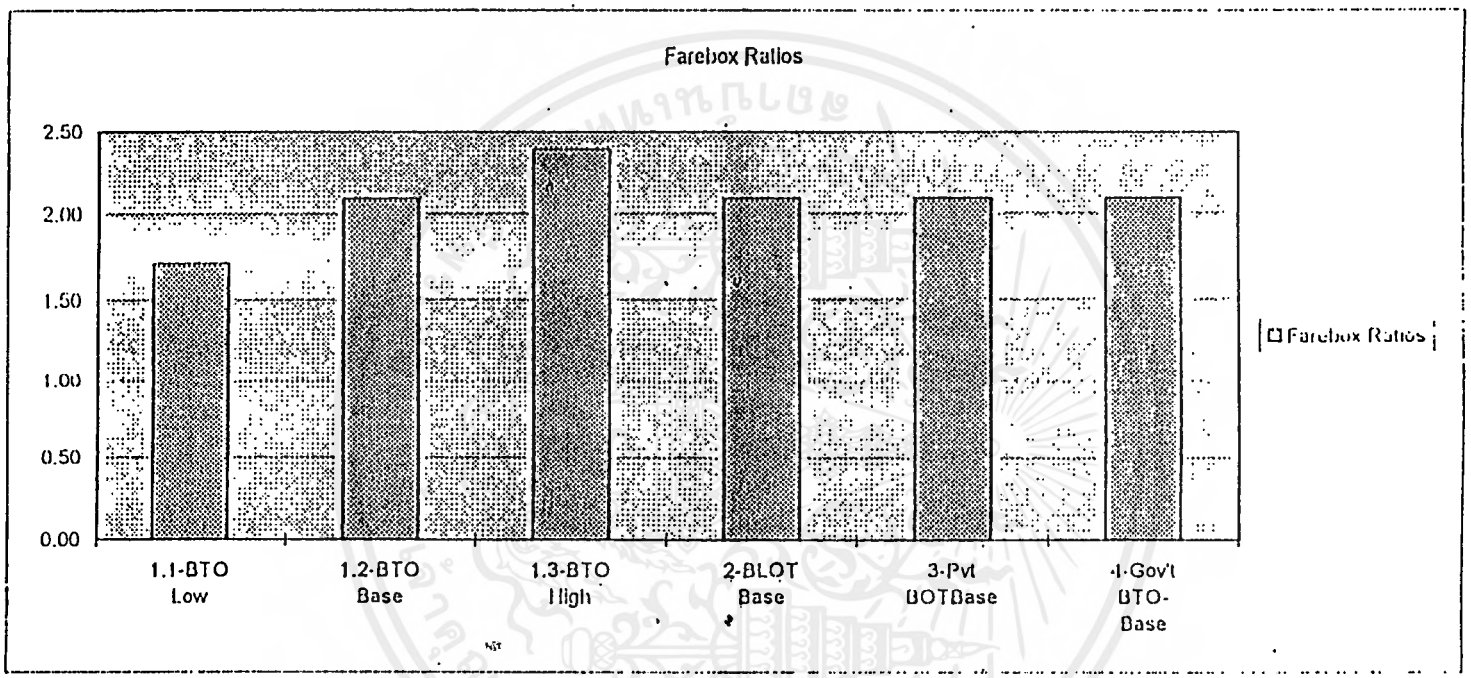


	1.1-BTO Low	1.2-BTO Base	1.3-BTO High	2-BLOT Base	3-Pvt BOTBase	ov't BTO-Base
Avg Fares	10.78	13.62	20.22	13.62	13.62	13.62

รูป 7.1

Average Farebox Ratios : Years 2006 – 2011

Rama III Line

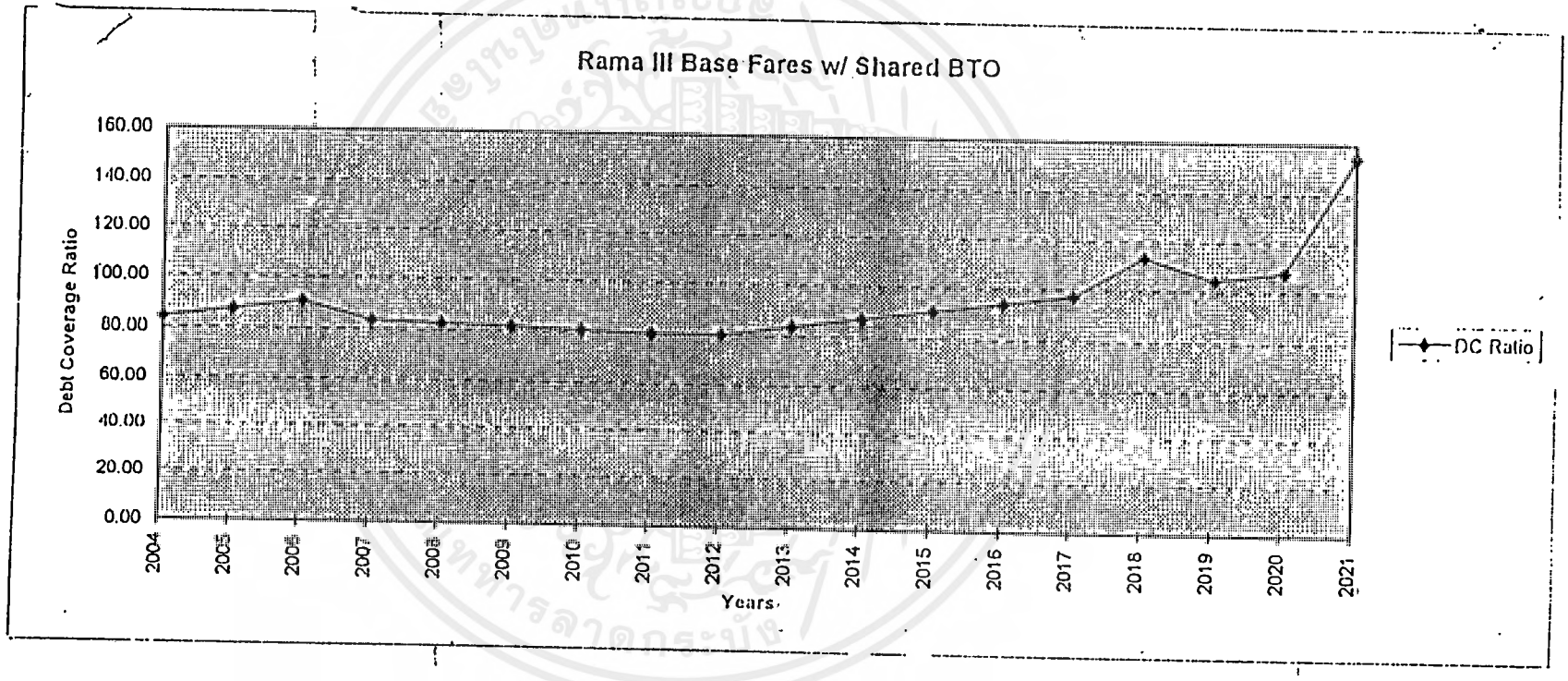


		1.1-BTO Low	1.2-BTO Base	1.3-BTO High	2-BLOT Base	3-Pvt BOTBase	ov't BTO-Base
3	Farebox Ratios	1.72	2.09	2.39	2.09	2.09	2.09

รูป 7.2

Debt Coverage Ratios by Year : Year 2004 – 2021

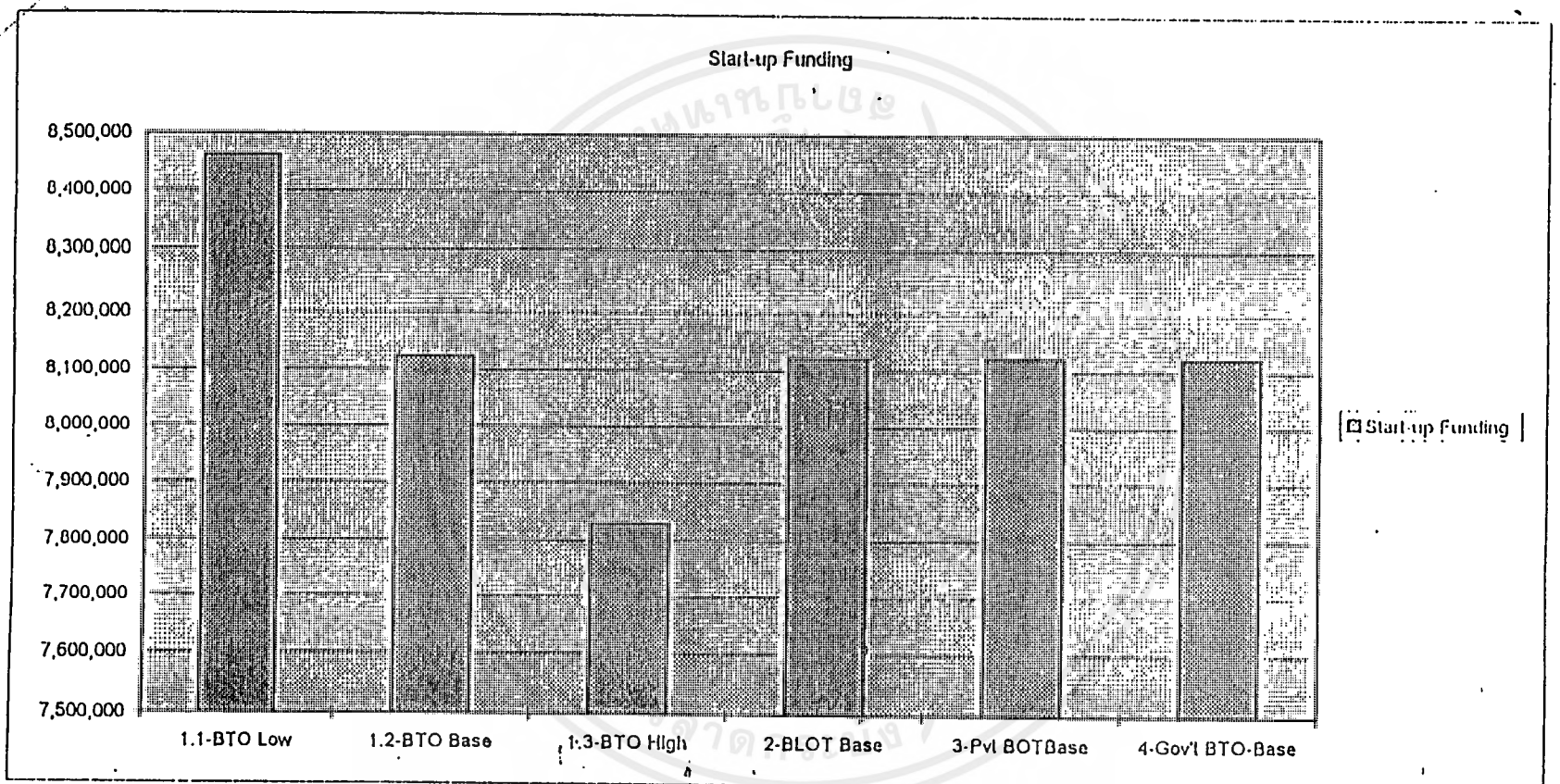
Rama III Line



รูป 7.3

Highest Working Capital Deficiency Occuring During Start-up : Year 2002

Rama III Line

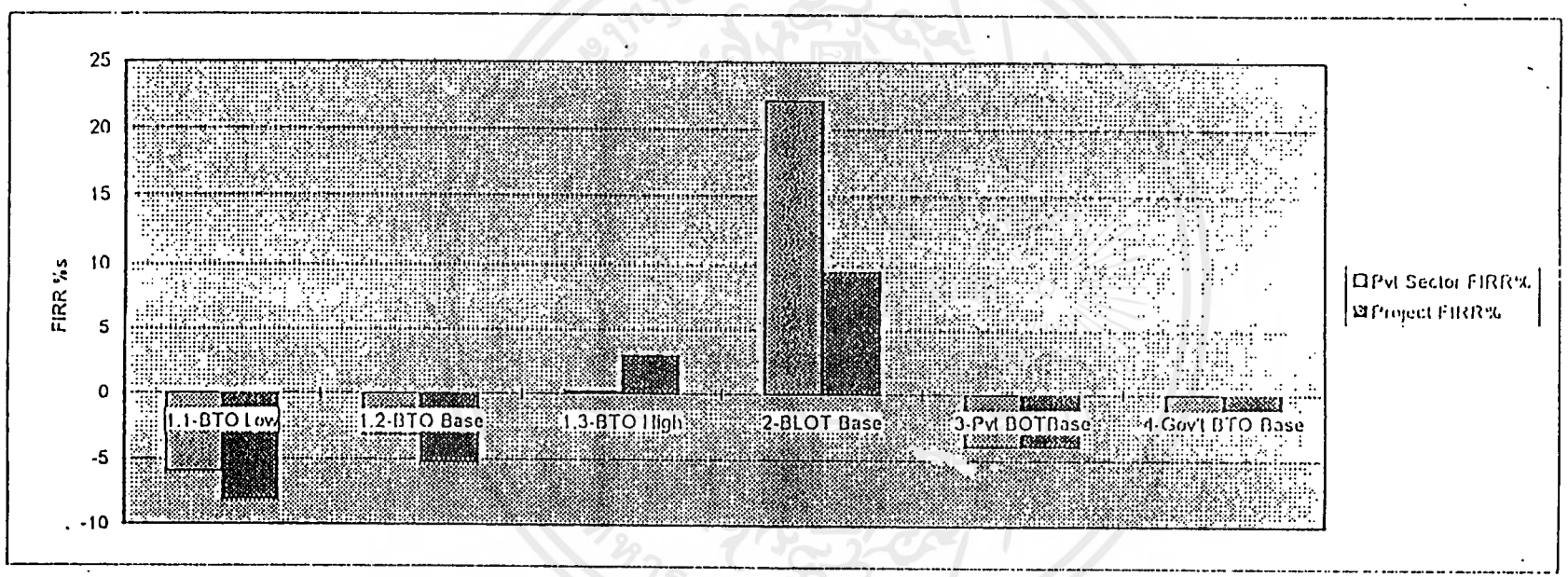


		1.1-BTO Low	1.2-BTO Base	1.3-BTO High	2-BLOT Base	3-Pvt BOTBase	ov't BTO-Base
5	Start-up Funding	8,463,271	8,124,419	7,829,535	8,124,419	8,124,419	8,124,419

รูป 7.4

Financial Internal Rate of Return (FIRR)

Rama III Line



รูป 7.5

รูปที่ 7.5 แสดงความอ่อนไหวของ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน การเปลี่ยนแปลงนโยบายค่าโดยสารแสดงว่าจะมีการเพิ่มค่า อัตราผลตอบแทนทางการเงิน ขึ้นซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มค่าโดยสาร แสดงว่าถ้ากรุงเทพมหานคร มีนโยบายเพิ่มค่าโดยสารมากเท่าใด ก็จะเป็นการจูงใจให้นักลงทุนเอกชนสนใจในระบบขนส่งขนาดรองสายพระราม 3 มากขึ้น

1.5 ผลกระทบจากการผันผวนของค่าเงิน

วิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 เพื่อประเมินผลกระทบของวิกฤติการณ์นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตกต่ำของอัตราแลกเปลี่ยน จึงได้ทำการทดสอบเพื่อหาทางเลือกอื่นๆ

อัตราค่าโดยสารใหม่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับอัตราแลกเปลี่ยนค่าต่างๆ ได้ผลการทดสอบหาอัตราผลตอบแทนทางการเงินมาชุดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้เน้นถึงผลกระทบของอัตราแลกเปลี่ยนที่ตกต่ำลง ร่วมกับการเพิ่มระดับค่าโดยสารเฉลี่ยที่สูงขึ้น เพื่อหาว่าระดับค่าโดยสารเท่าใดที่ให้อัตราผลตอบแทนทางการเงินแก่สินทรัพย์ของเอกชนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยพิจารณาจากแผนการเงินแบบผสมก่อสร้าง–โอน-ดำเนินการ

1.5.1 การปรับปรุงต้นทุนการลงทุน

ได้ทำการประเมินต้นทุนที่ต้องดำเนินการและแผนการลงทุนของรัฐบาลใหม่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยน

ได้ลดต้นทุนการลงทุนและลดเงินทุนสำหรับจัดหาอุปกรณ์ทดแทนในโครงการ นอกจากนี้ยังลดส่วนประกอบของระบบลง สรุปการลดต้นทุนต่างๆ ดังนี้

- ค่าลงทุนในสถานีได้ประมาณราคาใหม่โดยมีบันได 4 แห่ง ยกเลิกบันไดเลื่อนและลิฟต์ โดยสารทำให้ลดค่าลงทุนของตัวสถานีจาก 7.1 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เป็น 5.6 ล้านเหรียญสหรัฐฯ
- ค่าลงทุนในอู่จอดซ่อมได้ประเมินใหม่โดยให้มีความจุสูงสุดในการรับรถเพียง 60 ตู้ ทำให้ลดต้นทุนของอู่จอดซ่อมลงเหลือ 50 ล้านเหรียญ
- สิ่งเหล่านี้ทำให้ลดค่าลงทุนต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตรลงเหลือ 34 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ซึ่งต้องเปลี่ยนสมมุติฐานที่ใช้ดังนี้ เงินสะสมรายปีเพื่อเก็บไว้เป็นเงินทุนสำหรับจัดหาอุปกรณ์ทดแทนซึ่งเดิมให้จัดเก็บไว้ร้อยละ 25 ของค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ของระบบ โดยเปลี่ยนสมมุติฐานให้จัดหาโดยรัฐและกระแสเงินสดจากโครงการซึ่งจะเพิ่มขึ้น

1.5.2 ค่าเงินบาทที่เปลี่ยนไป

ในขณะเริ่มการศึกษาตามข้อกำหนดการว่าจ้าง อัตราแลกเปลี่ยนในขณะนั้นค่อนข้างคงที่อยู่ที่ อัตรา 25 บาทต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ ต่อมาได้ปรับค่าเงินเป็น 30 บาทต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ เมื่อกำหนดให้ค่าเงินบาทลอยตัว วิกฤตการณ์ในปัจจุบันของอัตราแลกเปลี่ยนจะผลักดันให้รัฐพิจารณากำหนดอัตราค่าโดยสารที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงหลังของการศึกษาจึงได้พิจารณาเพิ่มอัตราค่าโดยสารขึ้น ผลคืออัตราค่าโดยสารราคาจริงเฉลี่ยของปี พ.ศ.2554 จะมีค่าประมาณ 13.50 บาท

1.5.3 อัตราเพิ่มขึ้นของค่าโดยสารต่างๆ

ได้กำหนดให้มีการเพิ่มของอัตราค่าโดยสารจากอัตราพื้นฐานในระดับต่างๆ โดยกำหนดปี พ.ศ.2554 เป็นปีกำหนดสำหรับเปรียบเทียบระดับค่าโดยสารราคาจริงเฉลี่ย ผลอย่างหนึ่งที่ได้จากการทดสอบนี้คือ มีผลกระทบต่อกระแสเงินสดหมุนเวียนเป็นบวก สืบเนื่องจากค่าโดยสาร

โครงการพระราม 3 ในปี พ.ศ.2554 เมื่อใช้อัตราเพิ่มค่าโดยสารร้อยละ 5 แสดงการเพิ่มของค่าโดยสารเฉลี่ยจาก 5 บาทเป็น 18.54 บาท อัตราเพิ่มร้อยละ 7.5 ได้ค่าโดยสารเป็น 25.17 บาท และค่าโดยสารเป็น 33.94 บาท เมื่อใช้อัตราเพิ่มค่าโดยสารเป็นร้อยละ 10

อัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการในส่วนของเอกชนผู้ลงทุน คำนวณโดยสมมุติฐานการใช้แผนการเงินแบบ แบบผสม ก่อสร้าง-โอน-ดำเนินการ การคำนวณในแบบจำลองทางการเงินใช้ค่าต่างๆ ของระดับค่าโดยสารและอัตราแลกเปลี่ยนผสมกัน

ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้จากการกำหนดให้ค่าโดยสารมีอัตราเพิ่มร้อยละ 10 ต่อปี และอัตราแลกเปลี่ยนไม่เกิน 40 บาทต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ เมื่อใช้อัตราเพิ่มร้อยละ 7.5 และอัตราแลกเปลี่ยน 35 บาท จะทำให้ได้อัตราผลตอบแทนทางการเงินร้อยละ 15 ค่าโดยสารเฉลี่ยในราคาจริงของปี พ.ศ.2554 ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 เมื่อกำหนดอัตราเพิ่มร้อยละ 7.5 ต่อปี เป็น 25.17 บาท เปรียบเทียบกับอัตราเพิ่มร้อยละ10 ซึ่งให้ค่าโดยสาร 33.94 บาทของสายพระราม 3

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนของค่าลงทุนต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตรค่อนข้างจะมาก โดยต้นทุนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.7 เมื่ออัตราแลกเปลี่ยนมีค่า 35 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.7 เมื่อใช้อัตรา 40 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ และร้อยละ 66.73 เมื่อใช้อัตราแลกเปลี่ยน 50 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ โดยเปรียบเทียบกับค่าลงทุนเมื่อใช้อัตราแลกเปลี่ยน 30 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐฯ ซึ่งค่านี้ใช้เป็นอัตราพื้นฐานในการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

ในแผนการเงินแบบผสม ก่อสร้าง-โอน-ดำเนินการ สมมุติให้ร้อยละ 25 บาท ของเงินลงทุนทั้งหมดของโครงการเป็นส่วนที่จะต้องลงทุนร่วมกันระหว่างรัฐและเอกชน และต้องจัดหาสินเชื่อระหว่างกันเพื่อใช้ระหว่างขั้นตอนเริ่มโครงการ โดยสมมุติให้โครงการสามารถหากระแสเงินสดได้เองภายใน 4 ปี

ผลกระทบจากอัตราแลกเปลี่ยนที่ลดลงต่อความเป็นไปได้ทางการเงิน สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มค่าโดยสารให้สูงขึ้น แต่มีข้อจำกัดในการขึ้นราคาค่าโดยสารและต้องมีการพิจารณาร่วมกันระหว่างโครงการขนส่งมวลชนแต่ละโครงการ

ข้อกำหนดอื่นๆ อาจต้องเพิ่มขึ้นเพื่อประเมินผลกระทบของการลดค่าเงิน การหาแหล่งเงินกู้จากต่างประเทศไม่จำเป็นต้องผูกติดกับเงินเหรียญสหรัฐฯ เงินตราหลายสกุลต้องนำมาใช้ในการประเมินเช่นเดียวกันผลของเงินเฟ้อในประเทศที่เกิดจากการลดค่าเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

Scheme	Equity	Ancillary Rev.	Fare infl %	Ave. Fares	FIRR
Shared BTO	Total Project	0.00%	2.50%	18.78	11.25
Shared BTO	Total Project	0.00%	5.00%	25.69	17.82
Shared BTO	Total Project	0.00%	6.45%	30.00	20.81
Shared BTO	Total Project	0.00%	7.50%	34.88	23.40
Shared BTO	Total Project	2.00%	2.50%	18.78	12.73
Shared BTO	Total Project	2.00%	5.00%	25.69	20.03
Shared BTO	Total Project	2.00%	6.45%	30.00	23.39
Shared BTO	Total Project	2.00%	7.50%	34.88	26.30
Shared BTO	Total Project	5.00%	2.50%	18.78	14.18
Shared BTO	Total Project	5.00%	5.00%	25.69	21.51
Shared BTO	Total Project	5.00%	6.45%	30.00	25.12
Shared BTO	Total Project	5.00%	7.50%	34.88	28.24
Shared BTO	Total Project	7.00%	2.50%	18.78	14.77
Shared BTO	Total Project	7.00%	5.00%	25.69	22.10
Shared BTO	Total Project	7.00%	6.45%	30.00	25.81
Shared BTO	Total Project	7.00%	7.50%	34.88	29.02
Shared BTO	PVT M&E	0.00%	2.50%	18.78	18.75
Shared BTO	PVT M&E	0.00%	5.00%	25.69	29.70
Shared BTO	PVT M&E	0.00%	6.45%	30.00	34.68
Shared BTO	PVT M&E	0.00%	7.50%	34.88	38.99
Shared BTO	PVT M&E	2.00%	2.50%	18.78	21.21
Shared BTO	PVT M&E	2.00%	5.00%	25.69	33.38
Shared BTO	PVT M&E	2.00%	6.45%	30.00	38.98
Shared BTO	PVT M&E	2.00%	7.50%	34.88	43.83

จากผลการทดสอบ พบว่าโครงการพระราม 3 มีศักยภาพดีมาก สำหรับแผนการเงินแบบผสม ก่อสร้าง-โอน-ดำเนินการ ตารางที่ 7.4 แสดงค่าอัตราผลตอบแทนทางการเงินจากปัจจัยต่างๆ สำหรับรูปแบบต่างๆ ที่นำมาประกอบการพิจารณา ได้แก่ รายได้เสริมซึ่งมาจากค่าโฆษณาและสัมปทานรายย่อยโดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมากขึ้น หากมีการพัฒนาพื้นที่ร่วมด้วย การประเมินค่า อัตราผลตอบแทนทางการเงิน นี้ แสดงเพื่อให้เห็นผลกระทบจากตัวแปรต่างๆ ที่จะนำมาพิจารณา

ตาราง 7.4 Rama III Revised Capital Costs

Description	Original Estimate	Revised Estimate
Statistics		
Vehicles w/spares 2001		36
Vehicles w/spares 2011	53	58
Vehicles w/spares 2021	70	78
Length of Rama III Line	11.83	11.83
Total Number of Stations	14	14
Total Number of MTMP Interfacing Stations	1	1
Total Number of Regular Stations	13	13
Costs		
Cost/Regular Station	7,140,728	5,662,116
Total cost of Regular Stations	92,829,461	73,607,510
In Bt (000)	2,784,884	2,208,225
Cost/MTS x Station	7,207,395	5,728,783
Total cost of MTS Intersection Stations	7,207,395	5,728,783
In Bt (000)	216,222	171,863
Total Capital Cost – Stations	100,036,856	79,336,293
In Bt (000)	3,001,106	2,380,089
Elevated Viaduct and Trackage Costs		
Cost of 30 m ROW Unit	199,288	199,288
# 30m units	357	357
Total cost of ROW Units Used	71,145,871	71,145,871
System length in Km	11.83	11.83
Total System ROW & Trackage Cost	71,145,871	71,145,871
In Bt (000)	2,134,376	2,134,376
Sub Total – Stations & Elevated Viaducts	171,182,727	150,482,164

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In Bt (000)	5,135,482	4,514,465
Other System Wide Capital Costs:		
Land Acquisition Costs	0	0
Sub Total Land Acquisition Costs	0	0
Shop, Yard & Depot Cost ex. Land		
System Depot (Shop & Yard) Fixed Costs	37,940,269	37,940,269
System Depot (Shop & Yard) Variable Costs	11,776,260	11,776,260
Total Area	35,000	16,740
Size Adjustment Ratio Est m^2; Std. Depot m^2	1.90	1.00
Sub-Total Depot Costs	60,352,944	49,716,529
In Bt (000)	1,810,588	1,491,496
Rolling Stock Costs		
# of vehicles Yr 2011	53	58
# of vehicles + spares Yr 2021 extrapolated	70	78
# of vehicles + spares – initial purchase base year 2006 + procurment time)		47
Rolling Stock Unit Costs (incl. Workshop Equip't)	1,375,000	1,375,000
Sub Total : Rolling Stock (Orig. est. based on procurement of 70 vehicles)(Rev. Est. based on initial order of 47 vehicles)	96,250,000	64,625,000
In Bt (000)	2,887,500	1,938,750
M & E Component Costs		
Systems Length in Km	11.83	11.83
M & M Component Costs/Km	8,016,100	8,016,100
Sub- Total: M & E Component Costs	94,830,463	94,830,463
Total Other Systems Wide Capital Costs	251,433,407	209,171,992
In Bt (000)	7,543,002	6,275,160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total System Capital Costs	422,616,135	359,654,156
Capital Costs in Bt (000)	12,678,484	10,789,625
Capital Cost per km. ($US)	35,724,103	30,401,893
In Bt (000)	1,071,723	912,056

Note: Vehicles are assumed to be procured on a five year cycle. The financing of these have not been included in the above evaluation.

1.6 สรุปการศึกษาและข้อสรุป

โครงการพระราม 3 ดูจะมีความเป็นไปได้ทางการเงินโดยมีอัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์ของเอกชนผู้ลงทุนในจำนวนที่ยอมรับได้ในเชิงพานิชย์ โดยใช้แผนการเงินแบบผสมสร้าง-โอน-ดำเนินการ โดยลดจำนวนเงินลงทุนตามที่อธิบายไว้ข้างต้น

โครงการพระราม 3 ดูจะไม่ต้องการเงินอุดหนุนในการดำเนินการ เนื่องจากอัตราส่วนของรายได้ต่อต้นทุนดำเนินการ แสดงว่ารายได้จากค่าโดยสารเพียงพอที่จะจ่ายค่าดำเนินการ

โอกาสที่โครงการพระราม 3 จะชำระหนี้เงินกู้ ดูจะมีความเป็นไปได้เนื่องจากอัตราส่วนของรายได้จากการดำเนินการต่อการจ่ายคืนหนี้ที่คำนวนได้มา แสดงว่ารายได้จากการดำเนินการมีจำนวนมากพอจนเป็นที่พอใจของผู้ให้กู้ ความต้องการขั้นต่ำของความสามารถในการชำระหนี้สินดูจะน้อยกว่าความต้องการในทางการค้าที่ผู้ให้กู้ต้องการจากโครงการนี้ เนื่องจากการสนับสนุนของรัฐ

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 3 จากต่างประเทศเช่น OECF ในการก่อสร้างงานโยธา จะลดความต้องการใช้เงินทุนถึงร้อยละ 50 ซึ่งเงินกู้ชนิดนี้จะส่งผลให้อัตราผลตอบแทนทางการเงินเพิ่มเป็นสองเท่า การยกเว้นชำระดอกเบี้ยเป็นเวลา 5 ปี จะทำให้อัตราผลตอบแทนทางการเงินดีขึ้น ถ้าใช้แหล่งเงินกู้จากOECF ที่มีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 อาจเป็นภาพลวงตา เนื่องจากชำระคืนเงินกู้เป็นเงินยน อาจต้องจัดให้มีเงินทุนสำรองเพื่อชดเชยการลดลงของอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อเงินเยนในอนาคต

2. ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ

2.1 กระบวนการวิเคราะห์

การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินประเมินได้จากหลายๆอย่าง เช่นจากมุมมองของฝ่ายต่างๆ เช่น รัฐบาล นักการเมือง ผู้ดำเนินการและผู้ใช้รถใช้ถนน แต่การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจทำได้รูปแบบเดียวเท่านั้น คือประเมินจากมุมมองของสังคมไทย ดังนั้นคำว่า "เศรษฐศาสตร์" ที่ใช้ในรายงานนี้ จึงใช้เฉพาะในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางการเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดที่ใช้การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่จะแตกต่างไปจากรายละเอียดที่ใช้ในการประเมินทางการเงิน และโดยปกติจะมีมุมมองที่กว้างมากกว่า เพื่อรวมเอาผลกระทบทางอ้อมต่างๆ ที่จะเกิดจากการมีโครงการนี้เกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในการวัดผลกระทบทางเศรษฐกิจของโครงการนี้จะวัดมูลค่าผลประโยชน์จากโครงการในการทำให้ประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง รวมอยู่ด้วยซึ่งจะมากกว่าการวิเคราะห์ทางการเงิน ซึ่งวัดรายได้จากค่าโดยสารที่เก็บได้จากโครงการขนส่งมวลชนขนาดรองนี้เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ยังประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบขนส่งมวลชนหลัก และระบบการจราจรทางถนน อันเนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนอุปสงค์การเดินทางจากการใช้รถยนต์ส่วนตัวและรถประจำทาง มาใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองแทน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นี้ ใช้ภาพรวมของภาคการขนส่งทั้งหมด โดยเปรียบเทียบระหว่างการมี และการไม่มีโครงการนี้ เพื่อประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการรถรางเลียบคลองสายนี้

ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ยังแตกต่างไปจากการวิเคราะห์ทางการเงิน โดยการวัดมูลค่าที่สังคมต้องจ่ายเป็นค่าของทรัพยากรที่ใช้ และไม่นับรวมรายการที่ไม่ได้ใช้ทรัพยากรเช่น ภาษีนำเข้าและภาษีต่างๆ เพราะเป็นการโอนย้ายเงินไปยังรัฐ

การวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ ใช้รายการดังต่อไปนี้

ต้นทุน

ต้นทุนการลงทุน

- การก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
- อุปกรณ์ล้อเลื่อนที่ใช้ในระบบขนส่งมวลชนหลัก

ต้นทุนดำเนินการ

- ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
- ระบบขนส่งมวลชนหลัก

ผลประโยชน์

การประหยัดเวลาเดินทาง สำหรับ

- ผู้โดยสารระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่
- ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลที่เปลี่ยนไปใช้ระบบขนส่งสาธารณะ
- ผู้ใช้ถนน

การลดจำนวนรถประจำทาง

ประหยัดต้นทุนดำเนินการในการเดินรถสำหรับ

- รถประจำทาง
- พาหนะอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางรายการจะเป็นได้ทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ ขึ้นกับทิศทางที่ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจะกระทบ ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ล้อเลื่อนที่ใช้ในระบบขนส่งมวลชนหลัก ถ้าต้องจัดหาเพิ่มขึ้นจะนับเป็นต้นทุน แต่ถ้าลดจำนวนที่จะต้องจัดหาลงจะนับเป็นผลประโยชน์

เกณฑ์ในการประเมิน ได้แก่

- อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐกิจ (EIRR) ซึ่งประเมินประสิทธิภาพในการผลิต
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) ใช้เปรียบเทียบผลประโยชน์ต่อต้นทุน
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ใช้ประเมินมูลค่าของโครงการ

ราคาฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ในกลางปี พ.ศ.2540 ถือเป็นราคาคงที่ การวิเคราะห์มีระยะเวลา 40 ปี จากปี พ.ศ.2541 ถึงปี พ.ศ.2570 และใช้อัตราลดร้อยละ 12 เพื่อลดกระแสของต้นทุนและผลประโยชน์ในอายุโครงการ ประเมินเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ตัวคูณปรับราคาจากรายวัน เป็นรายปี คือ 344

2.2 แผนการดำเนินการ

กำหนดให้โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 เปิดดำเนินการในปี พ.ศ.2544 และกำหนดให้มีระยะเวลาก่อสร้าง 3 ปี

กำหนดให้จัดหาอุปกรณ์ล้อเลื่อนเพิ่มเติมในทุกช่วงระยะเวลา 5 ปี โดยจำนวนรถสำหรับการให้บริการที่เพียงพอต่อปริมาณการโดยสารที่จะเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 5 ปี จะต้องจัดหามาก่อนถึงช่วงเวลา 5 ปีนั้นๆ จึงกำหนดให้จัดหาจำนวนรถร้อยละ 60 มาเตรียมไว้ในปีก่อนเริ่มดำเนินการ และเพิ่มจำนวนรถอีกร้อยละ 20 ใน 5 ปีถัดไป จากนั้นอีก 5 ปี ต้องจัดหารถจำนวนสุดท้ายอีกร้อยละ 20

2.3 ต้นทุนการลงทุน

2.3.1 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

การประเมินต้นทุนทางการเงินของการศึกษานี้ ใช้เป็นหลักในการประเมินต้นทุนการลงทุน ของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองโดยไม่คำนึงถึงตัวแปรอื่นที่อาจเปลี่ยนแปลงไป ตารางที่ 7.6 แสดงสมมติฐานของอายุใช้งานของสินทรัพย์การลงทุนแต่ละประเภท

ในการออกแบบระบบจะเน้นให้ต้องการใช้ที่ดินน้อยที่สุด อู่จอดซ่อมเป็นสิ่งก่อสร้างเดียวที่ต้องการใช้ที่ดินมากที่สุด โดยระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะใช้เนื้อที่ประมาณ 12,750 ตารางวา ราคาที่ดินตารางวาละ 120,000 บาท ดังนั้นราคาที่ดินของอู่จอดซ่อม จะเป็น 1,530 ล้านบาท ทั้งนี้ในขั้นตอนงานออกแบบที่ลึกไปกว่านี้ จะต้องมีการใช้ที่ดินมากขึ้นอีก แต่เป็นจำนวนไม่มากนักโดยเปรียบเทียบ เช่น ต้องการที่ดินเพิ่มสำหรับทางเข้าสู่สถานี สถานีย่อยไฟฟ้าสำหรับพลังงานขับเคลื่อน สถานที่จอดรถสำหรับผู้โดยสารที่ขับรถส่วนตัวมาต่อระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ดังนั้นจึงเพิ่มราคาที่ดินสำหรับอู่จอดซ่อมอีกร้อยละ 10 เป็นการเผื่อไว้สำหรับความต้องการที่ดินเพิ่มดังกล่าว นอกจากนี้ยังเผื่อราคาที่ดินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 10 สำหรับชดเชยค่ารื้อถอนสาธารณูปโภค และรื้อถอนสินทรัพย์ส่วนที่กีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.5 แผนงานสำหรับต้นทุนการลงทุน

Item	Years Before Opening	Construction Period Proportions
	-3	
Property/Utility Disturbance		0.50
Stations		-
Elevated Structures & Trackage		0.15
Shop, Yard & Depots		0.05
Rolling Stock		0.06
Mechanical & electrical		0.05
	-2	
Property/Utility Disturbance		0.50
Stations		-
Elevated Structures & Trackage		0.50
Shop, Yard & Depots		0.50
Rolling Stock		0.12
Mechanical & electrical		0.45
	-1	
Property/Utility Disturbance		-
Stations		1.00
Elevated Structures & Trackage		0.35
Shop, Yard & Depots		0.45
Rolling Stock		0.42
Mechanical & electrical		0.50

หมายเหตุ ในคอลัมน์แสดงสัดส่วนของต้นทุนของแต่ละรายการซึ่งจะต้องดำเนินการก่อสร้างในแต่ละปี

ตารางที่ 7.6 สมมติฐานอายุใช้งานของสินทรัพย์

Item	Years of Useful Life
Stations	50
Elevated Structures & Trackage	50
Shop, Yard & Depots	50
Rolling Stock	30
Signaling & Communications	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบระบบจะเน้นให้ต้องการใช้ที่ดินน้อยที่สุด อู่จอดซ่อมเป็นสิ่งก่อสร้างเดียวที่ต้องการใช้ที่ดินมากที่สุด โดยระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะใช้เนื้อที่ประมาณ 12,750 ตารางวา ราคาที่ดินตารางวาละ 120,000 บาท ดังนั้นราคาที่ดินของอู่จอดซ่อม จะเป็น 1,530 ล้านบาท ทั้งนี้ในขั้นตอนงานออกแบบที่ลึกไปกว่านี้ จะต้องมีการใช้ที่ดินมากขึ้นอีก แต่เป็นจำนวนไม่มากนักโดยเปรียบเทียบ เช่น ต้องการที่ดินเพิ่มสำหรับทางเข้าสู่สถานี สถานีย่อยไฟฟ้าสำหรับพลังงานขับเคลื่อน สถานที่จอดรถสำหรับผู้โดยสารที่ขับรถส่วนตัวมาต่อระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง ดังนั้นจึงเพิ่มราคาที่ดินสำหรับอู่จอดซ่อมอีกร้อยละ 10 เป็นการเผื่อไว้สำหรับความต้องการที่ดินเพิ่มดังกล่าว นอกจากนี้ยังเผื่อราคาที่ดินเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 10 สำหรับชดเชยค่ารื้อถอนสาธารณูปโภค และรื้อถอนสินทรัพย์ส่วนที่กีดขวาง

จะต้องมีการปรับมูลค่าของทรัพยากร ที่ได้จากการประเมินต้นทุนการลงทุนทางการเงิน เพื่อตัดส่วนของภาษีอากรและเงินอุดหนุน โดยตัวคูณสำหรับปรับมูลค่าแสดงในตารางที่ 7.7 ซึ่งอ้างอิงจากแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนหลัก ดังนี้

ตารางที่ 7.7 ตัวคูณปรับมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

Cost Element	Conversion Factor
Land	1.000
Property/Utility Disturbance	0.825
Stations	0.830
Elevated Structures & Trackage	0.830
Shop, Yard & Depots	0.830
Rolling Stock	0.870
Mechanical and Electrical	0.800
Supervisory Labour	0.900
Direct Labour	0.800
General & Administration Costs	0.950
Maintenance Materials & Supplies	0.950
Station & Traction Power	1.000

แหล่งที่มา : อ้างอิงแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนหลัก

ตารางที่ 7.8 และรูปที่ 7.6 แสดงต้นทุนการลงทุนอย่างประหยัดของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 โดยต้นทุนร้อยละ 24 เป็นค่าระบบล้อเลื่อนและร้อยละ 23 เป็นค่าระบบสัญญาณ ระบบสื่อสาร และระบบเครื่องกลไฟฟ้าอื่นๆ ต้นทุนส่วนใหญ่ของสายทางพระราม 3 เป็นค่าที่ดิน เพราะที่ดินในเขตนี้มีราคาสูงกว่าที่อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.8 ต้นทุนการลงทุนของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ

Cost Element	Rama 3 Line	
	Baht mill	%
Land	1,683	13.6
Property/Utility Disturbance	139	1.1
Stations	2,491	20.1
Elevated Structures & Trackage	1,772	14.3
Shop, Yard & Depots	1,503	12.1
Rolling Stock	2,512	20.3
Mechanical & Electrical	2,276	18.4
Total Economic Costs	12,375	100.0

แหล่งที่มา: ประมาณการโดยที่ปรึกษา

2.3.2 ระบบขนส่งมวลชนหลัก

ปริมาณผู้โดยสารของระบบขนส่งมวลชนหลักที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง มีความหมายต่อต้นทุนในการดำเนินการ โดยเฉพาะเรื่องของจำนวนรถที่ประเมินเป็นจำนวนรถที่ใช้ต่อระยะทางวิ่ง 55,007 กม. โดยมีต้นทุน 40.1 ล้านบาทต่อตู้

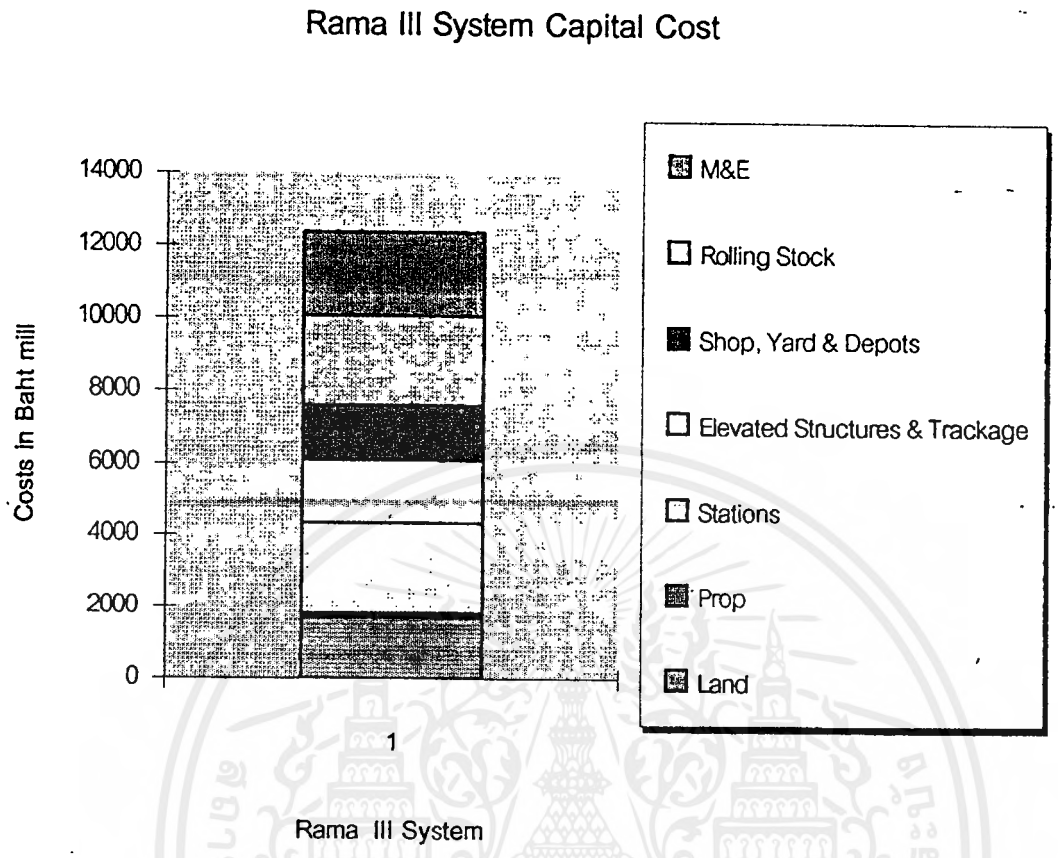
2.4 ต้นทุนในการดำเนินการและบำรุงรักษา

2.4.1 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

ใช้การประเมินราคาค่าใช้จ่ายทางการเงิน เป็นหลักในการวิเคราะห์ต้นทุนในการดำเนินการและบำรุงรักษาในปี พ.ศ.2564 โดยปรับตัวเลขเป็นจำนวนผู้โดยสารต่อวันในปีอื่นๆ ต้นทุนต่อปีให้ถือว่าคงที่นับจาก พ.ศ.2564 เป็นต้นไป

ในส่วนของค่าดำเนินการและค่าบริหารมีการปรับแต่งโดยใช้ตัวคูณปรับทางเศรษฐศาสตร์ตามตารางที่ 7.7 โดยใช้อัตราค่าจ้างเงาที่ 0.90 คูณกับต้นทุนของพนักงานตรวจสอบและอัตราค่าจ้างเงาที่ 0.80 คูณกับต้นทุนของค่าแรงงานโดยตรง ซึ่งแสดงการขาดแคลนโดยเปรียบเทียบที่น้อยกว่า จากนั้นจึงรวมค่านี้ไว้ในต้นทุนค่าแรงงานรายปีทางเศรษฐศาสตร์ วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการใช้งานทั่วไป การบริหาร และการบำรุงรักษา จะคูณกับค่าปรับแต่ง 0.95 พลังงานที่ใช้ในสถานีและการขับเคลื่อนใช้ราคาจากการวิเคราะห์ทางการเงิน โดยไม่รวมเงินอุดหนุนหรือภาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.6 ต้นทุนการลงทุนของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

2.4.2 ระบบขนส่งมวลชนหลัก

การประเมินของระบบขนส่งมวลชนหลัก (ใช้ราคาของปี พ.ศ.2538) ต้นทุนในการดำเนินการต่อกิโลเมตรของระบบขนส่งมวลชนหลักที่มีลำดับความสำคัญแรก มีค่า 0.73 บาทในปี พ.ศ.2543 มีค่า 0.57 บาทในปี พ.ศ.2553 และมีค่า 0.53 บาทในปี พ.ศ.2563 และสำหรับแผนระบบขนส่งมวลชนหลักทั้งหมด มีค่า 0.90 บาทในปี พ.ศ.2553 และ 0.92 บาทในปี พ.ศ.2563 แผนงานของความสำคัญลำดับสองจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าในรูปของต้นทุนในการดำเนินการต่อกิโลเมตร แต่เป็นการรอบคอบมากกว่าที่จะเลือกใช้ค่าที่สูงกว่าในการพยากรณ์เมื่อระบบขนส่งมวลชนหลักเปิดดำเนินการทุกสาย หลังจากปรับค่าอัตราเงินเฟ้อสำหรับต้นทุนดำเนินการต่อคนต่อกิโลเมตรในปี พ.ศ.2544 พ.ศ.2554 และ พ.ศ.2564 จะเป็น 80 บาท 98.7 บาท และ 100.9 บาทตามลำดับ สำหรับปีที่อยู่ระหว่างกลาง จะใช้การหาต้นทุนโดยวิธีเส้นตรงเทียบกับอุปสงค์การเดินทางสำหรับโครงการทั้งหมด และกำหนดให้คงที่หลังจากปี พ.ศ.2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 มูลค่าเงินทุนที่เหลือ

หลังจากระยะเวลาที่วิเคราะห์ เงินทุนที่ใช้จะมีค่าเหลืออยู่ โดยมูลค่าปัจจุบันจะถูกคิดลดเป็นจำนวนมากหลังจากระยะเวลาผ่านไปนาน ตัวอย่างเช่น เงิน 1000 บาทในปี พ.ศ.2580 จะมีมูลค่า 12 บาทในปี พ.ศ.2541 โดยใช้อัตราลดร้อยละ 12 ในปีสุดท้ายของการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ มูลค่าเงินทุนที่เหลือรวมผลประโยชน์จากที่ดิน ในมูลค่าเริ่มต้น และอายุที่เหลือของตัวรถ ระบบสัญญาณ และอุปกรณ์สื่อสาร ไม่มีมูลค่าของสถานีและโครงสร้างต่างๆ หรือต้นทุนของการบำรุงรักษาต่อไป

2.5 ผลประโยชน์

2.5.1 ประหยัดต้นทุนการลงทุน

การเปลี่ยนวิธีการเดินทางหลัก จากการใช้รถประจำทางไปใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองแทน เนื่องจากการมีโครงการรถรางเลียบคลอง ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะประหยัดต้นทุนการลงทุนในการจัดหารถโดยสารประจำทางมาให้บริการ

รายงานเรื่อง "Report on Traffic and Transport for the 8th National Social and Economic Development Plan" (ตารางที่ A1-6) ของโครงการนโยบายการขนส่งและการวางแผน รายงานว่ามีรถโดยสารประจำทางจำนวน 11,515 คัน ให้บริการในกรุงเทพในปี พ.ศ2538 ตารางที่ A1-5 รายงานว่ามีจำนวนผู้โดยสาร 5.9 ล้านคนต่อวัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงในจำนวนผู้โดยสารของรถประจำทางประมาณว่าจะมีจำนวนผู้โดยสาร 512 คนต่อรถหนึ่งคัน สำหรับการให้บริการหนึ่งวันโดยมีต้นทุนทางเศรษฐกิจ 2.0 ล้านบาทต่อคัน

สมมติให้ผลประโยชน์จากตัวรถรางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปีก่อนที่จะเริ่มใช้งาน เนื่องจากว่าไม่จำเป็นจะต้องจัดหารถประจำทางมาทดแทนส่วนที่หมดอายุใช้งาน ผลประโยชน์ของตัวรถรางหลังจากเปิดคิดวิธีเดียวกับตัวรถไฟฟ้าของระบบขนส่งมวลชนหลัก โดยให้เท่ากับจำนวนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีจนถึงปี พ.ศ.2554 และจากปี พ.ศ.2555 ถึง พ.ศ.2564 หลังจากนี้สมมติให้มีจำนวนคงที่

2.5.2 ประหยัดเวลาในการเดินทาง

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทางตรงเกือบทั้งหมดของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองคือ การประหยัดเวลาในการเดินทางของผู้ใช้บริการ รวมกับผลประโยชนที่ได้จากการเปลี่ยนการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวมาเป็นระบบขนส่งมวลชน และผลประโยชน์เพิ่มเติมได้จากผู้ที่ยังคงใช้รถยนต์ส่วนตัวลดเวลาที่ใช้ในการเดินทางลงเนื่องจากการที่สภาพการจราจรติดขัดน้อยลง ผลกระทบที่ได้จำลองขึ้นขยายตัวไปตลอดโครงข่ายถนน ทำให้ทุกระบบดีขึ้น โดยเห็นได้จากการลดลงทุกครั้งที่ทดสอบแบบจำลองหลายๆครั้ง เหล่านี้เป็นส่วนที่อ่อนไหวง่ายของการวิเคราะห์ เป็นจำนวนไม่น้อยเพราะการประหยัดเวลานี้แม้จะเป็นสัดส่วนที่น้อยของระยะการเดินทางทั้งหมดของผู้ที่สัญจรไปมา แต่ในบริเวณโครงการจะมีการเดินทางรวดเร็วขึ้น ผลประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนเล็กน้อยนี้เมื่อสะสมกันจากจำนวนหลายล้านของผู้ที่สัญจรไปมา แม้การประหยัดจำนวนน้อยนี้อาจดูไม่มีคุณค่าในความคิดของแต่ละคน เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมด

การประเมินค่าของเวลา (VOT) ในแบบจำลอง UTDM ในปี พ.ศ.2538 ถูกปรับเป็นค่าของ ปี พ.ศ.2540 ซึ่งใช้เป็นปีฐาน และแสดงไว้ในตารางที่ 7.9 ในปีที่อยู่ระหว่างกลางใช้วิธีหาโดยสมการเส้นตรง และรวมเข้ากับเวลาที่ประหยัดได้จากการเดินทางในแต่ละปี เช่นเดียวกับผลประโยชน์อื่นๆ หลังจากปี พ.ศ.2564 เป็นต้นไป จะถือว่าคงที่

ตารางที่ 7.9 มูลค่าของเวลาที่คำนวณ (บาทต่อชั่วโมง, ราคาปี พ.ศ.2540)

Year	High Comfort	Standard Comfort
2001	85.7	38.6
2006	100.0	45.0
2011	116.7	52.4
2021	159.0	71.5

2.5.3 การประหยัดต้นทุนดำเนินการของรถ

คาดว่าต้นทุนดำเนินการของรถที่ใช้ในการจราจรตามถนน (VOC) จะลดลงเมื่อคนหันไปใช้ระบบรถรางเลียบคลอง ค่าของความประหยัดเหล่านี้จะรวมไว้ในผลประโยชน์ของโครงการ ค่าเหล่านี้ได้จากการลดต้นทุนดำเนินการของรถโดยสารประจำทางเนื่องจากลดจำนวนรถน้อยลง และลดต้นทุนในการที่รถประจำทางที่วิ่งได้เร็วขึ้นเนื่องจากการจราจรติดขัดน้อยลง รถยนต์ส่วนบุคคลและรถขนส่งสินค้าก็ได้ผลประโยชน์จากการจราจรที่ติดขัดน้อยลงเช่นเดียวกันด้วย

การประหยัดต้นทุนดำเนินการของรถประมาณโดยพื้นฐานของระบบกว้างๆเทียบกับการประหยัดชั่วโมงของการใช้รถยนต์ส่วนตัวหนึ่งหน่วย (PCU) รายละเอียดการวิเคราะห์เหล่านี้ใช้ในรายงานระบบเริ่มต้นขององค์การรถไฟฟ้ามหานคร ปรับเป็นราคาปี พ.ศ.2540 ให้ค่าประมาณการของต้นทุนดำเนินการของรถที่ใช้ในการจราจรตามถนนเป็นเงิน 3.66 บาทต่อระยะทางหนึ่งกิโลเมตร ตัวเลขนี้เป็นการประมาณที่ค่อนข้างอนุรักษ์นิยม ผลการวิเคราะห์ของโครงการทางด่วนขั้นที่หนึ่งโดยแยกเป็นส่วนของการลดระยะทาง และการประหยัดเวลา ได้ค่าประมาณการผลประโยชน์สูงกว่านี้มาก แต่ได้พิจารณาอย่างรอบคอบที่จะเลือกใช้ค่าที่น้อยกว่าในการศึกษานี้

ส่วนต้นทุนในการเดินรถประจำทางประมาณการเทียบกับจำนวนรถที่สามารถใช้น้อยลง ประมาณการของต้นทุนรายปีใช้พื้นฐานของการศึกษาโครงการทางด่วนขั้นที่หนึ่ง และรายงานระบบเริ่มต้นขององค์การรถไฟฟ้ามหานคร ที่ 10 บาท/กม. และระยะทางวิ่งของรถประจำทางหนึ่งคันเป็น 65,000 กม./ปี เป็นที่ทราบว่าการศึกษาปฏิรูปรถเมล์ใช้สูตรการหาต้นทุนดำเนินการของรถประจำทางในรูปของต้นทุนต่อกม.เท่ากับ 6.40 บาท/กม. + 180,000 บาท/คันรถ + 111 บาท/รถ/ชม. สำหรับรถประจำทางปรับอากาศจะมีค่าสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีก ร้อยละ 15 ถึง 20 จึงเห็นได้ชัดว่าทุกสูตรได้ค่าสูงกว่า 10 บาท/กม. ดังนั้นจึงเป็นการรอบคอบที่จะเลือกใช้ค่าผลประโยชน์ที่น้อยกว่าในการศึกษา

2.6 การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์

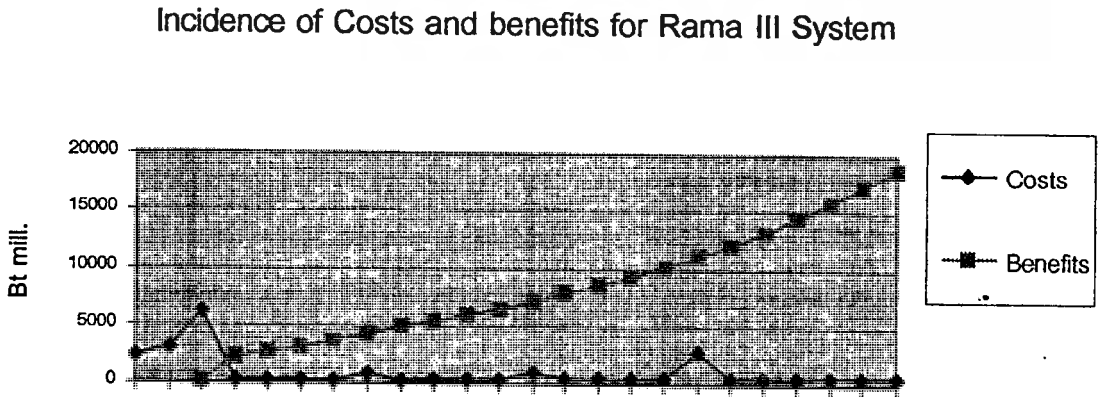
รูป 7.7 แสดงลักษณะกระแสของต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจนถึงปี พ.ศ.2564 ต้นทุนที่เพิ่มเข้ามาช่วงหลัง คือ ค่าอะไหล่และอุปกรณ์กลไกและไฟฟ้าสำหรับทดแทน โดยผลประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการพระราม 3 ในระยะยาวมีอยู่มาก

ตารางที่ 7.10 แสดงวิธีการวัดภาพรวมทางเศรษฐกิจ โดยสายทางพระราม 3 มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง 22.01 % และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงถึง 18 พันล้านบาท มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 2.43 ตามแผนงานกำหนดให้โครงการพระราม 3 เปิดดำเนินการในปี พ.ศ.2544

ตารางที่ 7.10 สมรรถภาพทางเศรษฐกิจ

	Rama III System
EIRR	22.01%
Discounted Costs	12,787
Discounted Benefits	31,015
Net Present Value (Baht mill)	18,230
Benefit/Cost Ratio	2.43

สายทางพระราม 3 มีอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าเกณฑ์ต่ำสุด คือร้อยละ 12 ซึ่งกำหนดไว้โดยคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แต่สภาพเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปขณะนี้ทำให้ต้องเพิ่มอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจขั้นต่ำให้มากขึ้น โดยอาจเพิ่มเป็นร้อยละ 15 หรือร้อยละ 18 จะเห็นได้ว่าอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของสายทางพระราม 3 สูงเพียงพอสำหรับขออนุมัติให้ดำเนินการก่อสร้างจากรัฐบาลได้



รูปที่ 7.7 กระแสของต้นทุนและผลประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การประเมินราคาของต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับอาจเปลี่ยนแปลงไปจากรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ เนื่องจากสาเหตุต่างๆ ดังนั้นจึงต้องทดสอบความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและผลประโยชน์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.11

ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับโดยทั่วไปของสายทางพระราม 3 เป็นระดับที่น่าพอใจมาก เนื่องจากอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงถึงร้อยละ 22.0 ซึ่งมากกว่าค่าที่ต้องการคือร้อยละ 12 อย่างมาก การทดสอบความอ่อนไหวโดยการเพิ่มต้นทุนอีกร้อยละ 25 อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจะลดเหลือร้อยละ 19.1 เมื่อเพิ่มต้นทุนร้อยละ 50 อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจะเป็นร้อยละ16.9 จากตารางต้องเพิ่มราคาต้นทุนถึงร้อยละ 142 จึงจะสามารถลด อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจให้ต่ำกว่าร้อยละ 12 ได้ ถ้าลดต้นทุนลงร้อยละ 25 จะทำให้ อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 26.4 ส่วนมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่อัตราลดร้อยละ 12 จะเพิ่มเป็น 21 พันล้านบาท และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจะเพิ่มเป็น 3.2

ตารางที่ 7.11 การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและผลประโยชน์

Change	Rama III System		
	EIRR	NPV (Bt mill)	B/C Ratio
Base	22.01%	18,230	2.43
Costs + 25%	19.08%	15,056	1.94
Costs + 50%	16.91%	11,860	1.62
Costs - 25%	26.42%	21,449	3.24
Benefits -25%	18.26%	10,493	1.82
Benefits -50%	13.86%	2,734	1.21
Costs + 12.5% & Benefits - 12.5%	18.73%	12,775	1.89
Costs + 25% & Benefits - 25%	15.75%	7,297	1.46
Cost Increase required for EIRR of 12%	142%		
Benefits Reduction required for EIRR of 12%	-59%		

หากลดผลประโยชน์ของโครงการลงร้อยละ 60 จะทำให้อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจลดลงต่ำกว่าร้อยละ 12 ในกรณีที่เพิ่มต้นทุนและลดผลประโยชน์ทั้งสองอย่างในอัตราร้อยละ 12.5 อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจะเป็นร้อยละ 18.7 และถ้าเปลี่ยนเป็นร้อยละ 25.0 จะได้ค่าอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ร้อยละ 15.8

ดังนั้น สายทางพระราม 3 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดีมาก และแม้ว่าจะปรับเปลี่ยนต้นทุนและผลประโยชน์ไปอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจก็ยังคงสูงอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1: ทรัพยากรทางด้านกายภาพ

คุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านกายภาพมีความสัมพันธ์ต่อระบบนิเวศวิทยา ในสภาวะแวดล้อมที่ผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์ และพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสุขภาพอนามัยของมนุษย์ที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง สายพระราม 3 ทั้งในช่วงเวลาที่ก่อสร้างระบบและช่วงเวลาใช้งาน คุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านกายภาพ ซึ่งได้แก่คุณภาพอากาศ ระดับเสียง ความสั่นสะเทือน รวมทั้งคุณภาพน้ำ ล้วนแต่มีผลโดยตรงต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรทั้งสิ้น

การศึกษาและประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ ระดับเสียง ความสั่นสะเทือน และคุณภาพน้ำ ดำเนินไปตามลำดับดังนี้

.1.1 อากาศ

ส่วนประกอบของอากาศตามธรรมชาติ ในชั้นบรรยากาศของโลกที่ใช้หายใจ ในอากาศแห้ง (dry air) ประกอบด้วยก๊าซต่างๆ มีปริมาตรแตกต่างกันคือ

ไนโตรเจน (N_2)	มี	=	78.09 %	ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
ออกซิเจน (O_2)	มี	=	20.94 %	ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
อาร์กอน (A)	มี	=	0.93 %	ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	มี	=	0.03 %	ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
	รวมเป็น	=	99.99 %	

นอกจากนี้จะมีพวกละอองของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ Organism เมฆ ฝน fog และice crystal รวมอยู่ในชั้นบรรยากาศนี้ด้วย ปริมาณของอนุภาค ณ ที่ต่างๆกัน อาจมีจำนวนตั้งแต่ 14 mg./m.^{3} ถึง 22,000 mg./m.^{3} ซึ่งเฉลี่ยโดยทั่วไปแล้วจะมีจำนวนประมาณ 14 mg./m.^{3} จำนวนปริมาณของอนุภาคต่างๆ เหล่านี้จะมีจำนวนต่างกันไป แล้วแต่สภาวะของสถานที่และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตัวอย่างเช่น คนในเมืองซึ่งมีผู้คนหนาแน่น มีโรงงานอุตสาหกรรม และระบบขนส่งมวลชน อากาศจะมีอนุภาคของสารต่างๆมากขึ้นกว่าในชนบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ

ตารางที่ 8.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (พ.ศ.2538)

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง		ค่าเฉลี่ย 1 เดือน		ค่าเฉลี่ย 1 ปี **		วิธีการตรวจวัด
	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	มก./ลบ.ม.	ส่วนในล้านส่วน	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	34.2	30	10.26	9	-	-	-		-	-	Non-dispersive Infrared Detection
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2)	0.32	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ /a (SO2)	0.78	0.3	-	-	0.3	0.12	-	-	0.1	0.04	UV-Fluorescence
ฝุ่นรวม (TSP)	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.1	-	Gravimetric-High Volume
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)	-	-	-	-	0.12	-	-	-	0.05	-	Gravimetric-High Volume
โอโซน (O3)	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemiluminescence
สารตะกั่ว (Pb)	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	Automic Absorption Spectrometer

หมายเหตุ * : ค่าความเข้มข้นของก๊าซ คำนวนที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

** : ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

/a : ค่ามาตรฐาน 502 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง

- 1,300 มคก./ลบ.ม. สำหรับพื้นที่แม่เมาะ

- 780 มคก./ลบ.ม. สำหรับบริเวณทั่วไป (ยกเว้นในพื้นที่แม่เมาะ)

1.1.2 ผลกระทบเนื่องจากมลพิษทางอากาศ

1.1.2.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซพิษที่เกิดจากการที่เครื่องยนต์เผาไหม้เชื้อเพลิงไม่สมบูรณ์ ไม่มีสีไม่มีกลิ่น

ผลร้ายต่อสุขภาพ ผู้ที่ได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าไป จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียนศรีษะ มึนงง หายใจอึดอัด ระบบประสาททำงานช้าลง อาจเสียชีวิตได้หากได้รับในปริมาณที่สูง และติดต่อเป็นเวลานาน อีกทั้งยังเป็นต้นเหตุสำคัญของการเกิดโรคหัวใจ และเส้นเลือดตีบตัน

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบเศรษฐกิจมหภาค มลพิษทางอากาศย่อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งมีผลกระทบต่อการปฏิบัติหน้าที่การงาน ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง เป็นเหตุให้ต้องเสียทั้งเวลา และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

1.1.2.2 ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนผสมมูลฐานของบรรยากาศนั้นมีจำนวนมากถึง 78 % เมื่อถูกเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ก็จะกลายเป็นออกไซด์ของไนโตรเจน นับเป็นมลพิษอีกตัวหนึ่งที่เป็นอันตรายอย่างยิ่ง

ผลร้ายต่อสุขภาพ มนุษย์จะได้รับออกไซด์ของไนโตรเจนเข้าสู่ปอดเป็นจำนวนมากในทุกๆครั้งที่หายใจเข้า ออกไซด์ของไนโตรเจน สามารถผสมกับ ก๊าซพิษตัวอื่นๆได้เป็นอย่างดี ทำให้ระบบหายใจตอนบน ได้แก่ เยื่อโพรงจมูก ปาก ทางเดินหายใจ หลอดเสียงอักเสบ ทำให้เกิดมีเสมหะ ต่อจากนั้นก็จะไปมีผลกระทบกับระบบหายใจตอนล่างได้แก่ ปอด และหลอดเลือดที่ทำหน้าที่รับอากาศเพื่อไปฟอกโลหิตถูกหายใจเข้าสู่ปอดก็จะทำให้หลอดเลือดเกิดการอุดตันและบวมทำให้เกิดปัญหาในการฟอกโลหิต ยิ่งไปกว่านั้นออกไซด์ของไนโตรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ ยังสามารถแทรกซึมเข้าสู่ถุงลมปอด และผ่านเข้าผสมกับโลหิต แย่งที่ออกซิเจนที่ผสมอยู่ในโลหิตทำให้โลหิตเกิดขาดออกซิเจน เป็นผลทำให้ร่างกายเกิดอาการเจ็บป่วยต่างๆ โดยเฉพาะโรคปอด และโรคหัวใจและอาจถึงแก่ชีวิตอย่างฉับพลันได้

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบเศรษฐกิจมหภาค ออกไซด์ของไนโตรเจนเมื่อได้รับความชื้นก็จะกลายเป็นกรดไนตริก มีผลในการทำลายพืช และโลหะทุกชนิด หินอ่อน สีทาอาคาร เสื่อมสภาพเร็วขึ้น และออกไซด์ของไนโตรเจนยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการทำลายบรรยากาศชั้นโอโซนได้ด้วย

1.1.2.3 ออกไซด์ของกำมะถัน (SO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมมาก มีสีเหลือง มีกลิ่นเหม็นฉุน หากเกิดปฏิกิริยากับน้ำก็จะมีสภาพเป็นกรด

ผลร้ายต่อสุขภาพ ทำให้ตาและจมูกอักเสบ เกิดอาการระคายเคือง ทางเดินหายใจอักเสบ ปอดอักเสบ มีโอกาสที่จะเป็นมะเร็งทางเดินหายใจและมะเร็งปอด

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบเศรษฐกิจมหาภาค ในด้านของสิ่งแวดล้อม ก็จะทำความเสียหายให้กับพืชและสัตว์ ตลอดจนอาคารบ้านเรือนและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ โดยเฉพาะวัสดุที่เป็นหินอ่อนและหินปูน ซึ่งสามารถดูดเอาซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดี เมื่อได้รับความชื้นจากบรรยากาศ หินอ่อนและหินปูน จะเกิดพองตัวโตขึ้น เกิดการแตกร้าว เมื่อถูกน้ำฝน จะทำให้วัสดุเกิดเป็นรู โพรง สึกกร่อน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในแต่ละปีจะมีมูลค่ามหาศาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2.4 ฝุ่นละออง (TSP) ผลร้ายต่อสุขภาพ เป็นโรคภูมิแพ้ อ่อนเพลีย ระคายเคืองที่ตา แสบจมูก ทางเดินหายใจอักเสบ เป็นมะเร็งที่ระบบทางเดินหายใจ โรคปอดอักเสบ มะเร็งปอด เป็นหมัน เส้นเลือดหัวใจอุดตัน โรคหัวใจ ไอคิวต่ำลง

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบเศรษฐกิจมหภาค สภาพแวดล้อมที่ปกคลุมไปด้วยฝุ่นละอองที่ลอยแผ่กระจายอยู่ในบรรยากาศและตกลงมาปกคลุมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ และมลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองให้สุขภาพอ่อนแอ ดังนั้นค่าใช้จ่ายเพื่อการรักษาพยาบาลก็มีจำนวนเพิ่มสูงมากขึ้น

1.1.2.5 โอโซน (O_3) โอโซนคล้ายออกซิเจน แต่คุณสมบัติต่างกัน ซึ่งโอโซนเกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในออกซิเจน เกิดในบรรยากาศที่สูงจากพื้นโลกมาก ช่วยป้องกันแสงอุลตร้าไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ไม่ให้เป็นอันตรายต่อมนุษย์สัตว์และพืชพันธ์

ผลร้ายต่อสุขภาพ โอโซนเป็นก๊าซที่มีอันตรายมากทำให้เยื่อตา จมูก และระบบทางเดินหายใจอักเสบได้

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบเศรษฐกิจมหภาค โอโซนทำให้ใบไม้ ผลองุ่น ข้าวสาลี ข้าวโพด และมันฝรั่ง เป็นรอยจุดรอยด่าง นับว่าทำความเดือดร้อนให้กับชาวสวนอย่างมาก นอกจากนั้นยังทำลายผลิตภัณฑ์ประเภทยางและเสื้อผ้าด้วย เครื่องบินที่บินในระดับที่มีโอโซนอยู่มาก โอโซนจะไปทำลายยางลูกล้อเครื่องบิน ตลอดจนยางรอบๆ ขอบหน้าต่าง และยางที่ห่อหุ้มสายไฟในเครื่องบินด้วย

1.1.2.6 ไฮโดรคาร์บอน (HC) ผลร้ายต่อสุขภาพ เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เกิดอาการวิงเวียนศรีษะ หัวใจเต้นแรง มีโอกาสสูงที่จะเป็นมะเร็งทั้งที่ทางเดินหายใจ และมะเร็งในปอด

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบเศรษฐกิจมหภาค Photochemical Smog หรือหมอกพิษทำให้ผู้ที่ได้รับมลพิษชนิดนั้นจะเกิดมีอาการแสบตา แสบจมูก เป็นโรคทางเดินหายใจอักเสบ เป็นมะเร็ง ปอดอักเสบ เป็นโรคภูมิแพ้ ปวดเมื่อยตามร่างกาย เป็นเหตุให้พืชไม่เจริญเติบโต และโลหะต่างๆ เกิดเป็นสนิม ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสิ่งต่างๆ มากขึ้น

1.1.2.7 สารตะกั่ว (Pb) ผลร้ายต่อสุขภาพ อาการขั้นต้น คือรู้สึกเบื่ออาหาร โลหิตจาง มีอาการปวดท้อง ปวดเมื่อยตามตัว อาจทำให้เป็นอัมพาต สำหรับทารกในครรภ์ หากมารดาได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายทางอากาศที่หายใจ น้ำที่ดื่มหรืออาหารที่รับประทาน ทำให้ทารกที่ได้รับสารตะกั่วจากมารดาในอัตราสูงกลายเป็นทารกเป็นโรคที่ปัญญาอ่อนมาตั้งแต่กำเนิด

ผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจมหภาค ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่ารักษาพยาบาลเพื่อการบำรุงรักษาสุขภาพที่ทรุดโทรม รวมทั้งค่าเลี้ยงดูบุคคลปัญญาอ่อนซึ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น นับเป็นความสูญเปล่าทางเศรษฐกิจจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 การสำรวจภาคสนาม

1.1.3.1 สถานีเก็บตัวอย่าง ให้พิจารณาสถานีตรวจวัด ซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแนวเส้นทางของโครงการ และมีลักษณะเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการได้รับผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive area) จากข้อกำหนดต่อไปนี้

- บริเวณที่คาดว่าจะก่อให้เกิดมลพิษสูง เช่น ถนนแคบ อาคารสูง และการจราจรหนาแน่น
- บริเวณแหล่งชุมชนหนาแน่น
- บริเวณสถานศึกษาที่สำคัญ
- บริเวณโรงพยาบาล
- บริเวณย่านการค้า
- บริเวณอื่นๆ ตามความเหมาะสม

1.1.3.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์

- ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ และเกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ
- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เก็บโดยวิธี Non-dispersive infrared detection
- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เก็บโดยวิธี Chemiluminescence
- ฝุ่นละออง (TPS) เก็บโดยวิธี Hi - Volume Sampler วิเคราะห์โดย Gravimetric

1.1.3.3 จำนวนครั้งที่เก็บ 2 ครั้ง เปรียบเทียบตามฤดูมรสุม อย่างน้อยครั้งละ 5 วันติดต่อกันในวันธรรมดาและวันหยุดราชการ

1.1.4 วิธีการวัดและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศ

การตรวจวัดคุณภาพอากาศใช้วิธีการตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ทคโนโลยี และการพลังงาน เรื่องกำหนดวิธีการวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศปี พ.ศ.2524 ซึ่งได้กำหนดวิธีการหรือวิธีการเทียบเท่าของการตรวจวัดสารมลพิษต่างๆไว้ โดยอาศัยหลักการหรือวิธีการเทียบเท่าของ US-EPA ดังนี้

1.1.4.1 หลักการของการวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยระบบ Non-Dispersive Infrared Detection (NDIR)

โดยอาศัยความสามารถที่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงอินฟาเรด เมื่อนำตัวอย่างผ่านเข้าไปในเครื่อง CO Analyzer ซึ่งจะฉายแสงอินฟาเรดผ่านลำอากาศ ปริมาณแสงอินฟาเรดที่ดูดกลืนโดยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศ ทำให้เราทราบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศนั้นได้

1.1.4.2 หลักการตรวจวัด NO_2 โดยวิธี Sodium-Arsenite

โดยดูดตัวอย่างอากาศที่ต้องการตรวจวัด NO_2 ผ่านเข้าไปในสารละลายของ Sodium Hydroxide กับ Sodium Arenitr (NaAs) แล้วจะเกิด Nitrite ion (NO_2) ขึ้น ซึ่งสามารถตรวจวัดได้โดยวัดสารมีสี ซึ่งเกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ NO_2 ทำปฏิกิริยากับ Phosphoric Acid, Sulfarilamide, N-(-1-naphthy) ethlene diamine dithydrocchloride โดยการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 540 nm.

1.1.4.3 หลักการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยระบบ High Volume Air Sampler

โดยเครื่องจะดูดอากาศต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผ่านแผ่นกรองซึ่งเป็นแผ่นกรองชนิด glass fiber filter ฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ถูกดูดเข้ามาจะถูกดักไว้ที่แผ่นกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศจะคำนวนได้จากปริมาณของฝุ่นละอองบนกระดาษกรองที่ชั่งได้กับปริมาตรของอากาศที่ผ่านแผ่นกรองดังกล่าว

1.1.5 ผลการสำรวจคุณภาพอากาศ

1.1.5.1 ข้อมูลคุณภาพอากาศจากการตรวจวัด

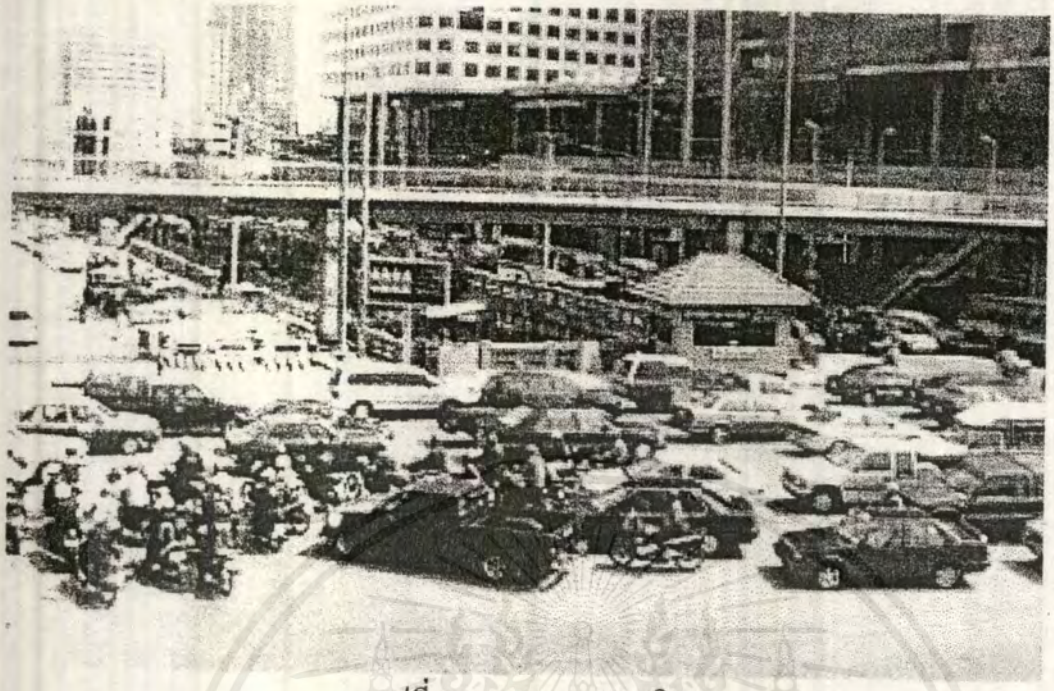
ตารางที่ 8.2 ข้อมูลคุณภาพอากาศจากการตรวจวัด

จุดตรวจวัด	ดัชนี		
	TSP	NO_2	CO
แยกสาธร/นราธิวาสฯ (รูปที่ 8.1)	0.229	0.225	4.74
วัดช่องนนทรี (รูปที่ 8.2)	0.290	0.225	3.22
ใต้สะพานพระราม 9 (รูปที่ 8.3)	0.467	0.198	2.92
แยกพระราม 3/เจริญกรุง (รูปที่ 8.4)	0.451	0.287	5.91
มาตราฐาน	0.330	0.320	34.2

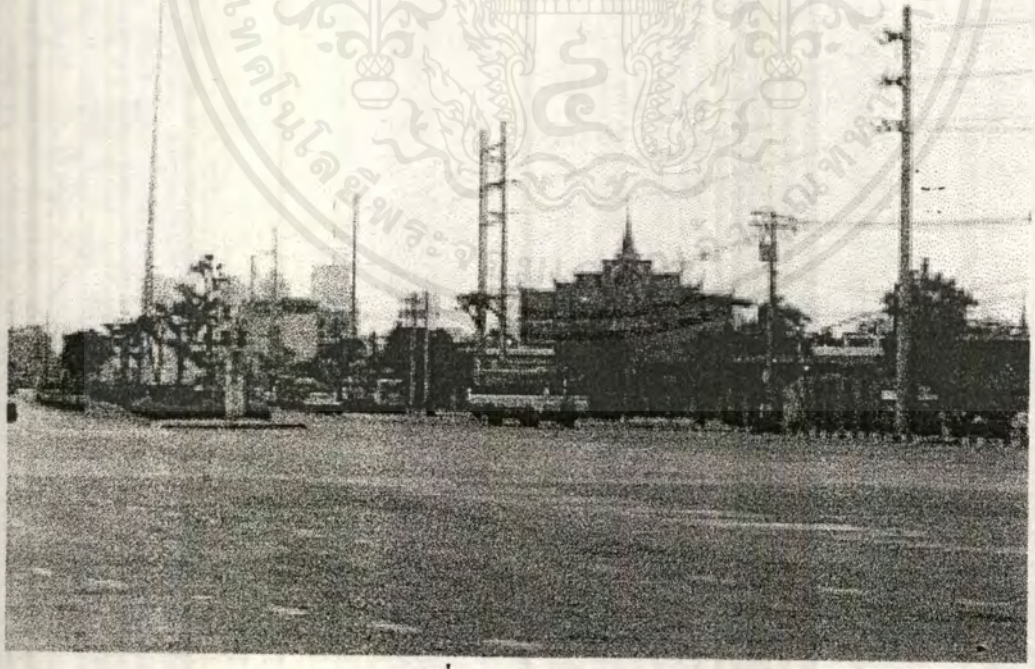
1.1.5.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ ได้แก่ ข้อมูลลมที่สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพที่ได้ทำการบันทึกไว้เป็นเวลา 30 ปี โดยกรมอุตุนิยมวิทยา เนื่องจากตำแหน่งของอุปกรณ์บันทึกความเร็วลมอยู่สูงจากระดับพื้นดินถึง 33 เมตร ซึ่งสูงมากกว่าระดับของแหล่งกำเนิดมลพิษในอากาศของโครงการก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนสายพระราม 3 ซึ่งได้แก่ ฝุ่นละอองและไอเสียจากเครื่องจักรกลที่ใช้ในการก่อสร้างที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอยู่ระหว่าง 0.5-2.0 เมตรเหนือระดับพื้นดิน จากข้อมูลผังลม พบว่าอัตราเร็วลมประจำถิ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 4-16 นอต ซึ่งเท่ากับ 2.05-8.22 เมตร/วินาที (1 นอต = 0.514 เมตร/วินาที) ในการประเมินและการคำนวณการกระจายตัวของสารพิษในอากาศใช้ความเร็วลมสูงสุด 8.23 เมตร/วินาที ที่บันทึกไว้ที่ระดับ 33.1 เมตร มาปรับเปลี่ยนเป็นความเร็วลมที่ระดับ 1.0 เมตร สำหรับใช้ในการคำนวณการฟุ้งกระจายของมลพิษโดยแบบจำลอง Guassian ซึ่งพบว่า อัตราเร็วลมที่ระดับ 1.0 เมตร มีค่าเท่ากับ 5.82 เมตร/วินาที ตารางที่ 8.3 สรุปการเกิดลมในทิศทางต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

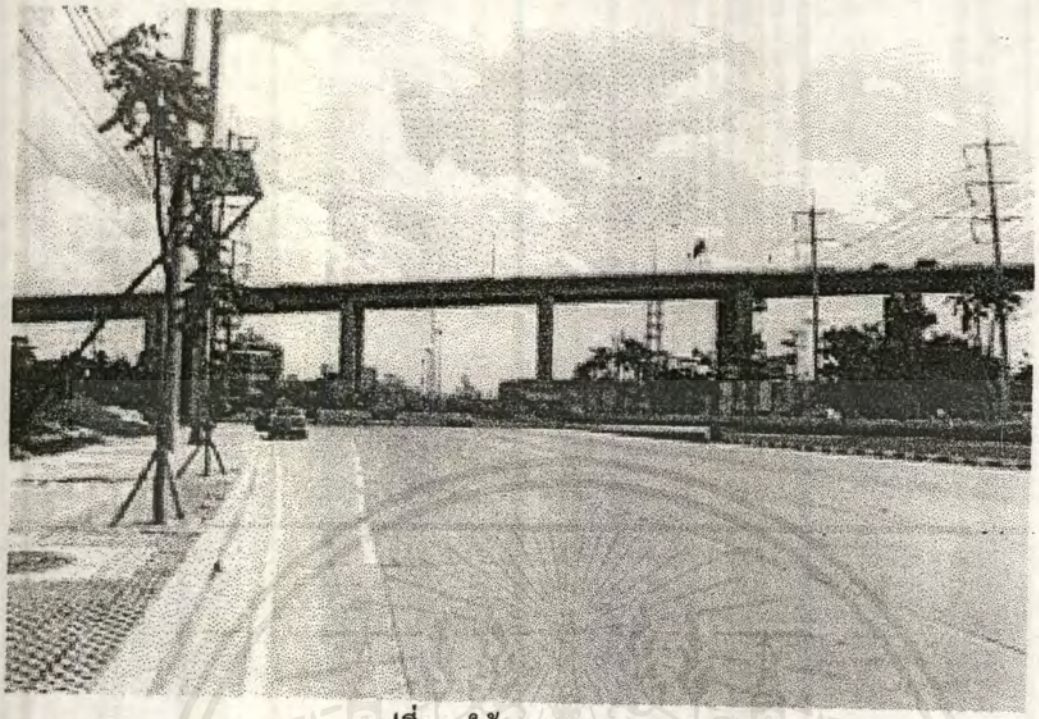


รูปที่ 8.1 แยกสาธร-นราธิวาส



รูปที่ 8.2 วัดช่องนนทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่8.3 ใต้สะพานพระราม 9

รูปที่ 8.4 แยกพระราม 3 - เจริญกรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.3 การเกิดลมในทิศทางต่างๆ

Month	U1.0 (m./s.)	Direction	Percent
January	5.82	NE	8
February	5.82	S	21
March	5.82	S	31
April	5.82	S	27
May	5.82	S	18
June	5.82	S	15
July	5.82	SW	14
August	5.82	SW	14
September	5.82	SW	8
October	5.82	NE	9
November	5.82	NE	13
December	5.82	NE	10

จากตาราง 8.3 จะเห็นได้ว่าอัตราเร็วลมที่มีความเร็วสูงได้แก่ลมที่เกิดขึ้นทางทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ และ ตะวันออกเฉียงเหนือ 31 % , 14 % และ 13 % ตามลำดับซึ่งมักจะเกิดขึ้นในเดือนมีนาคม กรกฎาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน ตามลำดับ

1.1.6 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ

1.1.6.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศระหว่างการก่อสร้าง

ระหว่างช่วงเวลาการก่อสร้างของโครงการ ที่เกิดจากกิจกรรมการการก่อสร้างแนวสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ซึ่งประกอบด้วย

แหล่งกำเนิดมลพิษ แหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศจะเกิดจากการก่อสร้างสถานีทางวิ่ง และอู่ซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

- ฝุ่นละอองที่จะเกิดจากการขุดและขนย้ายดิน ซึ่งจะเกิดขึ้นตามช่วงระยะทางที่ก่อสร้างคิดเป็นพื้นที่ช่วงละ 8x100 เมตร สำหรับการก่อสร้างทางวิ่งบริเวณกึ่งกลางถนนและตลอดพื้นที่ทั้งหมดที่ทำการก่อสร้างอู่ซ่อมบำรุง
- การแพร่กระจายจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.4 การเกิดสารมลพิษจากเครื่องจักรที่ใช้ก่อสร้าง

เครื่องมือ	สารพิษมลพิษ (ปริมาณ กรัม/วินาที)		
	CO	NO_2	TSP
Track laying tractor	0.84	3.18	0.24
Wheeled tractor	1.54	3.28	0.44
Wheeled loader	0.91	3.91	0.28
Roller	1.06	4.68	0.23
Miscelleneus	0.90	4.73	0.28

การฟุ้งกระจายของสารมลพิษ การฟุ้งกระจายของสารมลพิษเกิดขึ้นโดยลมเป็นตัวพัดพา และขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของสารด้วย ในการคาดประมาณปริมาณการพัดพาสารมลพิษได้จากสมการ Gaussian Plume คือ

$$X(x,y)=\frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_x U}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right] \qquad (1)$$

เมื่อ

X = concentration at location x,y (g./m.^{3})

x = distance along wind direction (m.)

y = distance across the wind (m.)

Q = emission rate (g./s.)

u = average wind velocity (m./s.)

H = average height of pollutant source (m.)

σ_y, σ_z = dispersion coefficients in y (cross wind) and z (vertical) directions (m.)

ปริมาณสารมลพิษ จากการคำนวณและวิเคราะห์การแพร่กระจายสารมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศและไปยังผู้รับหรือจุดที่ได้รับผลกระทบโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับลมและทิศทางลมในกรุงเทพมหานคร จากกรมอุตุนิยมวิทยา และสมมุติให้แหล่งกำเนิดมลพิษสูงจากพื้นดิน 1 เมตร

ตามแนวคลองช่องนนทรีทางวิ่งและสถานีจะสร้างค่อนไปทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของคลอง เมื่อลมทางด้านใต้และตะวันตกเฉียงใต้มารวมกัน จะพบว่าอากาศที่ปนเปื้อนสารมลพิษจากกิจกรรมการก่อสร้างจะถูกพัดพาไปในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของถนนข้ามคลองไป ผลกระทบต่อแหล่งรองรับมลพิษทางอากาศตามแนวถนนจะน้อยกว่า 15 % สำหรับลมจากด้านทิศใต้และประมาณ 12 % จากลมตะวันตกเฉียงใต้ แต่ถ้ามีลมพัดมาจากด้านตะวันออกเฉียงเหนือผลกระทบจะเกิดขึ้นประมาณ 21 %

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแนวถนนพระราม 3 สายทางหลักของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะวางแนวห่างจากขอบถนน 15 เมตรทางด้านทิศใต้ การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศประเมินใน 2 จุด ตามความแตกต่างของทิศทางของถนนสายนี้ คือ ที่สถานี SV Garden พบว่าผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจากลมที่พัดพาทางทิศใต้ไปยังจุดรับ ผลกระทบที่อยู่ฝั่งตรงกันข้ามของถนนจะเกิดขึ้นประมาณ 6 % ซึ่งเกือบจะกล่าวได้ว่าไม่มีผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ สำหรับลมที่พัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เนื่องจากการฟุ้งกระจายของสารพิษเกือบจะอยู่ในแนวขนานกับถนน และสำหรับที่โรงแรมรัชดาตามแนวทิศทางด้านใต้พบว่าจุดรับผลกระทบตามแนวด้านเหนือของถนนจะเกิดขึ้นประมาณ 11 % จากลมฝ่ายใต้ และประมาณ 8 % จากลมฝ่ายตะวันตกเฉียงใต้

ในกรณีของลมที่พัดพามาจากด้านทิศตะวันออกแฉียงเหนือผลกระทบจะเกิดขึ้นประมาณ 90 % เพราะว่าด้านหน้าของถนนด้านใต้นั้น ค่อนข้างจะชิดกับพื้นที่ก่อสร้าง โดยสรุปผลกระทบด้านคุณภาพด้านอากาศของสายทางพระราม 3 ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมในการก่อสร้างนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 8.5

ตารางที่ 8.5 ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศต่อแหล่งรับผลกระทบบนสองฝั่งถนน

คลองช่องนนทรี

ทิศทางลม/เปอร์เซ็นต์	% ผลกระทบ	สารมลพิษ		
		CO	NO2	TSP
ใต้/31%	5	0.07	0.23	0.01
ตะวันตกเฉียงใต้/14%	12	0.18	0.56	0.05
ตะวันออกเฉียงเหนือ/13%	21	0.32	1.00	0.09

ถนนพระราม 3 ส่วนที่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ทิศทางลม/เปอร์เซ็นต์	% ผลกระทบ	สารมลพิษ		
		CO	NO2	TSP
ใต้/31%	6	0.09	0.28	0.03
ตะวันตกเฉียงใต้/14%	-	-	-	-

ถนนพระราม 3 ส่วนที่อยู่ทางทิศใต้

ทิศทางลม/เปอร์เซ็นต์	% ผลกระทบ	สารมลพิษ		
		CO	NO2	TSP
ใต้/31%	11	0.17	0.52	0.05
ตะวันตกเฉียงใต้/14%	8	0.12	0.37	0.03
ตะวันออกเฉียงเหนือ/13%	10	1.38	0.42	0.03
มาตรฐาน	-	34.20	0.32	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศระหว่างการก่อสร้างซึ่งจะก่อให้เกิดฝุ่นละอองขึ้นจากแหล่งกำเนิดโดยคิดเป็น 100 % แต่การแพร่กระจายออกไปยังสองฝั่งถนนนั่น มือพิจารณาตามทิศทางลมแล้วพบว่า อาคารที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองในปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐาน สำหรับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างจะมีผลกระทบไปยังแหล่งเป้าหมายที่อยู่สองฝั่งถนนน้อยมากจนถือได้ว่าไม่เกิดผลกระทบ ส่วนก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นส่วนมากจะส่งผลกระทบในปริมาณที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน

1.1.6.2 การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในช่วงให้บริการ

กิจกรรมการดำเนินการให้บริการและซ่อมบำรุงของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศนั้น ประเมินได้โดยกระบวนการต่อไปนี้

มลภาวะทางอ เกาศเกิดขึ้นในระหว่างการให้บริการและการซ่อมบำรุงระบบนั้นประเมินได้จาก

- แหล่งกำเนิดมลพิษ การแพร่กระจายของไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เครื่องยนต์ที่อยู่ใต้สถานีและทางวิ่ง
- ระดับของผลกระทบ ระดับของผลกระทบซึ่งประเมินจากจำนวนรถยนต์ในชั่วโมงเร่งด่วนและที่ว่างสำหรับระบายอากาศบนถนน ความเข้มข้นของสารที่ฟุ้งกระจายประเมินจากอัตราการเคลื่อนที่ของอากาศที่ออกจากพื้นที่เปิดโล่ง

$$G = \mu F\sqrt{2g\gamma\Delta P} \qquad (2)$$

เมื่อ G = Flow rate of air, kg./s.

μ = Discharge coefficient

F = Size of opening space, m.^{2}

g = Acceleration due to gravity

γ = Initial density of air, kg./m.^{3}

ΔP = Pressure difference , kg./m.^{2}

ระหว่างการให้บริการของระบบส่วนส่งผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศพบว่า

- คุณภาพอากาศจะดีขึ้นเนื่องจากระบบนี้ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าทำให้ปราศจากไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์
- คุณภาพอากาศซึ่งขึ้นกับความสามารถระบายอากาศซึ่งประกอบด้วยไอเสียจากรถยนต์ที่อยู่ใต้รางวิ่ง และสถานียกระดับของรถไฟฟ้า โดยประเมินจากสมการที่ (2) สถานีของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะกว้าง 13.5 เมตร และยาว 80 เมตร โดยความกว้างทั้งหมดของคลองบนถนนแต่ละสายดังกล่าวจะมีช่องเปิดระบายอากาศ 3,800 ตารางเมตร และ 3,000 ตารางเมตร ตามลำดับ สามารถ ประเมินก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวสถานี = 80 เมตร

จำนวนยานพาหนะ = 20 คัน/ช่องจราจร

จำนวนยานพาหนะสำหรับ 4 ช่องจราจร = 80 คัน

อัตราการแพร่กระจายของ CO จากรถยนต์ที่มีความเร็ว 0 - 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง

= 491.43 กรัม/ชั่วโมง

การกระจายตัวของ CO จากรถยนต์ = 0.0403 กรัม/วินาที/เมตร

การระบายอากาศซึ่งสามารถพัดพาความเข้มข้นของ CO 0.043 กรัม/วินาที/เมตร ภายใต้ $\Delta P = 0.7$ กิโลกรัม/ตารางเมตร ประมาณ 6.20 กิโลกรัม/วินาที จากสมการ (2) ความต้องการพื้นที่ระบายอากาศประมาณ 2.85 ตารางเมตร สำหรับสถานียาว 1 เมตร หรือ 228 ตารางเมตร สำหรับพื้นที่ตลอดความยาว 80 เมตรของสถานี ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ระบายอากาศที่มีอยู่บนพื้นที่ถนนภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ หมายความว่า จะไม่เกิดผลกระทบจากการฟุ้งกระจายของก๊าซจากท่อไอเสียรถยนต์บนถนนขณะที่มีการจราจรติดขัด ในขณะเดียวกันที่บริเวณอู่ซ่อมบำรุงก็จะไม่เกิดผลกระทบด้านคุณภาพอากาศที่เกิดเนื่องจากกิจกรรมการซ่อมบำรุงเนื่องจากเครื่องมือต่างๆ เป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

1.1.7 มาตรการลดผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ

1.1.7.1 มาตรการลดผลกระทบระหว่างการก่อสร้าง

จากการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศระหว่างการก่อสร้าง ระบบสายทางพระราม 3 คาดว่าจะใช้พื้นที่ก่อสร้างในแต่ละช่วงกว้าง 8 เมตร ยาว 100 เมตร ซึ่งพบว่าฝุ่นละออง CO และ NO_2 ที่ฟุ้งกระจายจากพื้นที่ก่อสร้างสู่พื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งได้แก่ บริเวณทางเท้าและอาคารใกล้เคียง มีค่าต่ำกว่ามาตราฐานที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น (ตามตาราง 8.5) จึงไม่มีความจำเป็นในการจัดทำมาตรการลดผลกระทบคุณภาสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากการฟุ้งกระจายของสารพิษแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโครงการดังกล่าวนี้เป็นโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ ซึ่งจะใช้เวลาในการก่อสร้าง 3-4 ปี เพื่อเป็นการส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ข้างเคียงบริเวณการก่อสร้าง จึงขอเสนอแนะมาตรการที่จะควบคุมงานก่อสร้างให้อยู่ในพื้นที่จำกัด ป้องกันการกระจายตัวของฝุ่นละอองและควันพิษด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

- ให้ทำรั้วทึบตลอดสองข้างทางเขตพื้นที่ก่อสร้างสายทาง ให้มีความสูงไม่ต่ำกว่า 2.5 เมตร เพื่อบังคับให้ฝุ่นละอองและควันพิษถูกจำกัดอยู่ภายในพื้นที่ก่อสร้างของสายทาง
- สำหรับอู่ซ่อมบำรุงก็ให้ทำรั้วโดยรองพื้นที่ก่อสร้างเช่นเดียวกัน
- ในระหว่างการก่อสร้างที่เกิดฝุ่นละอองในแต่ละพื้นที่ให้ฉีดพ่นละอองน้ำ เพื่อลดฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจาย
- บรรดาอุปกรณ์ที่เป็นยานพาหนะที่วิ่งเข้า-ออกพื้นที่ก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นรถบรรทุกดิน รถผสมคอนกรีต หรือแม้กระทั่งยานพาหนะใช้งานต้องฉีดน้ำล้างล้อรถ ให้ครบทุกล้อก่อนออกเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากพื้นที่ก่อสร้างเพื่อมิให้พาเศษดินไปปนเปื้อนกับพื้นผิวจราจร เพราะเวลาที่รถคันอื่นวิ่งผ่านผิวจราจรที่มีเศษดินอยู่จะทำให้มีฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้

- บรรดายานพาหนะที่บรรทุกวัสดุก่อสร้าง หิน กรวด ทราย ปูนซีเมนต์ รวมถึงรถบรรทุกดินที่เคลื่อนย้ายดินที่ขุดจากพื้นที่ ต้องมีผ้าใบปกคลุมอย่างมิดชิดและแน่นหนาเพื่อมิให้เศษวัสดุร่วงลงไปสู่พื้นผิวจราจรในระหว่างเดินทาง
- บรรดากองวัสดุที่กล่าวถึงข้างต้น ที่อยู่ในพื้นที่ก่อสร้างต้องอยู่ในพื้นที่จำกัดที่มีรั้วกั้น และมีผ้าใบปกคลุมให้มิดชิด
- ให้มีเจ้าหน้าที่ของผู้รับเหมาและผู้ควบคุมฝ่ายละ 1 คน กำกับดูแลและตรวจสอบให้การดำเนินการตามมาตรการเป็นไปโดยครบถ้วนและถูกต้อง
- ให้จัดทำรายงานการดำเนินการตามมาตรการเป็นประจำทุกวัน

1.1.7.2 มาตรการลดผลกระทบระหว่างการให้บริการ

เนื่องจากการเดินรถไฟฟ้าขนาดเบาใช้ระบบพลังงานไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน ไม่มีการปล่อยไอเสียจากการเผาผลาญของน้ำมันเหมือนเครื่องยนต์สันดาปภายใน เช่น รถโดยสารประจำทาง และรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งนอกจากจะไม่มีการปล่อยสารพิษเข้าสู่บรรยากาศแล้ว ยังเป็นการช่วยลดสารพิษในอากาศในกรณีที่ประชาชนจะหันมาใช้การเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน แทนการใช้รถยนต์และรถโดยสารประจำทางเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะทำให้การเดินทางโดยรถยนต์และรถโดยสารประจำทางลดลง สำหรับสายทางเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กยกระดับ วางรางเหล็กอยู่บนคานรับทางวิ่ง ซึ่งจะไม่มีการปนเปื้อนของดินหรือฝุ่นละอองบนทางวิ่งแต่อย่างใด จึงเป็นอันสรุปได้ว่าจะไม่เกิดผลกระทบใดๆต่อคุณภาพอากาศในระหว่างการให้บริการเดินรถไฟฟ้าขนาดเบาของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำมาตรการลดผลกระทบในส่วนนี้

อย่างไรก็ตาม บนพื้นชานชาลาของสถานีรถอาจจะเกิดการปนเปื้อนของฝุ่นละอองได้บ้าง จากดินที่ติดมาจากพื้นรองเท้าของผู้โดยสาร มาตรการที่ใช้ในการควบคุมมิให้เกิดฝุ่นละอองบนชานชาลาสถานี ได้แก่ การทำความสะอาดพื้นชานชาลาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

การดำเนินงานของอู่จอดซ่อมนั้นอยู่ในพื้นที่จำกัดภายในโรงงานแต่ละประเภทของอู่จอดซ่อม การควบคุมการฟุ้งกระจายของสารพิษในบรรยากาศเป็นการดำเนินงานตามปกติ ภายในแต่ละพื้นที่เฉพาะของอู่จอดซ่อม เช่น พื้นที่ทำความสะอาดตัวรถของอู่จอดซ่อม พื้นที่ซ่อมบำรุงด้วยการเคาะสนิมและพ่นสีตัวรถ เป็นต้น

1.2 เสียง

เสียง คือ พลังงานที่เกิดจากความสั่นสะเทือนของโมเลกุลอากาศ ผ่านอากาศไปสู่อวัยวะรับเสียง คือ หู ในที่ที่ไม่มีอากาศ เสียงจะไม่สามารถผ่านไปได้ ถ้าพูดกันก็จะไม่ได้ยิน ในแง่สุขภาพอนามัย แบ่งเสียงออกเป็น 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เสียงอึกทึก (Noise) หมายถึง เสียงที่คนเราไม่ต้องการ ไม่ปรารถนา หรือเป็นเสียงที่ไม่มีความไพเราะ นุ่มนวล ฟังแล้วกระด้างหู
2. เสียงสบอารมณ์ (Sound) หมายถึง เสียงที่ฟังแล้วทำให้เกิดมีความสบายใจ มีความสุข สามารถปฏิบัติงานได้ดียิ่งขึ้น

ลักษณะของเสียงอึกทึก

- เสียงทุ้มที่เกิดขึ้นนานๆ ติดต่อกัน เช่น เสียงจากเครื่องยนต์ เสียงจากเครื่องทอผ้า
- เสียงแหลมเล็กที่เกิดขึ้นนานๆ เช่น เสียงของเลื่อยวงเดือน
- เสียงที่เกิดจากการกระแทกในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น เสียงที่เกิดจากมีคนทุบ เสียงเคาะถัง เหล็ก เป็นต้น
- เสียงที่เกิดจากการกระแทกที่ดังมากเป็นจังหวะ หรือเป็นครั้งคราว เช่น เสียงเครื่องเจาะถนน
- เสียงที่เกิดดังขึ้นเป็นพักๆ เช่น เสียงของการจราจร เสียงเครื่องบิน

1.2.1 มาตรฐานระดับเสียง

ตารางที่ 8.6 มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป

ระดับเสียง	ค่ามาตรฐาน (เดซิเบล)
ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	70
ระดับเสียงสูงสุด	115

วิธีการตรวจสอบค่าระดับเสียงโดยทั่วไปให้เป็นไปตาม ISO Recommendation R 1996

1.2.2 ผลกระทบของเสียงรบกวน

1.2.2.1 ผลทางด้านสรีระ จะทำให้มีการทำงานผิดปกติของระบบประสาท ทำให้เกิดความอ่อนเพลีย รับประทานอาหารไม่ได้ ขาดสมาธิ

1.2.2.2 ผลต่อการทำงานและการเรียนรู้ เสียงรบกวนมีลักษณะที่แตกต่างกัน รวมทั้งสภาพแวดล้อมของการทำงาน ลักษณะของงาน คนและการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

- ระดับเสียงจะมีผลมากต่องานที่ต้องใช้ความคิด จะทำให้ขาดความถูกต้องแม่นยำ
- ในงานที่อาศัยทักษะ ประสิทธิภาพของการทำงานจะลดลงในระยะแรก
- เสียงสูงที่ขาดช่วง จะมีผลต่อการทำงานมากกว่าเสียงที่ต่อเนื่องกัน
- คนที่มีความเชื่อว่าเสียงมีผลต่อสุขภาพ ขณะที่ทำงานโดยมีเสียงรบกวนอยู่ด้วยจะขาดประสิทธิภาพมากกว่าคนที่ไม่มีความเชื่อเช่นนั้น
- เสียงรบกวนที่หยุดกะทันหัน สร้างความรำคาญได้มากพอๆกับเสียงรบกวนที่เกิดอย่างกะทันหัน เนื่องจากการปรับตัวของร่างกายให้เกิดความเคยชินของเสียงรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับเสียงประมาณ 90 เดซิเบล(เอ) มีผลต่อการทำงานทุกชนิด
- คนที่มีสุขภาพอ่อนแอ จะรับผลของเสียงรบกวนมากกว่าคนที่มีสุขภาพแข็งแรง

1.2.2.3 ผลต่อการสื่อสารที่ใช้เสียง จะถูกสอดแทรกจากเสียงรบกวน การสอดแทรกจะมีขนาดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของการสื่อสาร สภาวะแวดล้อม ระดับเสียง ช่วงความถี่ ก่อให้เกิดความรำคาญได้

1.2.2.4 ผลต่อสุขภาพ ระดับเสียงที่ดัง มีผลต่ออวัยวะรับเสียงในหู ทำให้ความสามารถในการฟังลดลง อีกทั้งยังก่อให้เกิดความรู้สึกรำคาญ เครียด และมีปัญหาสุขภาพทั้งทางกายและจิตใจตามมา

1.2.3 การสำรวจภาคสนาม

1.2.3.1 สถานีเก็บตัวอย่าง

ให้พิจารณาสถานีตรวจวัดซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแนวเส้นทางของโครงการและมีลักษณะเป็นพื้นที่อ่อนไหวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive area) จากข้อกำหนดต่อไปนี้

- บริเวณถนนซึ่งอยู่ใกล้กับแนวเส้นทางของโครงการ
- บริเวณแหล่งชุมชนหนาแน่น
- บริเวณสถานศึกษาที่สำคัญ
- บริเวณโรงพยาบาล
- และบริเวณอื่นๆ ตามความเหมาะสม

1.2.3.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์

ระดับเสียง (Leq-24 ชม.) เก็บตัวอย่างโดยเครื่องมือ Sound Level Meter ซึ่งสามารถอ่านค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Leq 24) ได้

1.2.3.3 จำนวนครั้งที่เก็บ

ควรทำการตรวจวัด อย่างน้อยครั้งละ 5 วัน ติดต่อกันในวันธรรมดาและวันหยุดราชการ

1.2.4 วิธีการวัดและวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตรวจวัดระดับความดังของเสียงจากเครื่องวัดเสียง Integrating Sound Level Meter โดยตั้งเครื่องวัดสูงจากพื้น 1.5 เมตร บริเวณริมถนนตรวจวัดความดังของเสียงต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อเก็บข้อมูลจนครบ 24 ชั่วโมงแล้ว เครื่องจะทำการคำนวณ Leq (24 ชั่วโมง) โดยอัตโนมัติ

1.2.5 ผลที่ได้จากการสำรวจ

จากรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2537 โดยกรมควบคุมมลพิษ พบว่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยทั่วไปของกรุงเทพมหานครอยู่ในช่วง 71-84 เดซิเบล(เอ) ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานระดับเสียงขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US. EPA) และระดับเสียงบริเวณพื้นที่ศึกษาของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ซึ่งได้เคยมีการศึกษาไว้ก่อนแล้วจากโครงการพัฒนาแผนแม่บทระบบขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลชนขนาดรองของสจร. พบว่าระดับเสียงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้าเท่ากับ 75.1 เดซิเบล และ 75.9 เดซิเบล ในช่วงบ่าย

สำหรับระดับเสียงจากการตรวจวัดเพื่อการศึกษาโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ผลการตรวจวัดพบว่า บริเวณแยกพระราม 3 - เจริญกรุง เป็นบริเวณที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่ำที่สุดในจำนวน 4 สถานีที่ทำการตรวจวัด คือ 70.4 เดซิเบล และที่มีเสียงดังที่สุดคือ บริเวณหน้าวัดช่องนนทรีวัดได้ 80.5 เดซิเบล ซึ่งหมายความว่าสถานภาพปัจจุบันของเสียงก็อยู่ในสภาวะวิกฤติเนื่องจากระดับเสียงดังเกินกว่ามาตรฐาน (70 เดซิเบล) รายละเอียดการตรวจวัดระดับเสียงแสดงได้ในตารางที่ 8.7

ตารางที่ 8.7 ข้อมูลคุณภาพเสียงตามแนวสายทางพระราม 3

จุดตรวจวัด	ระดับเสียง (Leq 24 ชม./เดซิเบล)	ระดับเสียงเฉลี่ย (Laq/ เดซิเบล)
แยกสาธร/นราธิวาส	81.4	77.2
วัดช่องนนทรี	83.7	80.5
ใต้สะพานพระราม 9	81	76.6
แยกพระราม 3/เจริญกรุง	78.5	70.4
มาตรฐาน	-	70.0

1.2.6 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1.2.6.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงระหว่างการก่อสร้าง

กิจกรรมในการก่อสร้างทางวิ่งของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 และอู่ซ่อมบำรุง จะก่อให้เกิดผลกระทบด้านเสียง ดังนี้

- แหล่งกำเนิดเสียง ระหว่างการก่อสร้างทางวิ่งและอู่ซ่อมบำรุงจะก่อให้เกิดเสียงดังขึ้นจาก กิจกรรมการก่อสร้างซึ่งจะก่อให้เกิดเสียงดังในระดับต่างๆที่แสดงในตารางที่ 3.6
- การแพร่กระจายของเสียง การแพร่กระจายของเสียงจากแหล่งกำเนิดไปยังพื้นที่โดยรอบนั้นคำนวณจาก

$$L_{p2} = L_{p1} - 20\log\frac{R_2}{R_1} \qquad (3)$$

เมื่อ L_{p1} = ระดับเสียงที่ระยะ R_1 จากแหล่งกำเหนิด

เมื่อ L_{p2} = ระดับเสียงที่ระยะ R_2 จากแหล่งกำเหนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.8 ระดับเสียงในพื้นที่ก่อสร้างที่เกิดจากเครื่องมือชนิดต่างๆ

เครื่องมือ	ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิด (เดซิเบล)
Pnumatic hammer	120
Pile driver	114
Excavator	113
Dump truck	110
Steel impact	118
Crane	116
Power generator	108
Concrete mixer	106
Air compressor	108
Etc.	

จากสมการ (3) ลักษณะการแพร่กระจายของเสียงจากจุดกำเนิดคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

พบว่าตามแนวคลองช่องนนทรี ระดับเสียงทางฝั่งตะวันตกของถนนซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 22.5 เมตรจะอยู่ที่ 72.95 % ขณะที่ฝั่งตะวันออกของถนนซึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 52.5 เมตร จะได้ยินระดับเสียง 65.66 % แต่เส้นทางตามแนวถนนพระราม 3 จะอยู่ชิดด้านหน้าทางทิศใต้ ระดับเสียงที่ด้านหน้าทางทิศใต้จะดังเกือบเท่ากับแหล่งกำเนิด ในทางตรงข้ามด้านหน้าของถนนทางด้านทิศเหนือที่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงประมาณ 45 เมตร จะเกิดผลกระทบประมาณ 66.9 %

ระดับเสียงจากกิจกรรมการก่อสร้างและเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 8.8 ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านเสียงไปยังแหล่งที่รับผลกระทบตามแนวสายทางพระราม 3

จากตาราง 8.8 ซึ่งแสดงให้เห็นระดับเสียงที่สูงที่สุดซึ่งจะเกิดจากเครื่องปั๊มลม (Pnumatic hammer) เป็น 120 เดซิเบล ซึ่งค่านี้จะนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบที่แสดงไว้ในตารางที่ 8.9

ตารางที่ 8.9 ผลกระทบจากระดับเสียงต่อแหล่งรองรับเสียงสองข้างทางโดยแหล่งกำเนิดเสียงดังสูงสุด 120 เดซิเบล

ถนน	ที่ตั้งแหล่งรองรับเสียง	% เสียง	ระดับเสียง (เดซิเบล)
คลองช่องนนทรี	ด้านตะวันตก	72.95	87.54
(รูปที่ 8.5)	ด้านตะวันออก	65.66	78.79
ถนนพระราม 3	ด้านใต้	65.70.	78.80
(รูปที่ 8.6)	ด้านเหนือ	66.90	80.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.5 ถนนพระราม 3

รูปที่ 8.6 ถนนคลองช่องนนทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินระดับเสียงที่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างของโครงการ พบว่าระดับเสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดและส่งผลกระทบไปยังพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะบริเวณฝั่งถนนทั้งสองด้านมีค่าระหว่าง 78.79-87.54 เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในชุมชนไม่เกิน 70 เดซิเบล

1.2.6.2 การประเมินผลกระทบระดับเสียงระหว่างการให้บริการของระบบ

การประเมินผลกระทบของระดับเสียงจากระบบที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประเมินจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ

- เสียงจากขบวนรถขณะที่วิ่งไปบนราง
- เสียงจากกิจกรรมการอู่ซ่อมบำรุงและการดำเนินงานในอู่ซ่อม

เสียงจากขบวนรถประเมินจากคู่มือแนวทางการบริหารระบบขนส่งมวลชนแห่งชาติสหรัฐอเมริกา

$$Leq = SEL_{ref} + 20\log\frac{S}{14} + 10\log(V) - 35.6 \qquad (4)$$

เมื่อ

Leq = one-hour equivalent noise level in dBA

SEL_{ref} = reference noise level

S = train speed , mph

V = number of trains / hour

จากการตรวจวัดของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาใน Dallas Texas ค่าของ SEL_{ref} บนรางวิ่งตรงมีค่าประมาณ 87.3 เดซิเบล(เอ) รางวิ่งที่เป็นทางโค้งมีค่าประมาณ 100 เดซิเบล(เอ) สมการ (3) ใช้สำหรับประเมินผลกระทบต่อพื้นที่รอบๆ ระดับเสียงซึ่งจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบจากกิจกรรมในอู่ซ่อมบำรุงนั้น ก็ใช้สมการ (3) เช่นเดียวกัน โดยให้เสียงจากแหล่งกำเนิดเป็น 100 %

การประเมินผลกระทบระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากการให้บริการของระบบ พิจารณาจาก

- ระดับเสียงที่เกิดจากขบวนรถวิ่งทางตรงประเมินโดยใช้สมการ (3) โดยให้ความเร็วขบวนรถประมาณ S = 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งมีรถอยู่ 2 คัน ใน 1 ขบวน (ระยะทางปล่อยรถห่างกันขบวนละ 3 นาที) พบว่าระดับเสียงที่เกิดขึ้น Leq = 65.86 เดซิเบล/ชั่วโมง
- สำหรับระดับเสียงของขบวนรถบนรถรางวิ่งทางโค้งจะมี Leq = 78.56 เดซิเบล/ชั่วโมง

ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อแหล่งรองรับระดับเสียงบนสองฝั่งถนนมีดังแสดงในตาราง 8.10

ตาราง 8.10 แสดงให้เห็นว่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นทั้งทางวิ่งตรงและทางวิ่งโค้งนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 44.08 - 67.59 เดซิเบล ซึ่งต่ำกว่า 70 เดซิเบล ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับระดับเสียงในชุมชน ดังนั้นผลกระทบด้านเสียงที่เกิดจากการให้บริการของระบบจึงไม่มีผลกระทบที่สำคัญแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.10 ผลกระทบของเสียงที่จะเกิดขึ้นจากขบวนรถไปยังสองฝั่งของถนน

ถนน	ระดับเสียง (เดซิเบล/ชั่วโมง)	
	รางวิ่งทางตรง	รางวิ่งทางโค้ง
คลองช่องนนทรี		
ด้านตะวันตก	48.04	57.30
ด้านตะวันออก	45.94	54.86
ถนนพระราม 3		
ด้านใต้	56.9	67.59
ด้านเหนือ	44.08	52.58

1.3 ความสั่นสะเทือน

ความสั่นสะเทือน ที่เกิดขึ้น เป็นผลจากแรงปฏิกิริยาระหว่างล้อและรางใน 2 กรณี คือ

- เกิดจากการถ่ายแรงที่ไม่สมดุลที่เกิดภายในรถสู่ราง
- เกิดจากแรงปฏิกิริยาระหว่างล้อและราง ขณะที่รถวิ่งไปตามราง

พฤติกรรมของการเกิดคลื่นสั่นสะเทือนและจะเป็นแบบ Dynamic ซึ่งประกอบไปด้วยคลื่นดังนี้

1) Body Wave

- Compressive Wave (p-wave) ซึ่งจะมีหน้าคลื่นกระจายออกเป็นทรงกลมและเดินทางด้วยความเร็วสูง คลื่นชนิดนี้จะอ่อนตัวลงตามระยะทางแบบสามมิติที่มันแพร่ขยายออกไป
- Shear Wave หน้าคลื่นจะแพร่ขยายออกไปในลักษณะทรงกลมแต่เดินทางด้วยความเร็วต่ำ

2) Rayleigh Wave (r-wave) ที่ผิวหน้าคลื่นจะมีส่วนประกอบที่เป็นทั้งแนวตั้งและแนวนอน เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่จุดใดๆ ของตัวกลาง Compressive Wave (p-wave) จะเดินทางมาถึงก่อน ตามด้วย Shear Wave และสุดท้ายเป็น Rayleigh Wave (r-wave)

Smith ได้ทำการศึกษา การเคลื่อนที่ของเม็ดดิน เนื่องจากการรบกวน โดยได้สร้างความสัมพันธ์ ดังนี้

$$V_{(speak)1} * \sqrt{X_1} = V_{(speak)2} * \sqrt{X_2} \qquad (5)$$

โดย $V_{(speak)}$ คือ ค่าระดับความสั่นสะเทือนที่วัดจริง

$V_{(speak)2}$ คือ ค่าระดับความสั่นสะเทือนที่ต้องการทราบค่า

X_1 คือ ระยะที่ทำการวัดระดับการสั่นสะเทือน

X_2 คือ ระยะที่ต้องการทราบระดับการสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1 ค่ามาตรฐานความสั่นสะเทือน

ตารางที่ 8.11 แสดงค่ามาตรฐานระดับการสั่นสะเทือนของ WHIFFIN and LEONARD, 1971

V(peak) mm./s.	ผลกระทบต่อมนุษย์	ผลกระทบต่ออาคาร
0.00-0.15	-ไม่มีความรู้สึกใด ๆ	- แรงสั่นสะเทือนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆ
0.15-0.23	-เริ่มที่จะมีความรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน	-แรงสั่นสะเทือนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆ
0.23-2.00	-ความรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน	-ซากบ้านพังหรือสถานที่เก่าแก่โบราณจะเกิดความเสียหายได้
2.00-2.50	-แรงสั่นสะเทือนอย่างต่อเนื่องที่ความเร็วนี้จะรบกวนมนุษย์ได้	-ไม่ทำอันตรายต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมทั่วไป
2.50-5.00	-แรงสั่นสะเทือนจะรบกวนมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในอาคารได้	-มีความเสี่ยงต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม
10.0-15.0	-ก่อความรู้สึกที่ไม่สบายต่อคนที่อาศัยอยู่ภายในบ้าน และเป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้สำหรับผู้ที่สัญจรบนสะพาน	-ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมและเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างหลักเล็กน้อย

1.3.2 ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือน

1.3.2.1 ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole Body Vibration : WBV) ผู้ที่ได้รับหรือสัมผัสกับความสั่นสะเทือนมีผลทำให้เกิดความผิดปกติในระบบการทำงานของร่างกายได้หลายระบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความถี่ ความเข้มข้น ทิศทางของความสั่นสะเทือนที่เข้าสู่ร่างกาย ตลอดจนปรากฏการณ์ "เรโซแนนส์ เอฟเฟกท์" (Resonance Eeffect) ของความสั่นสะเทือนที่มีต่อร่างกาย

จากการศึกษาด้านระบาดวิทยาของ NIOSH (National Institue for Occupational Safety and Health) พบว่า การสัมผัสความสั่นสะเทือนทั้งตัวเป็นเวลานานความสัมพันธ์ต่อความผิดปกติต่อร่างกาย ได้แก่

1) การผิดรูปของกระดูก
2) ความผิดปกติในการทำงานของระบบทางเดินอาหาร
3) การอักเสบของต่อมลูกหมาก
4) ความผิดปกติของความเร็วนำคลื่นประสาท
5) ความผิดปกติของการมองเห็น เนื่องจากการเรโซแนนซ์ของลูกนัยน์ตา เมื่อสัมผัสความสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ระหว่าง 60-90 Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสัมผัสความสั่นสะเทือนทั้งตัวอาจทำให้เกิดความผิดปกติแตกต่างกัน ดังนี้

1) อาการเมาคลื่น (Motion Sickness) เป็นความผิดปกติของระบบควบคุมการทรงตัวของร่างกายทำให้ผู้ป่วยมีอาการมึนงง คลื่นไส้ อาเจียน และเบื่ออาหาร มักพบที่ช่วงความถี่ต่ำกว่า 1 Hz และความสั่นสะเทือนในทิศทางแนวดิ่งจะกระตุ้นให้เกิดอาการได้ง่ายกว่าแนวนอน

2) ความผิดปกติชั่วคราวของสายตา เกิดจากการรบกวนการทำงานของกล้ามเนื้อตา ตาพร่า มองภาพไม่ชัด

3) ความผิดปกติของระบบหมุนเวียนโลหิต มีผลทำให้ความดันโลหิตและชีพจรสูงขึ้น เลือดไปเลี้ยงสมองลดลง เกิดอาการมึนงง

4) ความผิดปกติของระบบหายใจ ทำให้เกิดอาการไฮเปอร์เวนทิเลชัน ซินโดรม ซึ่งเป็นอาการที่ผู้ป่วยมีการหายใจเร็วขึ้น ชาปลายมือ ปลายเท้า และอาการตาพร่า

5) ความผิดปกติของกระดูกและกล้ามเนื้อ ที่ความถี่สูงมากกว่า 10 Hz. กล้ามเนื้อและกระดูกสันหลังจะมีความเครียดสูง มีผลทำให้เกิดอาการบาดเจ็บหรือพิการได้

6) เรโซแนนซ์ เอฟเฟกท์ (Resonance Effect) ถ้าความสั่นสะเทือนที่ได้รับมีค่าความถี่ตรงกับความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) ของอวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง จะมีผลทำให้เกิดการบวมช้ำและฉีกขาดที่อวัยวะนั้น

7) ไวเบรชัน ซิกเนส (Vibration Sickness) เป็นกลุ่มอาการผิดปกติของร่างกายหลายระบบ คือเกิดแผลในกระเพาะอาหาร การขับถ่ายผิดปกติ ตาพร่ามัว สูญเสียการทรงตัวร่วมกับอาการปวดกล้ามเนื้อ

- ความสั่นสะเทือนทั้งตัว (Whole Body Vibrtion) นี้ อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพจิตและประสิทธิภาพการทำงาน หากได้รับความสั่นสะเทือนเพียงเล็กน้อย อาจรู้สึกรำคาญ และเมื่อเพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของคนงาน โดยอาจจะทำให้เกิดความรู้สึกเมื่อยล้า เบื่อหน่าย และรบกวนสมาธิในการทำงาน

สำหรับองค์การมาตรฐานนานาชาติ (ISO) ได้กำหนดเป็นข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับความสั่นสะเทือนที่คนงานได้รับ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่างคือ ความแรงของความสั่นสะเทือน ความถี่ของการสั่นสะเทือน ทิศทางของการสั่นสะเทือน และระยะเวลาที่ได้รับ โดยแบ่งระดับค่าความเร่งจากการสั่นสะเทือน ออกเป็น 3 ระดับคือ

1) ค่าความเร่งสูงสุดที่ปลอดภัยในการได้รับความสั่นสะเทือน

2) ค่าความเร่งที่มีผลต่อความรู้สึกสบายของคนที่ได้รับความสั่นสะเทือน

3) ค่าความเร่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

- ความสั่นสะเทือนเฉพาะส่วนของร่างกาย อันตรายที่ได้รับ จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนิ้วมือ และมือที่ต้องรับและถือเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน เช่น เครื่องมือลม (Pneumatic Tool) เลื่อยไฟฟ้า เครื่องเจาะ เครื่องเจียร และเครื่องขัดผิว ในการใช้เครื่องมือนี้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดอาการผิดปกติของระบบหลอดเลือด ระบบประสาท และระบบกระดูกข้อต่อและกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อันตรายจากการใช้เครื่องมือที่กำเนิดความสั่นสะเทือนความถี่ต่ำ (20-40 Hz) ได้แก่ การใช้เครื่องมือบางประเภท มีผลทำให้เกิดอาการเสื่อมของกระดูกข้อต่อบริเวณข้อศอกและหัวไหล่ และอาจทำให้เกิดการฉีกขาดของอวัยวะภายในช่องท้อง (Abdominal Injury) ได้ หากเครื่องมือที่ใช้กำหนดความสั่นสะเทือนความถี่ต่ำในช่วงเดียวกับ Natural Frequency ของช่องท้อง

2. อันตรายจากการใช้เครื่องมือที่กำเนิดความสั่นสะเทือนความถี่สูง (40-300 Hz.) ผู้ที่มีโอกาสได้รับได้แก่ ผู้ที่ทำงานก่อสร้าง งานตัดไส งานโลหะ ซึ่งใช้เครื่องมือ อาทิ เครื่องเจาะคอนกรีต เครื่องอัดหิน เครื่องย้ำหมุด เครื่องขัดแต่งโลหะ เป็นต้น มีผลทำให้เกิดความผิดปกติรวมหลายระบบ ได้แก่

(1) โรคนิ้วซีดจากความสั่นสะเทือน (Vibration White Finger) หรือ Dead man's hand ในปัจจุบันนิยมเรียกว่า Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS) เริ่มเป็นที่รู้จักในปี ค.ศ.1890-1900 ที่อเมริกาเหนือ จากการศึกษาของ Hamilton, Rothstein, Edsall และCottingham พบว่าในกลุ่มคนงานทำกระเบื้องหินไลม์สโตน ที่เมืองเบดฟอร์ด รัฐอินเดียน่า มีผู้ป่วยด้วยโรคนี้

ปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติเชื่อว่ามีสาเหตุจาก (1) การทำงานสัมผัสความสั่นสะเทือนเป็นเวลานาน (2) การจับเครื่องมือแน่นเกินไป (3) การงอนิ้วอย่างต่อเนื่อง (4) การใช้ม้อนลม (5) การทำงานในอากาศเย็น

HAVS เป็นกลุ่มอาการที่ประกอบด้วยความผิดปกติอันได้แก่

- ความผิดปกติของระบบไหลเวียนโลหิต มีผลทำให้เกิดอาการนิ้วซีด
- ความผิดปกติของประสาทรับความรู้สึกและประสาทควบคุมกล้ามเนื้อ คือมีอาการชา การควบคุมการใช้นิ้วมือ ไม่สามารถแยกจุดสัมผัส
- ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก คือ มีถุงน้ำยื่นออกมาจากข้อต่อ (Bone Cyst Formation) ข้อต่ออักเสบ (Osteoarthritis) กำมือไม่แน่น

อาการแสดงของโรค พบว่าในระยะแรกผู้ป่วยจะมีลักษณะชาและคันคล้ายเป็นเหน็บ ที่บริเวณนิ้วมืออยู่ ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการนิ้วซีดเป็นระยะๆ ในช่วงที่สัมผัสกับความเย็น โดยอาการนิ้วซีดจะเริ่มบริเวณปลายนิ้วก่อนแล้วจึงลามลงมาที่บริเวณโคนนิ้ว ซึ่งในรายที่รุนแรงจะพบที่นิ้วหัวแม่มือด้วย อาการนิ้วซีดดังกล่าวจะเป็นอยู่นานหลายนาทีถึงชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค แล้วจึงตามมาด้วยอาการแดงร้อนและเจ็บที่บริเวณดังกล่าว อาการเหล่านี้จะปรากฏถี่ขึ้นเรื่อยๆ ตามความรุนแรง โดยในช่วงแรกจะมีอาการเฉพาะในฤดูหนาวและเมื่ออาการรุนแรงมากผู้ป่วยจะมีอาการแม้ในช่วงฤดูร้อน

(2) คาร์ปาล ทันเนล ซินโดรม (Carpal Tunnul Syndrome) เป็นโรคที่เกิดจากการกดเส้นประสาทมีเดียนบริเวณข้อมือ ทำให้มีอาการปวดชาที่ปลายมือในส่วนที่เลี้ยงด้วยปลายประสาทดังกล่าว โดยทั่วไปโรคนี้มีสาเหตุจากการทำงานที่มีการงอและกระตุกข้อมือซ้ำกันเป็นเวลานานเท่านั้น แต่จากการทดลองในสัตว์พบว่าความสั่นสะเทือนทำให้เกิดอาการบวมของเส้นประสาท ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการกดทับประสาทมีเดียนที่ร่องข้อมือ

(3) Dupuytren'sDisease เป็นโรคที่มีอาการหงิกงอของนิ้วมือเนื่องจากการหดรั้งของเส้นเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) โรคประสาทหูเสื่อม จากหนังสือ Hand-Arm Vibration (เอกสารอ้างอิงที่ 30) ได้กล่าวถึงการศึกษาของ Pyykko ในปี ค.ศ.1981 พบว่ากลุ่มคนงานตัดไม้ที่ใช้เลื่อยยนต์มีอุบัติการณ์ของโรคประสาทหูเสื่อม โดยอธิบายว่าความสั่นสะเทือนที่สัมผัสทำให้เกิดการหดตัวของเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหูส่วน Cochlea

1.3.2.2 ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนต่อสิ่งปลูกสร้าง

การกำหนดว่าความสั่นสะเทือนที่ระดับใดจะทำความเสียหายแก่สิ่งปลูกสร้างนั้น มีองค์ประกอบหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณา อาทิ เช่น ขนาด ชนิด และอายุของสิ่งปลูกสร้าง คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ก่อสร้าง ในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจราจรของรถยนต์มีไม่มากพอ จึงจำเป็นต้องอาศัยข้องมูลของความสั่นสะเทือนจากแหล่งอื่นมาตั้งข้อกำหนดขึ้น (Brenner 1976, Janeway 1978) สามารถสรุปว่าความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างมีส่วนสัมพันธ์กับความเร็วอนุภาคสูงสุดในดินโดยตรง ทั้งนี้มิได้หมายความว่าความเร็วอนุภาคสูงสุดอย่างเดียวเท่านั้นที่เป็นสาเหตุของความเสียหาย แต่รูปร่างของคลื่นและระยะเวลาก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเช่นกัน

German DIN 4150 ได้กำหนดระดับความปลอดภัยของโครงสร้าง โดยแบ่งตามชนิดและสภาพของโครงสร้าง โดยได้พิจารณาถึงผลของความสั่นสะเทือน เนื่องจากการจราจรของรถบรรทุกหนัก ดังนี้

ความเร็วอนุภาคสูงสุด	ผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้าง
2 mm./s. (0.079 IPS)	ไม่เป็นอันตรายแม้แต่ต่อสิ่งปลูกสร้างที่เก่าแก่ (ancient building)
5 mm./s. (0.197 IPS)	เป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดความเสียหายทางสถาปัตยกรรม
10 mm./s. (0.394 IPS)	ยอมให้ได้สำหรับบ้านพักอาศัยที่อยู่ในสภาพดี
20 - 40 mm. /s. (0.787-1.575 IPS)	ยอมให้เกิดขึ้นได้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

1.3.3 การสำรวจภาคสนาม

1.3.3.1 สถานีเก็บตัวอย่าง ให้พิจารณาสถานีตรวจวัดซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแนวเส้นทางของโครงการและมีลักษณะเป็นพื้นที่อ่อนไหวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive area) จากข้อกำหนดต่อไปนี้

- บริเวณจุดตัดถนนคู่ขนานกับถนนซอยปัจจุบัน
- บริเวณถนนซึ่งอยู่ใกล้กับแนวเส้นทางของโครงการ
- บริเวณแหล่งชุมชนหนาแน่น
- บริเวณสถานศึกษาที่สำคัญ
- บริเวณโรงพยาบาล
- บริเวณอื่นๆ ตามความเหมาะสม

1.3.3.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์ Peak particle velocity (mm./s.) และความถี่ของการสั่นสะเทือน วัดโดย Velocity transducer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3.3 จำนวนครั้งที่เก็บ ควรทำการตรวจวัด อย่างน้อยครั้งละ 5 วัน ติดต่อกันในวันธรรมดาและวันหยุดราชการ

1.3.4 วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์

เครื่องวัดความสั่นสะเทือนประกอบด้วย Velocity Transducer 3 ตัว ติดตั้งในแกน 3 แกนซึ่งตั้งฉากกัน คือ แนวตั้ง (Vertical) แนวนอนขนาน (Longitudinal) และแนวนอนตั้งฉาก (Transverse) ในแต่ละแกนจะประกอบด้วย ขดลวดและแม่เหล็ก เมื่อเกิดความสั่นสะเทือนจะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กเกิดสัญญาณไฟฟ้ามีสัดส่วนกับระดับความสั่นสะเทือน ซึ่งจะถูกบันทึกโดยเครื่อง Analyzer อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง โดยข้อมูลที่ถูกบันทึกจะถูกจัดเก็บในรูปของ Peak Particle Velocity (mm./sec)

1.3.5 ผลการศึกษา

ระดับความสั่นสะเทือนในกรุงเทพมหานครจากโครงการศึกษาแผนแม่บทเพื่อนำระบบขนส่งมวลชนไปสู่การปฏิบัติอยู่ในช่วง 0.33–0.59 มิลลิเมตร/วินาที ในการศึกษาของโครงการพัฒนาแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนขนาดรองพบว่าบริเวณสายทางพระราม 3 มีระดับความสั่นสะเทือน 0.91 มิลลิเมตร/วินาทีในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า และสำหรับการศึกษาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ของกรุงเทพมหานครนี้ได้มีการตรวจวัดเพิ่มเติมใน 4 จุดบริเวณที่เป็นจุดยุทธศาสตร์ พบว่าระดับความสั่นสะเทือนบริเวณสายทางพระราม 3 นี้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.133–3.400 มิลลิเมตร/วินาที รายละเอียดผลการตรวจวัดแสดงไว้ในตารางที่ 8.12

ตารางที่ 8.12 ความสั่นสะเทือนบริเวณสายทางพระราม 3

จุดตรวจวัด	ความเร็วสูงสุด			
	Transducer A		Transducer B	
	ความเร็ว (มม./วินาที)	ความถี่ (Hz.)	ความเร็ว (มม./วินาที)	ความถี่ (Hz.)
แยกสาธร/นราธิวาสฯ	2.997	07	1.789	08
วัดช่องนนทรี	1.163	05	3.400	06
ใต้สะพานพระราม 9	NA	NA	1.133	08
แยกพระราม 3/เจริญกรุง	2.550	07	2.222	05
มาตรฐาน	2.8 มม./วินาที			

จากตารางที่ 8.12 พบว่าระดับความสั่นสะเทือนที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 1.133–3.400 มม./วินาที ในปัจจุบันและมีค่าสูงเกินมาตรฐานบางจุด ซึ่งมาตรฐาน DIN กำหนดว่าระดับความสั่นสะเทือนที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์คือ 2.8 มม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1.3.6.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างการก่อสร้าง

การประเมินผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการก่อสร้างโครงการพิจารณาจาก

- แหล่งกำเนิดความสั่นสะเทือน ระหว่างการก่อสร้างทางวิ่ง สถานี และอู่ซ่อมบำรุงกิจกรรมก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนแสดงในตาราง 8.13

ตารางที่ 8.13 ระดับความสั่นสะเทือนจากการก่อสร้าง

ชนิดของพื้น	ชนิดอาคาร	แหล่งกำเนิด	ความเร็วสูงสุด (มม./วินาที)	ความถี่ (Hz.)
คอนกรีต	Modern terraced house	ตอกเสาเข็ม 3 ตัน	0.55	20
	Pre-1920 terraced house	ตอกเสาเข็ม 8 ตัน	0.32	19
	Pre-1920 terraced house	เครื่องยนต์ดีเซล	0.55	24
	Pre-1940 Detached bungalow	ตอกเสาเข็ม 8 ตัน	0.53	19
	Single-storey office	ตอกเสาเข็ม 8 ตัน	0.92	13
	annex			
ไม้	Pre-1900 terraced house	ตอกเสาเข็ม 8 ตัน	1.76	12
	Pre-1990 terraced house	เครื่องยนต์ดีเซล	1.55	12
	Public Library	เครื่องยนต์ดีเซล	1.74	12

- การแพร่กระจายความสั่นสะเทือน ดินในกรุงเทพมหานครเป็นตัวพาความสั่นสะเทือนจากแหล่งกำเนิดที่บริเวณพื้นที่ก่อสร้างกระจายออกไปตามพื้นดิน ลักษณะของความสั่นสะเทือนซึ่งมีการศึกษาไว้จากโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในกรุงเทพมหานครซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (สายสีเขียวหรือBTS) เปอร์เซ็นต์ความสั่นสะเทือนจากแหล่งกำเนิดซึ่งเกิดจากการตอกเสาเข็ม

ความสั่นสะเทือนระหว่างการก่อสร้างทางวิ่งและสถานี จะส่งผ่านไปตามพื้นดินที่มีลักษณะอ่อนนุ่มจากแหล่งกำเนิดไปยังที่ตั้งของแหล่งรองรับความสั่นสะเทือนซึ่งอยู่เกือบจะตลอดทั้งสายทางของถนน วิธีการประเมินระดับความสั่นสะเทือนสูงสุดบนแหล่งรองรับที่อยู่ริมถนน โดยใช้พื้นฐานในการแพร่กระจายไปตามระยะทางที่ห่างจากจุดกำเนิด และระดับความสั่นสะเทือนที่ไปสู่แหล่งรองรับบริเวณสองข้างถนนได้สรุปไว้ในตาราง 8.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.14 ความสั่นสะเทือนที่แหล่งรองรับตามแนวสายทาง

ถนน	ที่ตั้งจุดรองรับ	% ความสั่นสะเทือน	ความสั่นสะเทือน (mm./s.)
คลองช่องนนทรี	ด้านตะวันตก	35	0.154
	ด้านตะวันออก	2	0.008
ถนนพระราม 3	ด้านใต้	60	0.264
	ด้านเหนือ	40	0.176

จากตารางการประเมินผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนพบว่า ระดับความสั่นสะเทือนจากจุดกำเนิดไปยังเป้าหมายที่อยู่สองฝั่งถนนนั้น ค่าความสั่นสะเทือนอยู่ระหว่าง 0.008–0.264 มม./วินาที ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดว่าจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ที่ 2.8 มม./วินาที ดังนั้นจึงไม่ถือว่ามีผลกระทบที่สำคัญจากความสั่นสะเทือนที่จะเกิดจากกิจกรรมการก่อสร้างโครงการ

1.3.6.2 การประเมินผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนระหว่างการให้บริการของระบบ

การประเมินผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในช่วงการให้บริการของระบบพิจารณาจากการวิ่งของขบวนไฟฟ้าขนาดเบาซึ่งวิ่งไปบนรางวิ่งทางตรงและทางโค้ง รายละเอียดการพิจารณามีดังนี้

ความสั่นสะเทือนที่เกิดจากขบวนรถวิ่งคิดเป็นหน่วย VdB

1 VdB $= 1 \times 10^{-6}$ นิ้ว/วินาที

$= 25.4 \times 10^{-6}$ มม./วินาที

ระดับความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากรถไฟฟ้าขนาดเบา (Dallas Texas Mc Kinney Avenue Transit Authority) $= 84$ VdB ที่ระยะ 10 ฟุต (≈ 3 m.) จากจุดกึ่งกลาง

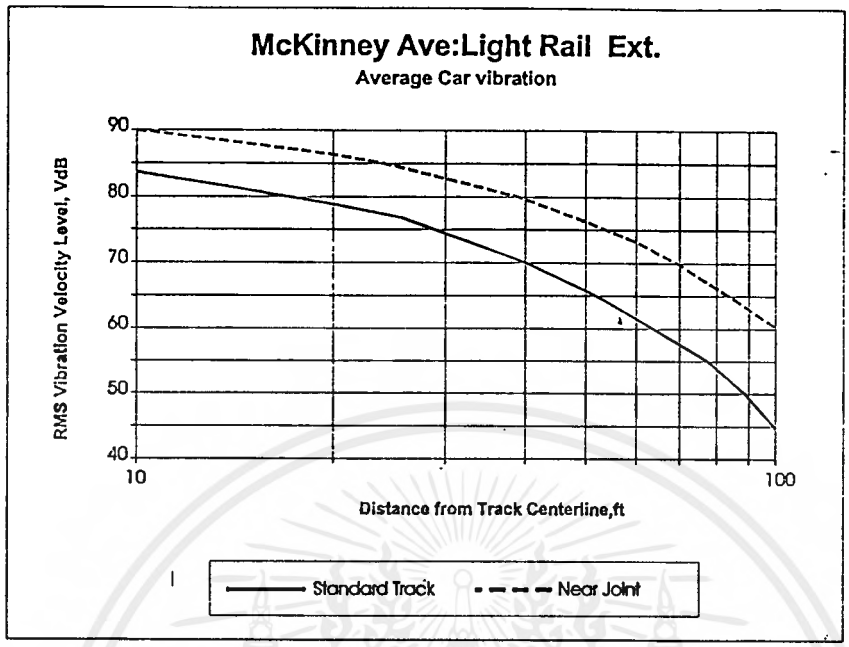
หรือ $= 2113.6 \times 10^{-6}$ มม./วินาที

หรือ $= 2.113 \times 10^{-6}$ มม./วินาที

- ระดับผลกระทบ
- ระดับของผลกระทบจากความสั่นสะเทือนของรถไฟที่ระยะต่างๆ บนรางวิ่งนั้นคาดประมาณจากรูปที่ 8.7
- ความสั่นสะเทือนจากงานการซ่อมแซมและรักษาระบบที่อู่ซ่อมบำรุง

ความสั่นสะเทือนของรถไฟฟ้าขนาดเบาขณะเคลื่อนที่ประมาณ 2.113×10^{-3} มม./วินาที ที่ระยะห่างจากรางวิ่ง 3 เมตร และจากรูปที่ 8.7 แสดงให้เห็นระดับความสั่นสะเทือนจากระยะทางต่างๆ ที่ห่างจากรางวิ่ง พบว่าระดับความสั่นสะเทือนต่อจุดที่รองรับความสั่นสะเทือนบนสองข้างทางของถนนคลองช่องนนทรีและถนนพระราม 3 ระหว่างการให้บริการของระบบมีดังแสดงในตาราง 8.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.7 ระดับความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นบนรางวิ่งตามปกติ

(1) ที่มา : Mckinney Avenue Transit Authority Trolley Extansions Environment Assessment 1997.

ตารางที่ 8.15 ผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนต่อพื้นที่สองฝั่งถนน

ถนน	ความสั่นสะเทือน $(10)^{-3}$ มม./วินาที
คลองช่องนนทรี	
ด้านตะวันตก	1.50
ด้านตะวันออก	1.00
ถนนพระราม 3	
ด้านใต้	1.40
ด้านเหนือ	1.20

จากการประเมินผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนจากการให้บริการของระบบแสดงให้เห็นว่าระดับความสั่นสะเทือนที่จะได้รับจากขบวนรถไฟอยู่ในช่วง 1.20–1.50x10^{-3} มม./วินาที ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ที่ 2.8 มม./วินาที ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 น้ำ

น้ำสกปรก หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์แล้ว เช่น น้ำสกปรกจากที่พักอาศัย จากธุรกิจ จากอุตสาหกรรม อาจรวมถึงน้ำใต้ดินและน้ำที่ได้จากการชะล้างของฝน จึงทำให้น้ำคุณลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมทั้งทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา เนื่องจากจะมีสารอินทรีย์และอนินทรีย์เจือปนเพิ่มขึ้น เมื่อระบายน้ำสกปรกลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำลำคลอง บึง สารเจือปนเหล่านี้ จะทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งธรรมชาตินั้นๆ เสื่อมลงจนถึงระดับที่ทำให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้ที่ใช้น้ำในการอุปโภคและเป็นอันตรายต่อชีวิตในน้ำ ทำให้เสียสมดุลย์ในระบบนิเวศน์วิทยา

ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำจัดสารเจือปนในน้ำสกปรกออกเสียบ้าง ก่อนที่จะระบายน้ำสกปรกเหล่านั้นทิ้งลงสู่แหล่งธรรมชาติ โดยไม่ทำให้แหล่งน้ำนั้นๆ เสื่อมคุณภาพลง

ลักษณะของน้ำสกปรก

น้ำสกปรกจะมีลักษณะขุ่น มีสารแขวนลอย ถ้ายังใหม่อยู่จะมีสีเทา จะมีสารหลายชนิดและปริมาณต่างๆกัน ซึ่งอาจลอยที่ผิวน้ำ เป็นอุจจาระ หรือเศษอาหาร ขยะ กระดาษ ท่อนไม้ หรืออื่นๆ ซึ่งทิ้งเป็นกิจวัตรประจำวันจากการดำรงชีวิตของชุมชน เมื่อเวลานานเข้าสีที่เคยเป็นสีเทา จะเปลี่ยนเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็น และมีสารสีดำลอยที่ผิวหน้าทั่วๆไป ในสภาพเช่นนี้จะเรียกเป็น น้ำสกปรกที่เน่าเสีย

ปริมาณของสารเหล่านี้ทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์จะแสดงปริมาณความสกปรกที่เน่าเสียของน้ำสกปรก ถ้ามีความเข้มข้นของสารอินทรีย์มากก็จะทำให้น้ำสกปรกมาก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าน้ำที่มีความสกปรกสูงคือ น้ำที่มีสารชนิดสารอินทรีย์มาก และน้ำที่ความสกปรกต่ำก็คือ น้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์น้อยนั่นเอง

สารแขวนลอย หมายถึง สารที่สามารถมองเห็นและแขวนลอยอยู่ในน้ำ สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยวิธีการทางฟิสิกส์ หรือทางเครื่องจักรกล เช่น การตกตะกอนหรือการกรอง สารเหล่านี้ได้แกสารชนิดลอยที่ผิวหน้าน้ำ ตะกอนดิน ทราย อุจจาระ กระดาษ ท่อนไม้ เศษอาหารและขยะ ส่วนประกอบจะมีสารอินทรีย์ประมาณร้อยละ 70 และสารอนินทรีย์ ประมาณร้อยละ 30 สารอนินทรีย์จะเป็นพวกตะกอนดินทราย

สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ คือ สารที่มีขนาดและน้ำหนักพอที่จะตกตะกอนได้ในระยะเวลาหนึ่งคือประมาณ 1 ชั่วโมง ปริมาณวัดเป็นมิลลิเมตรของสารต่อ 1 ลิตรของน้ำสกปรก หรือส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก ส่วนประกอบจะเป็นสารอินทรีย์ประมาณร้อยละ 75 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 25

สารแขวนลอยที่ไม่ตกตะกอน คือสารที่ส่วนใหญ่จะไม่ตกตะกอนแม้จะใช้เวลานานหลายๆวัน และมีเพียงส่วนน้อยที่ตกตะกอนได้ในเวลานานกว่าหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นจึงไม่สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยวิธีทางฟิสิกส์หรือใช้เครื่องจักรช่วย ส่วนประกอบจะมีสารอินทรีย์ ประมาณ 2/3 และมีสารอนินทรีย์ประมาณ 1/3 ซึ่งจะเกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว และมีความสำคัญมากในการกำจัดน้ำสกปรก

สารละลาย (dissolved solids) คือสารที่ร้อยละ 90 อยู่ในรูปสารละลายจริงๆ มีอีกประมาณร้อยละ 10 ที่ยังอยู่ในรูปสารแขวนลอยที่ยังไม่ตกตะกอน (colloidal) ส่วนประกอบของสารที่ละลายจะมีอินทรีย์ร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 40 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 60 ในส่วนของสารคอลลอยด์ ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์และสารละลายจะเป็นพวกเกลือแร่

สารทั้งหมด (Total solids) ได้แก่สารทั้งหมดในน้ำสกปรก คือทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ หรือสารที่อยู่ในรูปแขวนลอยและสารละลาย น้ำสกปรกจากที่พักอาศัยจะมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ประมาณครึ่งต่อครึ่ง และอยู่ในรูปละลายประมาณ 2/3 และในรูปแขวนลอยประมาณ 1/3

การระบายน้ำสกปรกรวมกับน้ำฝน หรือการซึมเข้าของน้ำใต้ดินด้วย ทำให้ปริมาณของสารในน้ำสกปรกเปลี่ยนไปมาก และถ้ามีการรวมน้ำสกปรกจากอุตสาหกรรมด้วย จะทำให้ส่วนประกอบเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ปริมาณการไหลและความเข้มข้นจะเปลี่ยนไป ทุกๆชั่วโมงมักจะให้ค่าความเข้มข้น และปริมาณการไหลสูงสุดในเวลากลางวัน และต่ำสุดในเวลากลางคืนในวันหยุด เช่น เสาร์-อาทิตย์ การไหลและความเข้มข้นจะต่ำ ดังนั้นค่าของส่วนประกอบจึงเป็นค่าเฉลี่ย

ส่วนประกอบของน้ำสกปรก

น้ำสกปรกประกอบด้วยน้ำและสาร ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสารละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำ ปริมาณสารแขวนลอยจะมีปริมาณน้อยมาก กล่าวคือมีปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก แต่ก็เป็นส่วนที่สำคัญในการที่ต้องมีระบบบำบัด (sewage treatment system) และการกำจัด (disposal) ที่เพียงพอ น้ำเป็นเพียงส่วนช่วยให้เกิดการพัดพาสารต่างๆเท่านั้น

สารอินทรีย์ (Organic solids) เกิดจาก คน สัตว์และพืช รวมทั้งสิ่งสกปรกที่เป็นผลจากการดำรงชีวิตของคน สัตว์ พืช ซากสัตว์ และรวมถึงสารประกอบอินทรีย์สังเคราะห์ สารต่างๆดังกล่าวมีคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นองค์ประกอบ ซึ่งอาจรวมกับไนโตรเจน ซัลเฟอร์หรือฟอสฟอรัส สามารถจัดเป็นกลุ่มๆ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน รวมทั้งผลที่เกิดจากการย่อยสลาย สารเหล่านี้จะย่อยสลายหรือบูดเน่าได้โดยการทำงานของจุลินทรีย์และเผาไหม้ได้

สารอนินทรีย์ (Inorganic solids) ได้แก่ สารซึ่งไม่สามารถเน่าเปื่อยได้ เป็นสารประกอบแร่ธาตุหรือเกลือ บางครั้งอาจเปลี่ยนเป็นสารอีกชนิดหนึ่งโดยวิธีการทางเคมี เช่น ซัลเฟต เมื่อถูกออกซิเจน (reduction) จะเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ นอกจากแร่ธาตุแล้วยังรวมถึง ทราย กรวด ดินละเอียด (silt) และเกลือแร่ในน้ำประปาซึ่งเป็นต้นเหตุของน้ำกระด้าง และแร่ธาตุเจือปน ปกติแล้วไม่สามารถเผาไหม้ได้

คุณลักษณะทางเคมีของน้ำสกปรกจากอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ พีเอช ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวะเคมี ความต้องการออกซิเจนทางเคมี สารต่างๆ ไนโตรเจน และของเหลวระเหยง่ายเป็นต้น

1. พีเอช (pH) คือ ตัวเลขแสดงค่าลบของลอกการิทึมของความเข้มข้นของ H+ ในสารละลาย

ตัวอย่างเช่น pH ของสารละลายหนึ่งมีค่า = 6.45

แสดงว่ามีความเข้มข้นของ H+ = $10 - 6.45$

= $10 - 7 \times 100.55$

= $10 - 7 \times 3.55$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.00035 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ ส่วนในล้านส่วน

สำหรับน้ำที่อุณหภูมิ 22 เซลเซียส (H+) + (OH-) = 10 – 14

น้ำจะเป็นกลางเมื่อ (H+) + (OH-) = 10 – 7 นั่นคือ pH = 7.0

เป็นกรดเมื่อ (H+) มากกว่า 10 – 7 นั่นคือ pH มีค่าต่ำกว่า 7.0

เป็นด่างเมื่อ (H+) น้อยกว่า 10 – 7 นั่นคือ pH มีค่ามากกว่า 7.0

ถ้าในสารละลายของเกลือของด่างแก่และกรดอ่อน B+ A- ในน้ำจะได้สมการดังนี้

(B+) + A + (H+) + (OH-) HA + (B+) + (OH-)

HA เป็นกรดอ่อนแตกตัวได้บ้างเล็กน้อย จากสมการจะเห็นได้ว่า สารละลายมีค่า (H+) น้อยเมื่อเทียบกับ (OH-) ดังนั้น pH จะมีค่ามากกว่า 7 แสดงว่าเป็นด่าง หรือในทางกลับกันในสารละลายของเกลือของด่างอ่อนและกรดแก่ (B+) (A-) ในน้ำจะได้สมการดังนี้

(B+) + (A-) + (H+) + (OH-) BOH + (A+) + (H+)

BOH เป็นด่างอ่อนแตกตัวได้บ้างเล็กน้อย จากสมการจะเห็นได้ว่าสารละลายมีค่า (H+) มาก เมื่อเทียบกับ (OH-) ดังนั้น pH จะมีค่าน้อยกว่า 7 แสดงว่าเป็นกรด

2. ความเป็นกรด (Acidity) และความเป็นด่าง (Alkalinity)

น้ำสกปรกจากโรงงานอุตสาหกรรมมักมีสารเคมีเจือปน ทำให้น้ำสกปรกมีความเป็นด่าง วิธีกำจัดน้ำสกปรกจำเป็นต้องมีการปรับค่าความเป็นกรดหรือเป็นด่าง ให้อยู่สภาพที่ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ การปรับความเป็นด่างอาจต้องใช้กรด เช่น กรดเกลือ (HCl) หรือกรดกำมะถัน (H_2HO_4) เพื่อความเป็นด่างอาจต้องใช้ด่าง เช่น โซดาไฟ (NaOH) หรือปูนขาว ($Ca(OH)_2$) ลดความเป็นกรดเป็นต้น

3. ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) น้ำสกปรกจะมีก๊าซหลายชนิดละลายปนอยู่ในปริมาณต่างๆ ก๊าซที่สำคัญที่สุดได้แก่ ออกซิเจน ซึ่งจะมีอยู่ในน้ำประปา และอาจได้จากอากาศตรงบริเวณผิวสัมผัสของอากาศกับน้ำสกปรกเมื่อมีการไหล นอกจากออกซิเจนและยังมีคาร์บอนไดออกไซด์จากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ มีไนโตรเจนจากอากาศ มีไฮโดรเจนซัลไฟด์ จากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ก๊าซเหล่านี้แม้จะมีปริมาณน้อย แต่เป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงานเพื่อบำบัดความสกปรกในน้ำ

ออกซิเจนละลายในน้ำสกปรก เป็นสิ่งที่จะบอกว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางชีวะภาพที่เกิดขึ้นนั้น เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่ใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ สิ่งมีชีวิตใช้อากาศจะให้ออกซิเจนอิสระในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์และอนินทรีย์ ได้ผลสุดท้ายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนพวกที่ไม่ใช้อากาศจะเกิดการดิวซ์สารอินทรีย์ ถ้าเป็นสารประกอบที่มีซัลเฟอร์ ผลสุดท้ายที่ได้จะเป็นที่น่ารังเกียจ กล่าวคือ มีกลิ่นเหม็น และมีสีดำ ได้แก่ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น ดังนั้น ควรทำให้เกิดสภาวะที่มีออกซิเจน เพื่อเอื้ออำนวยให้พวกที่ใช้อากาศ เพื่อผลสุดท้ายจะได้ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ

การวัดหาประมาณออกซิเจนในน้ำสกปรก เป็นสิ่งสำคัญในการรักษาสภาพของลำน้ำธรรมชาติ เพื่อเป็นการประกันว่าการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในน้ำจะดำเนินไปได้อย่างปกติสุข และในการบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสกปรกในน้ำโดยใช้อากาศขึ้นอยู่กับค่าของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อรักษาระดับออกซิเจนของเครื่องมือให้เหมาะสม

4. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand, COD)

ความต้องการออกซิเจนทางชีวะเคมีหรือบีโอดี ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน การทดสอบค่าบีโอดีทำให้ทราบถึงความรุนแรงของสิ่งสกปรกในน้ำจากที่สกปรกต่างๆ ในรูปของปริมาณออกซิเจนที่สิ่งสกปรกต้องการใช้ เมื่อปล่อยลงสู่ลำน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ การทดสอบบีโอดีเป็นการทดสอบที่เป็นตัวชี้ถึงความสามารถในการฟื้นตัว (self-purification) ของลำน้ำนั้นๆ ดังนั้นในการกำหนดมาตรฐานของสิ่งสกปรกจึงใช้ค่าบีโอดีนอกจากนี้แล้วบีโอดีของน้ำสกปรกมีความสำคัญ ในการออกแบบเครื่องมือในการบำบัดน้ำสกปรกเพื่อตัดสินใจในการเลือกวิธีการบำบัด และเป็นตัวกำหนดขนาดเครื่องมือที่ใช้ในการบำบัด เมื่อสร้างเครื่องมือ และดำเนินการบำบัดตามขั้นตอนที่ออกแบบแล้ว ยังต้องคอยทดสอบหาค่าบีโอดีเป็นประจำ ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือด้วย

5. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand, COD)

การทดสอบซีโอดีเพื่อวัดปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์เพื่อให้ได้ผลสุดท้ายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และไนเตรท โดยให้เกิดการออกซิไดซ์อย่างแรงภายใต้สภาพกรด สารอินทรีย์ทั้งชนิดที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ หรือไม่ได้จะถูกออกซิไดซ์หมด ค่าของซีโอดีมักจะมากกว่าบีโอดีอยู่เสมอ โดยเฉพาะน้ำสกปรกจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทที่มีสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายไม่ได้ในน้ำสกปรกมาก จะทำให้ค่าของซีโอดีต่างจากบีโอดีมากยิ่งขึ้น ดังนั้นผลที่ได้จึงไม่สามารถบอกได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำสกปรกเป็นชนิดใด การทดสอบหาค่าซีโอดีใช้เวลาน้อยกว่าบีโอดีมาก กล่าวคือใช้เวลาประมาณ 3–4 ชั่วโมง ขณะที่การหาบีโอดีใช้เวลาถึง 5 วัน ดังนั้นบางครั้งเมื่อมีความจำเป็นเร่งด่วนจึงทดสอบหาค่าซีโอดีแทนบีโอดี โดยเฉพาะในการดำเนินงานของโรงงานกำจัดน้ำสกปรกของโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลซีโอดีที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการสำรวจการรั่วไหลของน้ำสกปรกจากระบบกำจัด และทำให้รู้สภาพที่เป็นพิเศษและการมีสารประกอบอินทรีย์ที่ทนต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ได้

6. สารต่างๆ (Solids) หมายถึง สารทุกชนิดที่มีในน้ำหลังจากการทำให้น้ำระเหยแห้งไป ส่วนที่ตกค้างอยู่เรียกว่า สารในน้ำ สารในน้ำมีทั้งสารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ (Dissolved and Undissolved Solids) ในน้ำประปาส่วนมากจะมีสารอยู่ในสภาพละลาย ซึ่งเป็นเกลือของสารอนินทรีย์ ส่วนน้อยจะเป็นสารอินทรีย์และก๊าซที่ละลายน้ำได้ สลักจ์เป็นของเหลวในขั้นตอนการบำบัดน้ำสกปรกที่มีสารที่ไม่ละลายน้ำเป็นส่วนประกอบเกือบทั้งหมดมีส่วนน้อยที่เป็นสารที่ละลายน้ำได้

ข้อมูลทั้งหมดในน้ำสกปรกจะมีความสำคัญต่อการออกแบบ โดยจะใช้เป็นตัวตัดสินใจเลือกวิธีบำบัด

7. ไนโตรเจน (Nitrogen, N) ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของอากาศที่เราหายใจ และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ สิ่งมีชีวิตช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนไม่ว่าในสภาพใด เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอากาศหรือไม่มีอากาศ โดยไนโตรเจนในอากาศถูกเปลี่ยนให้เป็นโปรตีนโดยแบคทีเรียและสาหร่ายบางชนิด

N_2 + แบคทีเรียหรือสาหร่าย → โปรตีน

โปรตีนจะถูกนำมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายคนและสัตว์ และจะมีไนโตรเจนเหลืออยู่เป็นของเสีย เมื่อสัตว์หรือคนตายลงโปรตีนในร่างกายจะกลายเป็นของเสียทั้งหมด ในปัสสาวะจะมีไนโตรเจนเหลืออยู่ในรูปของยูเรียเป็นแอมโมเนียไนโตรเจน และในสภาพที่มีอากาศแอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์เป็นไนโตรทและไนเตรท ดังนั้นข้อมูลไนโตรเจนจึงมีความสำคัญต่อวิศวกรสิ่งแวดล้อม โดยนำมาพิจารณาได้ดังนี้ ถ้าพบว่าในแหล่งน้ำมีสารพวกสารอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนียเป็นจำนวนมาก แสดงว่าน้ำนั้นพึงได้รับของเสียมาใหม่ๆ

8. ของเหลวระเหยง่าย (Volatile Liquid) ในน้ำสกปรกจะมีของเหลวระเหยง่าย กล่าวคือ จะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เช่น ก๊าซโซลีน

1.4.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน

ตารางที่ 8.16 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน

คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
อุณหภูมิ (Temperature)		°ซ	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล. (mg/l)	ธ	≮6.0	≮4.0	≮2.0	-
บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	≯1.5	≯2.0	≯4.0	-
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี. เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml.)	ธ	≯5,000	≯20,000	-	-
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal Coliform Bacteria)	P 80	(MPN/100 ml.)	ธ	≯1,000	≯4,000	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า	5.0	-
แอมโมเนีย (NH2) ในหน่วยไนโตรเจน		"	ธ	"	0.5	-
ฟีนอล (Phenols)		"	ธ	"	0.005	-
ทองแดง (Cu)		"	ธ	"	0.1	-
นิคเกิล (Ni)		"	ธ	"	0.1	-
แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"	1.0	-
สังกะสี (Zn)		"	ธ	"	1.0	-
แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"	0.005*	-
					0.05**	-
โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"	0.05	-
ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"	0.05	-
ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"	0.002	-
สารหนู (As)		"	ธ	"	0.01	-
ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	ธ	"	0.005	-
กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)						
- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า	0.1	-
- ค่ารังสีเบตา (Beta)		"	ธ	"	1.0	-
คลอรีนทั้งหมด (Total Organochiorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	"	0.05	-
ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	"	1.0	-
บีเอชซีชนิดอัลฟา (Alpha-BHC)		"	ธ	"	0.02	-
ดิลดริน (Dieldrin)		"	ธ	"	0.1	-
อัลดริน (Aldrin)		"	ธ	"	0.1	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอ อีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"	ธ	" 0.2	-
เอนดริน (Endrin)		"	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด	-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง. ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฌ)

หมายเหตุ

1. การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2. กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรม ชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ′ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

$\leq$ ไม่น้อยกว่า

$\geq$ ไม่มากกว่า

^{0}ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

มล. มิลลิลิตร

MPN Most Probable Number

1.4.2 ผลกระทบเนื่องจากน้ำเสีย

1.4.2.1 ผลกระทบทางด้านสาธารณสุข อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค เช่น เชื้อบิดไทฟอยด์ และอหิวาตกโรค ทางการสาธารณสุขได้ใช้แบคทีเรียพวกหนึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานคุณภาพน้ำ แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ "Coliform bacteria" โดยปกติแบคทีเรียพวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์โดยไม่ก่อให้เกิดโรค ถ้าพบแบคทีเรียพวกนี้มากในแหล่งน้ำแห่งใดแห่งหนึ่งก็แสดงว่าน้ำแห่งนั้นมีโอกาสที่จะมีเชื้อโรคบางชนิดที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ในน้ำ

1.4.2.2 ผลกระทบในเรื่องการลดปริมาณการละลายของออกซิเจน แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนอาจเกิดการเน่าเสียขึ้นได้ การเน่าเสียของน้ำเกิดจากการทำงานของจุลชีพพวกหนึ่งที่ต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ ถ้ามีสิ่งโสโครกที่เป็นอินทรีย์สารมากก็จะทำให้มีการย่อยสลายมากขึ้น และออกซิเจนก็จะลดปริมาณลงไปได้มากด้วย Biochemical Oxygen Demand หรือ BOD คือหน่วยที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่แขวนลอยหรือละลายอยู่ในน้ำ ว่าที่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว BOD ก็คือการวัดโดยทางอ้อมว่ามีสารอินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำเป็นปริมาณเท่าใด วิธีการโดยย่อของการวิเคราะห์หาประมาณ BOD มีดังนี้ คือ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์ทางเคมี ว่ามีออกซิเจนละลายอยู่ในปริมาณเท่าไร แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าวไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °ซ. เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำตัวอย่างน้ำดังกล่าวออกมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณการละลายของออกซิเจนอีกครั้งหนึ่ง ผลต่างของปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในตอนแรกกับตอนที่เวลาผ่านไปแล้ว 5 วัน ก็คือค่าของ BOD นั่นเอง ฉะนั้นค่าของ BOD จึงมีค่าหน่วยเป็นมิลลิกรัมของออกซิเจนต่อลิตร (mg./l.)

นอกจากค่า BOD แล้วก็ยังมีออกซิเจนอีกส่วนหนึ่งที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น การเติมออกซิเจนให้กับสารประกอบซัลไฟด์และฟอสเฟอรัส ผลก็คือการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณการลดลงของออกซิเจนโดยปฏิกิริยาดังกล่าวนี้เราเรียกว่า "Chemical Oxygen Demand" หรือ COD

ผลของการลดของออกซิเจน จะมีผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นโดยทั่วไป แล้วน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติควรที่จะมีปริมาณการละลายของออกซิเจนไม่ต่ำกว่า 2.0 มก./ล. เพราะถ้าต่ำกว่านี้ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ บางชนิดจะเริ่มทนไม่ไหวและตายลงในที่สุด

ผลกระทบอีกประการหนึ่งที่จะตามมาคือ "Over-eutrophication" หรือการที่มีแร่ธาตุอาหารมากเกินไปในแหล่งน้ำ สารอินทรีย์เมื่อผ่านการย่อยสลายของจุลชีพแล้วก็จะเปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์ เช่น Nitrite, Nitrate, Ammonia และ Phosphate สารประกอบเหล่านี้เป็นแร่ธาตุอาหารที่ดีของพวกพืช ถ้ามีมากในน้ำก็จะก่อให้เกิดการแพร่พันธุ์และเพิ่มจำนวนของพืชน้ำทั้งเล็กและใหญ่โดยรวดเร็ว การเพิ่มปริมาณพืชเล็กๆ ในน้ำจะมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำในเวลากลางคืน กล่าวคือในเวลากลางคืนพืชหายใจ แต่ไม่ทำการสังเคราะห์แสง ฉะนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะลดปริมาณลงไปเรื่อยๆ ยิ่งมีปริมาณพืชมากเท่าไร ปริมาณออกซิเจนก็จะลดลงมากเท่านั้น

1.4.2.3 ผลกระทบในแง่ความสวยงามของแหล่งน้ำ น้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนที่มีปริมาณของตะกอนที่แขวนลอยอยู่สูงก็อาจทำให้น้ำเปลี่ยนสีได้ การเน่าเสียของน้ำเช่นในคลองสายต่างๆ ในกรุงเทพฯ ก็ทำให้หมดความสวยงามและยังมีกลิ่นที่เน่าเหม็นอีกด้วย นอกจากนี้กลิ่นที่เน่าเสียยังก่อให้เกิดความรำคาญต่อผู้คนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่เสียได้

การกำจัดสิ่งสกปรกออกจากน้ำโสโครก

ในการแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนนั้น มีจุดประสงค์ที่จะกำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งโสโครกออกจากน้ำโสโครกก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ การกำจัดสิ่งโสโครกสำหรับน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนนั้นมีจุดประสงค์ใหญ่ๆ อยู่ 3 ประการ คือ

1. เพื่อลดปริมาณของ BOD
2. เพื่อลดปริมาณตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solid)
3. เพื่อลดปริมาณของ Coliform bacteria

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำโสโครกที่ผ่านการกำจัดขั้นแรก (Primary Treatment) นั้น จะมีปริมาณของ Coliform ลดลงประมาณ 50 %, suspended solid ลดลง 35–65 %, BOD ลดลงไป 25–40 % และ total nitrgen ลดลง 20–40 % (Atkins, 1968)

น้ำโสโครกที่ผ่านการกำจัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) นั้นปริมาณ Coliform จะลดลงไปได้ 70–95 %, suspended solid ลดลง 70–90 %, BOD ลดลง 65–95 %, Total nitrogen ลดลง 65–80 % และ total phosphate ลดลง 20–60 % (Atkins, 1968)

น้ำโสโครกที่ผ่านการกำจัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment) นั้นปริมาณต่างๆ จะลดลงไปเกือบ 100%

1.4.3 การสำรวจภาคสนาม

1.4.3.1 สถานีเก็บตัวอย่าง

- แหล่งน้ำที่อยู่ใกล้โครงการมากที่สุด
- แหล่งน้ำที่รองรับน้ำที่ระบายจากโครงการ

1.4.3.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- ออกซิเจนละลาย (DO)
- ความนำกระแสไฟฟ้า (Conductivity)
- ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform)
- ตะกอนแขวนลอย (SS)
- บีโอดี (BOD)
- ตะกั่ว

ตัวแปร 3 ตัวแรกวิเคราะห์ในสนาม ส่วนตัวแปร 5 ตัวหลังเก็บรักษาและวิเคราะห์โดยวิธีที่ระบุไว้ใน Standard method

1.4.3.3 จำนวนครั้งที่เก็บ 2 ครั้ง เปรียบเทียบตามฤดูมรสุมในแต่ละครั้ง หากเป็นไปได้ให้ตรวจวัดขณะมีและไม่มีการควบคุมโดยประตูระบายน้ำด้วย

1.4.4 วิธีการวัดและวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) การเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธี GRAB โดยการหย่อนเครื่องมือลงไปได้ระดับ ผิวน้ำแล้วจึงเปิดให้น้ำไหลเข้ามาเก็บอยู่ในเครื่องมือ
2) การวิเคราะห์ BOD_5 ใช้วิธี AZIDE MODIFICATION
3) การวิเคราะห์ COD ใช้วิธี DICHROMATE (CLOSED) REFLUX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวิเคราะห์ DO ใช้วิธี AZIDE MODIFICATION โดยควรจะทำการวิเคราะห์ ณ จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำ กรณีที่ไม่สะดวกที่จะวิเคราะห์ทันที จะต้องเติมน้ำยา $MNSO_4$ และ AIA เพื่อ FIX ออกซิเจนไม่ให้เปลี่ยนแปลงในระหว่างเดินทาง

5) การวิเคราะห์ DISSOLVED SOLIDS (DS) ใช้วิธี GRAVIMETRIC

6) การวิเคราะห์ pH ใช้วิธี pH METER

7) การวิเคราะห์ SUSPENDED SOLIDS (SS) ใช้วิธี GRAVIMETRIC

1.4.5 ผลที่ได้จากการสำรวจ

คุณภาพน้ำในคลองช่องนนทรี ซึ่งเคยมีการตรวจวัดจากการศึกษาแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนขนาดรองพบว่าค่า DO ต่ำถึงระดับ 0 มก./ล. และค่า BOD อยู่ในระดับ 46.0 มก./ล. ในขณะที่อนุภาคของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าประมาณ 34.0 มก./ล. นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจวัดเพิ่มเติมในบริเวณคลองสาธร (รูปที่ 8.8) คลองช่องนนทรี (รูปที่ 8.9) และคลองพระราม 3 (รูปที่ 8.10) และแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณปากคลองช่องนนทรี คุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดได้แสดงไว้ในตาราง 8.17

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดพบว่า ค่า BOD ในคลองทั้งสามแห่งมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน โดยคลองพระราม 3 มีค่า BOD น้อยที่สุดคือ 4.2 มก./ล. เกินมาตรฐานเล็กน้อย ส่วนคลองสาธรมีค่า BOD สูงสุด คือ 22.0 มก./ล. สำหรับค่า DO ในคลองสาธรและคลองช่องนนทรีอยู่ในระดับ 0 มก./ล. ส่วนคลองพระราม 3 มี DO สูงถึง 4.2 มก./ล. ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 2.0 มก./ล. จากดัชนีคุณภาพน้ำทั้งสองคือ BOD และ DO สามารถบ่งบอกได้ว่าคุณภาพน้ำในคลองสาธรและคลองช่องนนทรีอยู่ในสภาวะที่วิกฤติ ส่วนคลองพระราม 3 ถึงแม้จะไม่อยู่ในสภาวะวิกฤติแต่ก็ไม่อยู่ในสภาพที่ดีนัก

ตารางที่ 8.17 คุณภาพน้ำในคลองต่างๆ บริเวณสายทางพระราม 3

ดัชนี (มก./ล.)	จุดตรวจวัด			ค่ามาตรฐาน
	คลองสาธร	คลองช่องนนทรี	คลองพระราม 3	
BOD	22.0	12.0	4.2	4.0
COD	98.0	84.0	69.0	-
DO	0.0	0.0	4.3	2.0
DS	407.0	360.0	428.7	-
PH	7.1	7.1	7.6	5-9
SS	25.0	24.0	28.0	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 8.8 คลองสาธร

รูป 8.9 คลองช่องนนทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 8.10 คลองพระราม 3

1.4.6 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1.4.6.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำระหว่างการก่อสร้าง

กิจกรรมการก่อสร้างที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำโดยพิจารณาจาก

- แหล่งกำเนิดมลพิษ แหล่งกำเนิดที่จะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำจากการก่อสร้างทางวิ่งสถานีและอู่ซ่อมบำรุง เกิดจากการผสมของน้ำโคลนจากการขุดเจาะดินรวมทั้งไขมันและน้ำมันที่เกิดจากเครื่องยนต์ หรือเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง
- การปนเปื้อนของน้ำเสียไปยังแหล่งน้ำ ปริมาณของน้ำเสียจากพื้นที่ก่อสร้างนั้นใช้สมมุติฐานว่าไม่มีการป้องกันหรือควบคุมใดๆ ทั้งสิ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมา ขนาดของถนนและขนาดของแหล่งรองรับ หรือปริมาณของการระบายน้ำ
- การประเมินผลกระทบ ประเมินจากการคาดประมาณปริมาณของน้ำเสียและความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นที่แหล่งรองน้ำเสีย (ท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำ)

การระบายน้ำจากพื้นที่ก่อสร้างทางวิ่งและสถานีจะเป็นน้ำที่ปนเปื้อนด้วยโคลนที่เกิดจากการขุดและการตอกเสาเข็ม พร้อมทั้งไขมันและน้ำมันที่รั่วไหลออกจากเครื่องจักรเครื่องยนต์ที่ใช้ในการก่อสร้าง อัตราการไหลของน้ำเสียที่ระบายออกไปโดยไม่มีปริมาณน้ำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีปริมาณต่ำสุดไม่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายน้ำจากพื้นที่ก่อสร้างทางวิ่งและสถานีจะเป็นน้ำที่ปนเปื้อนด้วยโคลนที่เกิดจากการขุดและการตอกเสาเข็ม พร้อมทั้งไขมันและน้ำมันที่รั่วไหลออกจากเครื่องจักรเครื่องยนต์ที่ใช้ในการก่อสร้าง อัตราการไหลของน้ำเสียที่ระบายออกไปโดยไม่มีปริมาณน้ำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีปริมาณต่ำสุดไม่มากกว่า 80 ลบ.ม./วัน ในกรณีฝนตกสูงสุด 100 มม./วัน หรือประมาณ $(10)^{-3}$ ลบ.ม./วินาที ซึ่งเท่ากับ 1 ลิตร/วินาทีบนพื้นที่ 8x100 เมตรของช่วงพื้นที่ก่อสร้าง ในช่วงฤดูฝนถ้ามีน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันเป็น 50 มิลลิเมตร ฝนตกนาน 3 ชั่วโมง การไหลของน้ำที่ระบายจากพื้นที่ก่อสร้างจะเป็นประมาณ 40 ลบ.ม./วัน หรือ 0.5 ลิตร/วินาที

ส่วนประกอบของสารมลพิษ ได้แก่

ไขมันและน้ำมัน $<$ 12 กรัม/ลบ.ม.

ของแข็งแขวนลอย $<$ 14 กรัม/ลบ.ม.

หมายความว่าในช่วงฤดูแล้งน้ำเสียที่ระบายจากการก่อสร้างจะมีปริมาณไขมันและน้ำมัน $6x10^{-3}$ กรัม และของแข็งแขวนลอย $7x10^{-3}$ กรัม และเจือจางลงในช่วงฤดูฝน โดยไขมันและน้ำมันที่ระบายออกมาจะมีปริมาณไขมันและน้ำมัน $1.5x10^{-3}$ กรัม และของแข็งแขวนลอยมีปริมาณ $1.5x10^{-3}$ กรัม

จากตาราง 8.17 แสดงถึงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำรอบๆ แนวสายทางพระราม 3 ซึ่งได้แก่ คลองช่องนนทรี คลองสาธร และคลองพระราม 3 ซึ่งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำทั้ง 3 แห่ง แสดงไว้ในตารางที่ 8.18

ตารางที่ 8.18 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพน้ำในคลองหลักๆ ทั้งสามแห่ง

แหล่งน้ำ	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	ไขมันและน้ำมัน (มก./ล.)	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	ไขมันและน้ำมัน (มก./ล.)
คลองสาธร	7	6	2.2	1.5
คลองช่องนนทรี	6	6	2	1.5
คลองพระราม 3	8	6	2.4	1.5

สำหรับที่อู่ซ่อมบำรุงความเข้มข้นของสารที่ปนเปื้อนมากับน้ำระหว่างการก่อสร้างมีลักษณะคล้ายคลึงกับการก่อสร้างทางวิ่งและสถานี อัตราที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ระบายน้ำ 31,600 ลบ.ม.จะมากกว่าพื้นที่ก่อสร้างขนาด 8x100 เมตร ของการสร้างทางวิ่งอยู่ 39.5 เท่า ดังนั้นการระบายน้ำระหว่างฤดูแล้งของที่ตั้งสถานีจะมีประมาณ $40x(10)^{-3}$ ลบ.ม./วินาที ในขณะที่ฤดูฝนจะมีปริมาณ 1,600 ม.ลบ./3 ชั่วโมง หรือประมาณ $148x(10)^{-3}$ ลบ.ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำระหว่างการให้บริการ

แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำช่วงการให้บริการเดินรถของระบบประเมินจาก

- กิจกรรมการทำความสะอาดที่สถานี
- การล้างรถ ทำความสะอาดอุปกรณ์ ทาสีและน้ำทิ้งจากอาคารที่อู่ซ่อมบำรุง

การประเมินผลกระทบต่อคุณภาพน้ำพิจารณาจาก

- การเคลื่อนย้ายของน้ำเสียและสารมลพิษ ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย สารเคมี น้ำมัน และไขมันลงสู่แหล่งรองรับน้ำ
- คุณภาพของของเสียในแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิม

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการระบายน้ำเสียจากทางวิ่งของรถไฟและจากที่สถานีช่วงการให้บริการของระบบเช่นเดียวกับที่อู่ซ่อมบำรุงซึ่งจะมีการบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานจากโรงบำบัดน้ำเสียยานนาวาก่อนระบายลงสู่คลอง

2. ทรัพยากรด้านชีวะภาพ

สำหรับโครงการที่ผ่านพื้นที่นอกเขตเมือง ซึ่งบางพื้นที่มีคุณลักษณะที่มีคุณค่าทางนิเวศน์อยู่ แม้ว่าจะเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้อยู่ในเขตสงวนรักษาของรัฐก็ตาม นิเวศน์ที่ได้รับผลกระทบมีทั้งบนบกและในน้ำ ดังนั้นจึงควรพิจารณาในกรณีนี้

- จำแนกนิเวศน์ที่มีลักษณะพิเศษ มีคุณค่าในเชิงที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ หรือมีพันธ์ไม้หายาก ฯลฯ
- ศึกษาพืชพรรณ เช่น ชนิด ความหลากหลาย ความสมบูรณ์ และความหนาแน่นของชนิดที่เป็นพันธ์เด่นหรือชนิดที่สำคัญอื่นๆ
- ศึกษาชนิดของสัตว์ป่าที่พบ สภาพที่อยู่อาศัย ความหลากหลาย ความสมบูรณ์ ความหนาแน่น การหาอาหาร ความเป็นอยู่อื่นๆ ของชนิดที่สำคัญ
- แผนที่จำแนกสภาพนิเวศน์ ส่วนประกอบของระบบนิเวศน์ โดยใช้เทคนิคเชิงภาพซ้อน
- ประเมินการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการใช้ที่ดิน ที่จะมีผลกระทบต่อที่อยู่อาศัย และวงจรของสิ่งที่มีชีวิต เน้นบริเวณที่มีผลต่อกลุ่มสัตว์/พืชพรรณที่หายาก
- ประเมินผลกระทบที่หลีกเลี่ยงไม่ได้อันเนื่องมาจากกิจกรรมต่อเนื่องจากโครงการ ต่อการสูญเสียหรือทำลายเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์
- พิจารณาความเหมาะสมของมาตรการที่จะใช้ในระหว่างการก่อสร้าง และการดำเนินการของโครงการเพื่อลดผลกระทบทางนิเวศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ชีวะวิทยาทางน้ำ

2.1.1 การสำรวจภาคสนาม

2.1.1.1 สถานีสำรวจ

- พื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตสงวนรักษาของรัฐ เช่น ป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตห้ามล่าสัตว์ป่า และพื้นที่ที่มีสภาพธรรมชาติ
- พื้นที่ที่มีสัตว์อยู่อาศัยตามธรรมชาติ
- แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

2.1.1.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์ ชนิด ความหลากหลาย ความสมบูรณ์ ความหนาแน่น ความเป็นพันธุ์เด่น ความเป็นพันธุ์ที่หายากหรือพบได้ทั่วไป

2.1.1.3 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อจัดทำแผนที่ในเบื้องต้น และตรวจสอบตามฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลง

2.1.2 วิธีเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1.2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำใช้วิธี GRAB โดยการหย่อนเครื่องมือลงไปใต้ระดับผิวน้ำแล้วจึงเปิดให้น้ำไหลเข้ามาเก็บอยู่ในเครื่องมือ

2.1.2.2 การวิเคราะห์ PHYTOPLANKTON โดยการนำตัวอย่างน้ำมากรองผ่านถุงกรองชนิดละเอียดเพื่อแยกแพลงค์ตอนออกมา แล้วทำให้คงสภาพด้วย Formalin จากนั้นจึงนำไปจำแนกชนิดและนับจำนวนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

2.1.3 ผลการศึกษา

ข้อมูลจากการตรวจพบว่า คลองสาธรพบแพลงค์ตอนพืชทั้งหมด 4 กลุ่ม คือ Cyanophyta (Blue green algae), Chlorophyta (Green allgae), Euglenophyta (Euglena) และ Bacillariophyta (Diatom) โดยกลุ่มที่พบมากที่สุดคือ Bacillariophyta หรือ ไดอะตอมทั้งหมด 91,047 เซลล์/ลบ.ม. คิดเป็น 54.2 เปอร์เซนต์ของแพลงค์ตอนพืชทั้งหมดที่ตรวจพบในคลองสาธร รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียวคิดเป็น 6.53 % สำหรับคลองช่องนนทรีพบแพลงค์ตอนพืช 3 ชนิด คือ Cyanophyta (Blue green algae), Chlorophyta (Green algae), และ Euglenophyta (Euglena) ชนิดที่พบมากที่สุดคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 38,650 เซลล์/ลบ.ม. คิดเป็น 83.76 % รองลงมาคือ ยูกลีนาและสาหร่ายสีเขียวคิดเป็น 9.26 และ 6.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในคลองพระราม 3 พบแพลงค์ตอนพืช 4 ชนิด เช่นเดียวกับคลองสาธร โดยแพลงค์ตอนชนิดที่พบมากที่สุดเป็นอันดับแรก คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 168,784 เซลล์/ลบ.ม. หรือคิดเป็น 82.34% รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียว ยูกลีนาและไดอะตอม คิดเป็น 7.77 % 6.24 % และ 3.64 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 8.19 ชนิดและปริมาณแพลงค์ตอนพืชจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

แพลงค์ตอนพืช	เซลล์/ลูกบาศก์เมตร		
	คลองสาธร	คลองช่องนนทรี	คลองพระราม 3
Phylum Cyanophyta			
Oscillatoria sp.	18,310	33,079	156,651
Spirulina sp.	40	5,397	9,600
Lyngbya sp.	1,180	174	800
Microcystis sp.	40	-	-
Anabaena sp.	40	-	-
Chroococus sp.	2,319	-	1,733
Total	21,929(3.53%)	38,650(83.76%)	168,784(82.34%)
Phylum Chlorophyta			
Ankistrodesmus sp.	18,310	2,524	5,466
Actinastrum sp.	40	-	-
Coelastrum sp.	-	-	200
Dityosphaerium sp.	12,207	87	1,733
Scenedesmus sp.	1,546	260	7,332
Oocystis sp.	2,156	87	1,200
Crucigeria sp.	6,103	-	-
Eudorina sp.	-	87	-
Total	40,362(6.53%)	3,045(6.60%)	15,931(7.77%)
Phylum Eugleophyta			
Euglena sp.	122	87	-
Phacus sp.	284	-	133
Trachelomonus sp.	14,241	4,187	12,332
Lepocynclis sp.	-	-	333
Total	14,647(2.37%)	4,274(9.26%)	12,798(6.24%)
Phylum Bacillariophyta			
Chaetoceros sp.	162	-	-
Navicula sp.	18,310	-	733
Nitzschia sp.	6,130	-	-
Gyrosigma sp.	40	-	-

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cyclotella sp.	61,035	-	6,666
Melosira sp.	1,546	-	66
Skeletonema sp.	3,824	-	-
Total	91,047 (54.2%)	-	7,465
Grand Total (cells/m)	167,985 (100%)	46,143 (100%)	204,976 (100%)
Total (species)	22	11	15

2.1.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2.1.4.1 การประเมินผลกระทบด้านนิเวศน์วิทยาทางน้ำในระหว่างการก่อสร้าง

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศน์วิทยาทางน้ำพิจารณาจาก

- แหล่งกำเนิดมลพิษ แหล่งกำเนิดที่จะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำจากการก่อสร้างทางวิ่งสถานีและอู่ซ่อมบำรุง เกิดจากการผสมของน้ำโคลนจากการขุดเจาะดินรวมทั้งไขมันและน้ำมันที่เกิดจากเครื่องยนต์ หรือเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง
- การปนเปื้อนของน้ำเสียไปยังแหล่งน้ำ ปริมาณของน้ำเสียจากพื้นที่ก่อสร้างนั้นใช้สมมุติฐานว่าไม่มีการป้องกันหรือควบคุมใดๆทั้งสิ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมา ขนาดของถนนและขนาดของแหล่งรองรับ หรือปริมาณของการระบายน้ำ
- การประเมินผลกระทบ ประเมินจากการคาดประมาณปริมาณของน้ำเสีย และความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นที่แหล่งรองน้ำเสีย (ท่าระบายน้ำหรือแหล่งน้ำ)

การประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อนิเวศน์วิทยาทางน้ำ ปรากฏว่าปริมาณแพลงค์ตอนพืชของคลองทั้ง 3 แห่งอันได้แก่ คลองสาธร คลองช่องนนทรี และคลองพระราม 3 เมื่อเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันและช่วงที่เป็นฤดูแล้งกับฤดูฝน ปริมาณของแพลงค์ตอนพืชมีความใกล้เคียงกันมากจนเรียกได้ว่าไม่มีความแตกต่าง ในแต่ละฤดูกาลซึ่งแสดงว่า ระหว่างการก่อสร้างถึงแม้จะมีปริมาณตะกอนที่ปนเปื้อยไขมันและน้ำมันระบายลงสู่แหล่งน้ำเหล่านี้ก็ตามก็ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำด้านนิเวศน์วิทยาทางน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพน้ำที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมีสภาพที่วิกฤตอยู่แล้ว ปริมาณแพลงค์ตอนพืชในแต่ละคลองเปรียบเทียบตามฤดูกาลมีดังแสดงในตารางที่ 8.20

ตาราง 8.20 ผลกระทบต่อนิเวศน์วิทยาทางน้ำในคลองหลักๆ ทั้งสามแห่ง

แหล่งน้ำ	สภาพปัจจุบัน (เซลล์/ลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (เซลล์/ลบ.ม.)	ฤดูฝน (เซลล์/ลบ.ม.)
คลองสาธร	167,985	167,817	167,365
คลองช่องนนทรี	46,143	46,096	45,972
คลองพระราม 3	204,978	204,773	204,222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศน์วิทยาทางน้ำช่วงให้บริการของระบบ

สำหรับช่วงการให้บริการของระบบผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อระบบนิเวศน์วิทยาทางน้ำประเมินในลักษณะเดียวกับการประเมินผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ คือ

แหล่งกำเนิดมลพิษ ได้แก่

- กิจกรรมการทำความสะอาดที่สถานี
- การล้างรถ ทำความสะอาดอุปกรณ์ ทาสีและน้ำทิ้งจากอาคารที่อู่ซ่อมบำรุง
- การเคลื่อนย้ายของน้ำเสียและสารมลพิษได้แก่ ของแข็งแขวนลอย สารเคมี น้ำมันและไขมันลงสู่แหล่งรองรับน้ำ
- คุณภาพของของเสียในแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิม

แต่เนื่องจากไม่มีการระบายน้ำเสียจากทางวิ่งของรถไฟและจากที่สถานีช่วงการให้บริการของระบบเช่นเดียวกับที่อู่ซ่อมบำรุงจะมีการบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานจากโรงบำบัดน้ำเสียยานนาวาก่อนระบายลงสู่คลอง ดังนั้นจึงไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาทางน้ำในช่วงการให้บริการของระบบ

3. ด้านการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

3.1 การใช้ที่ดิน

โครงการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตอิทธิพล เกิดการขยายตัวชุมชนและเกิดปัญหาเกี่ยวกับการสัญจร ดังนั้นจึงควรพิจารณา

- ศึกษาแผนการใช้ที่ดินในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้งแผนปัจจุบันและแผนในอนาคต
- ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินในเขตอิทธิพลของโครงการ พร้อมทั้งเสนอแผนที่ซึ่งจำแนกการใช้ที่ดินตลอดสองข้างทาง หากมีทางเลือกควรเสนอทุกทางเลือก
- สำรวจความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่โครงการเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน ความเดือดร้อนหรือผลประโยชน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง
- ประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินภายหลังการก่อสร้างโครงการ โดยทั่วไปจะพิจารณาในบริเวณ 1 กิโลเมตร จากสองข้างโครงการ
- วิเคราะห์ความขัดแย้งของแนวโน้มการใช้ที่ดินต่อรูปแบบที่กำหนดไว้เดิมในผังเมืองและผังภาค
- พิจารณาแผนการที่เหมาะสมร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการควบคุมดูแลการใช้ที่ดิน
- ติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอาคารและประเภทการใช้ที่ดิน

3.1.1 การสำรวจภาคสนาม

3.1.1.1 สถานีสำรวจ

- ชนิดความสูงของอาคาร และประเภทของการใช้ที่ดินโดยละเอียดในแนวเวนคืนภายในระยะ 1 กิโลเมตร สองข้างแนวถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนิดความสูงของอาคาร และประเภทของการใช้ที่ดินโดยละเอียดบริเวณทางแยกที่จะปรับปรุงภายในรัศมี 1 กิโลเมตร

3.1.1.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์

ก. จำแนกตามชนิดความสูงของอาคาร ประกอบด้วย

- อาคารระดับความสูงต่ำกว่า 3 ชั้น ได้แก่ ประเภทการใช้ที่ดินบ้านพักอาศัยทั่วไป อาคารพาณิชย์ (ห้องแถว) รุ่นเก่า โรงงาน โรงเก็บสินค้า เป็นต้น
- อาคารระดับความสูง 3 ถึง 5 ชั้น ได้แก่ ประเภทการใช้ที่ดินอาคารพาณิชย์พักอาศัยรุ่นใหม่ อาคารสำคัญ เช่น วัด สุเหร่า เป็นต้น
- อาคารระดับความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป ได้แก่ อาคารพาณิชย์ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล ธนาคาร อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า มหาวิทยาลัย อาคารชุดพักอาศัย เป็นต้น

ข. จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดิน ประกอบด้วย

- ที่อยู่อาศัย
- ที่อยู่อาศัยกึ่งพาณิชย์
- ร้านค้าอาคารพาณิชย์
- สำนักงาน บริษัท
- ธนาคาร
- โรงงานอุตสาหกรรม
- โรงเรียนและสถาบันการสอนเอกชน
- วิทยาลัย มหาวิทยาลัย
- โรงพยาบาล
- ห้างสรรพสินค้า
- ที่ว่างเปล่า
- อื่นๆ

3.1.1.3 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล 2 ครั้ง เพื่อจัดทำแผนที่และเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ที่จัดทำ

3.1.2 วิธีการวัดและวิเคราะห์ ใช้แบบสอบถาม

3.1.3 ผลการศึกษา

พื้นที่พระราม 3 ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของย่านธุรกิจสีลมและสาธร และถูกโอบล้อมโดยแม่น้ำเจ้าพระยา ก่อนปี พ.ศ.2513 การใช้ที่ดินหลักของบริเวณนี้เป็นพื้นที่สวนผลไม้และเกษตรกรรม โดยมีชุมชนกระจัดกระจายอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ในเวลานั้นสภาพการเข้าถึงพื้นที่ไม่ดีนัก มีถนนสำคัญเพียง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทาง ได้แก่ ถนนเจริญกรุง ถนนสาธุประดิษฐ์ ถนนจันทน์ และถนนนางลิ้นจี่ ภายหลังจากที่ได้มีการก่อสร้างถนนรัชดาภิเษก เป็นถนนวงแหวนรอบใน ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นถนนพระรามที่ 3 พื้นที่มีความสะดวกในการเข้าถึง จึงได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นโรงงานอุตสาหกรรม คลังสินค้า และกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับท่าเรือคลองเตย การก่อสร้างทางด่วนและถนนช่องนนทรีในเวลาต่อมาได้นำความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาสู่พื้นที่นี้ พื้นที่พระราม 3 ได้กลายเป็นแหล่งพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่สำคัญ เนื่องจากเหตุผลหลายประการ เป็นต้นว่า ที่ตั้งอยู่ไม่ไกลจากย่านธุรกิจ พานิชยกรรมศูนย์กลางเมืองมักมีที่ดินที่ยังไม่มีการพัฒนาอีกมาก ขนาดแปลงที่ดินยังมีขนาดใหญ่ และราคาที่ดินยังต่ำกว่าราคาที่ดินบริเวณย่านธุรกิจสีลมและสาธร อันเป็นพื้นที่ซึ่งมีราคาที่ดินสูงที่สุดในกรุงเทพ พื้นที่อุตสาหกรรม คลังสินค้าเดิมและที่ว่างถูกเปลี่ยนไปเป็นอาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า อาคารชุดหรูหรา และโรงแรมริมแม่น้ำ ซึ่งออกแบบก่อสร้างเป็นอาคารสูง

ในปี พ.ศ.2538 จำนวนประชากรของพื้นที่พระราม 3 ตามรายงาน UTDM มี 405,308 คน โดยรวมทั้งจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ และประชากรที่ย้ายเข้ามาได้แจ้งต่อเขตที่รับผิดชอบรายงานได้ประมาณการจำนวนประชากรในอนาคต โดยให้เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง จากร้อยละ 0.71 ต่อปี ระหว่างช่วง พ.ศ.2538-พ.ศ.2544 เป็นร้อยละ 0.64 ต่อปี ระหว่างช่วง พ.ศ.2544-พ.ศ.2554 ซึ่งจะทำให้พื้นที่นี้มีจำนวนประชากรที่จะเพิ่มขึ้นเป็น 493,471 คน ในปี พ.ศ.2554 และ 512,573 คน ในปี พ.ศ.2554 ความหนาแน่นประชากรที่จะเพิ่มขึ้นจาก 128 คนต่อเฮคตาร์ ในปี พ.ศ.2538 เป็น 134 คนต่อเฮคตาร์ ในปี พ.ศ.2544 และ 139 คนต่อเฮคตาร์ ในปี พ.ศ.2554 ตามลำดับ

การขยายตัวของพื้นที่ปลูกสร้าง จากการศึกษาของสำนักนโยบายและแผนกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2538 พบว่า พื้นที่ปลูกสร้างบริเวณพระรามที่ 3 ได้เพิ่มขึ้นจาก 20.94 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2530 เป็น 26.671 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2536 คิดเป็นอัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 6.95 ยังคงเหลือพื้นที่ว่างที่รอการพัฒนาอีก 6.86 ตารางกิโลเมตร ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ของเขตยานนาวา

แผนการควบคุมการใช้ที่ดินของกรุงเทพมหานครโดยกรมการผังเมืองได้เริ่มบังคับใช้ในปี พ.ศ.2535 ตามแผนดังกล่าว เขตบางคอแหลมถูกกำหนดให้เป็นย่านพักอาศัยหนาแน่นมาก พื้นที่ริมแม่น้ำในเขตยานนาวาตั้งแต่สะพานพระรามที่ 9 ถูกกำหนดให้เป็นย่านอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ขณะที่พื้นที่ตอนในเข้าไปถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ย่านพักอาศัยปานกลาง เนื่องจากการควบคุมการใช้ที่ดินเพิ่งจะเริ่มดำเนินการมาเป็นเวลาไม่นานนัก สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันจึงยังคงเป็นการใช้ที่ดินแบบผสมระหว่างย่านพักอาศัย พานิชยกรรม อุตสาหกรรมและคลังสินค้า การบังคับใช้นี้จะหมดอายุลงในปี พ.ศ.2540 ทางกรุงเทพมหานครซึ่งมีหน้าที่เป็นผู้ปรับปรุงยังมีนโยบายที่จะพัฒนาให้พื้นที่บริเวณนี้ เป็นย่านธุรกิจและพานิชยกรรมใหม่ของกรุงเทพมหานคร

พื้นที่ว่างที่จะนำมาพัฒนานั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสะดวกในการเข้าถึงสูง โดยเฉพาะพื้นที่ริมแม่น้ำ ริมถนนพระรามที่ 3 และริมถนนช่องนนทรี ส่วนกลุ่มที่สองเป็นพื้นที่ว่างซึ่งไม่สะดวกในการเข้าถึงและอยู่เข้าไปตอนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่อาศัยนับเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลักของพื้นที่ รองลงมาได้แก่ ย่านอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ย่านที่อยู่อาศัยมีหลายประเภท ตั้งแต่ย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย ปานกลางไปจนถึงย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากปะปนกับย่านพานิชยกรรม อุตสาหกรรมและคลังสินค้ามักจะตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำ ถนนเจริญกรุง ถนนพระรามที่ 3 และถนนสายสำคัญอื่นๆ ได้แก่ ถนนจันทน์ และถนนสาธุประดิษฐ์ เป็นต้น

จากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ทำให้การพัฒนาที่ดินที่จะเกิดขึ้นในอนาคตมี 2 ลักษณะ คือ ประการแรก การพัฒนาใหม่บนพื้นที่ว่าง และประการที่ 2 การพัฒนาบนพื้นที่ปลูกสร้างเดิม

แม้ว่าย่านพระรามที่ 3 จะมีพื้นที่ว่างอีกมาก แต่โอกาสในการพัฒนายังถูกจำกัดโดยพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ ตามกฎหมายดังกล่าว แปลงที่ดินซึ่งมีทางเข้าสาธารณะแคบเกินกว่ากำหนดจะไม่ได้รับอนุญาตให้ปลูกสร้างอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่ เนื่องจากถนนที่มีความกว้างของเขตทางมากมีเพียงไม่กี่สาย ได้แก่ เนนพระรามที่ 3 ถนนช่องนนทรี และถนนเหนือใต้ ดังนั้นจะทำให้มีการพัฒนาอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่เป็นแนวยาวไปตามริมถนนเหล่านี้ ส่วนพื้นที่ซึ่งอยู่ลึกเข้าไป ตอนในมีการพัฒนาเป็นอาคารที่มีความสูงไม่มากนัก

การพัฒนาบนพื้นที่ปลูกสร้างเดิมยังถูกจำกัด โดยขนาดของแปลงที่ดิน ปัจจุบันแปลงที่ดินถูกแบ่งออกเป็นแปลงเล็กๆจำนวนมาก นอกจากนี้แปลงซึ่งให้เช่าที่ดินและอาคาร หรือเป็นโรงงานอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ที่ดินแปลงเล็กๆเหล่านี้สามารถพัฒนาได้เพียงที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย ไปจนถึงที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากผสมกับย่านพานิชยกรรมและกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการอยู่อาศัย โดยปลูกสร้างเป็นอาคารสูงเพียง 1-5 ชั้น รูปแบบการพัฒนาเช่นนี้จะรองรับประชากรได้เพียง 45 คนต่อเฮคตาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับการพัฒนาใหม่บนพื้นที่ว่างซึ่งสามารถรองรับได้ถึง 1,000 คนต่อเฮคตาร์

เนื่องจากกรุงเทพมหานครและหน่วยงานของรัฐอื่นๆ ได้ดำเนินการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานอาทิเช่น ถนนสายประธาน ทางด่วน ระบบขนส่งมวลชน รถไฟฟ้า ตลอดจนระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง เป็นต้น จึงควรให้มีการใช้ที่ดินหนาแน่น เพื่อให้มีประโยชน์ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่รัฐได้ลงทุนไว้แล้วอย่างมีประสิทธิภาพ พื้นที่ปลูกสร้างเดิมและโรงงานอุตสาหกรรมคลังสินค้าดั้งเดิม ควรจะได้รับการทดแทนด้วยอาคารและการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่

ในทางกลับกันการพัฒนาที่หนาแน่นในบริเวณนี้จะส่งเสริมให้เกิดศูนย์การค้ากลางเศรษฐกิจขนาดใหญ่ เชื่อมต่อมาจากย่านธุรกิจที่บริเวณถนนสีลมและถนนสาธร ศูนย์กลางขนาดใหญ่นี้จะมีผลกระทบต่อนโยบายการกระจายความเจริญจากบริเวณย่านศูนย์กลางเมืองไปยังชุมชนชานเมือง นอกจากนั้นแล้วยังมีผลกระทบต่อขีดความสามารถในการรองรับของระบบโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันและมีแผนจะก่อสร้าง

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันแต่ละด้านครอบคลุมพื้นที่ 1 กิโลเมตรสองข้างทางตลอดระยะทาง 11.83 กิโลเมตรของแนวสายทางพระราม 3 นั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8.21

ผลจากการศึกษาและการสำรวจการใช้ที่ดินตามแนวสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ซึ่งแยกออกเป็น แนวถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี) และแนวถนนพระราม 3 พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า การใช้ที่ดินตามแนวคลองช่องนนทรีหรือถนนนราธิวาสราชนครินทร์ส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัยคิดเป็น 46.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สถานศึกษาคิดเป็น 22.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่น้อยที่สุดในแนวถนนนี้ คือ อุตสาหกรรมอันได้แก่ โรงบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร 1 แห่ง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เพียง 1.4 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเท่ากับจำนวนพื้นที่ว่างทีอยู่ 1 แห่งในแนวถนนนี้ สำหรับอาคารและสถานที่สำคัญซึ่งอยู่บริเวณริมถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แสดงไว้ในตารางที่ 8.22

ตารางที่ 8.21 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวสายทางพระราม 3

ถนน	จำนวนช่องของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแผนที่ (%)							
	R	C	I	Rg	E	P	Rc	V
แนวคลองช่องนนทรี	33	9	1	7	16	4	-	1
	(46.5)	(12.7)	(1.4)	(9.8)	(22.5)	(5.6)	-	(1.4)
ถนนพระราม 3	31	24	-	12	11	14	-	28
	(25.8)	(20.0)	-	(10.0)	(9.17)	(11.7)	-	(23.3)

ตารางที่ 8.22 สถานที่และอาคารสำคัญริมถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี)

ตำแหน่ง	สถานที่และอาคารสำคัญ	ระยะจากศูนย์กลางเขตทาง (m.)
ฝั่งเหนือ - โรงเรียน	โรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ	110
	สถานสงเคราะห์เด็กชาย	110
	วิทยาเขตบพิตรพิมุข	320
	วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพ	20
	ปิโตรเอเชีย	20
ฝั่งใต้	โรงเรียนอนุบาลแสงเรืองศึกษา	300
	โรงเรียนศุภวิทย์	350
	โรงเรียนทุ่งมหาเมฆ	300
	โรงเรียนชาญสิริอนุสรณ์	50
	โรงเรียนวรสารพิทยา	350
	โรงเรียนทวีวัฒนา	275
	วัดโพธิแมนคุณาราม	100

สำหรับแนวถนนพระราม 3 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่อยู่อาศัยมากที่สุดเช่นเดียวกับแนวคลองช่องนนทรี ซึ่งคิดเป็น 25.8 เปอร์เซ็นต์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวถนนนี้ รองลงมาเป็นพื้นที่ว่าง 23.3 เปอร์เซ็นต์ และสถานประกอบการค้าหรือธุรกิจคิดเป็น 20.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ สถาบันการศึกษาคิดเป็น 9.17 เปอร์เซ็นต์ ดังแผนที่การใช้ที่ดินซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 8.21

ส่วนอาคารและสถานที่สำคัญบริเวณริมถนนพระราม 3 แสดงไว้ในตารางที่ 8.23

ตารางที่ 8.23 สถานที่และอาคารสำคัญริมถนนพระรามที่ 3

ตำแหน่ง	สถานที่และอาคารสำคัญ	ระยะจากศูนย์กลางเขตทาง (m.)
ฝั่งเหนือ	วัดช่องนนทรี	50
	โรงเรียนวัดช่องนนทรี	225
	โรงเรียนอนุบาลมลิวัลย์	175
	วัดคลองใหม่	100
	โรงเรียนวัดคลองใหม่	200
	โรงเรียนบ้านทรงไทย	125
	ที่ทำการไปรษณีย์สาธุประดิษฐ์	25
	วัดดอกไม้	25
	โรงเรียนวัดดอกไม้	25
	สถานีไฟฟ้าบางโคล่	25
	วัดไทร	175
	โรงเรียนวัดไทร	225
	วัดเรืองยศสุทธาราม	225
	โรงเรียนอนุบาลวารุณี	240
	แมคโครออฟฟิศเซนเตอร์	25
ฝั่งใต้	สมาคมเตชะสัมพันธ์	50
	วัดคลองภูมิ	200
	โรงเรียนวัดคลองภูมิ	50
	โรงเรียนวัดด่าน	50
	โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม	50
	วัดปริวาส	50
	โรงเรียนวัดปริวาส	200
	วัดทองบน	150
	วัดบางโคล่นอก	150
	โรงเรียนวัดบางโคล่นอก	200
	สถานีตำรวจนครบาลบางคอ	400
	แหลม	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	โรงแรมมณเฑียรริมน้ำ	150
	โรงเรียนวัดจันทร์นอก	225
	วัดจันทร์นอก	300
	วัดอินทรบรรจง	300
	สำนักงานเขตยานนาวา	350
	โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์	500
	การไฟฟ้านครหลวง	15
	ที่ทำการไปรษณีย์บางคอแหลม	15

3.1.4 การประเมินผลกระทบ

3.1.4.1 การประเมินผลกระทบด้านการใช้ที่ดินระหว่างการก่อสร้างโครงการฯ

ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการให้บริการของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 นั้น ประเมินจาก

- ที่ดินที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตามแนวสายทาง
- โอกาสในการพัฒนาทางธุรกิจ
- การควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ระบบสาธารณูปโภคตามแนวสายทาง

กิจกรรมการก่อสร้างซึ่งจะมีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินตามแนวสายทางทั้งที่เป็นการชั่วคราวและถาวร มีดังนี้

- พื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ ทางวิ่ง สถานี และอู่ซ่อมบำรุง
- การเคลื่อนย้ายเครื่องมือในการก่อสร้าง
- การก่อสร้าง อู่ซ่อมบำรุง สำหรับเครื่องมือและแรงงานในการดูแลโครงสร้างของระบบ

ผลกระทบด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างซึ่งใช้ในการประเมินผลกระทบพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ คือ

- ช่วงเวลาการก่อสร้าง (ความยาวของสายทาง และขนาดพื้นที่ของอู่ซ่อมบำรุง)
- ราคาที่ดินในบริเวณพื้นที่โครงการฯ
- ความต้องการพื้นที่สำหรับโครงการฯ
- พื้นที่ที่จะได้รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ระหว่างการก่อสร้างสายาทางระบบขนส่งมวลชนขนากรองสายพระราม 3 ต้องการใช้ที่ดินดังนี้

1. ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างแต่ละช่วงของสายทาง 8x100 เมตร ตามแนวคลองช่องนนทรี และถนนพระราม 3 บริเวณทางเท้าที่จะก่อสร้างเป็นแนวทางวิ่งและสถานี เนื่องจากแนวเส้นทางของระบบจะอยู่บนเขตทางดังนั้นจึงไม่ต้องมีการเวนคืนที่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต้องการพื้นที่ประมาณ 2 ไร่ สำหรับเป็นที่พักคนงานก่อสร้างและศูนย์ซ่อมบำรุงเครื่องมือ ก่อสร้างโดยใช้พื้นที่บริเวณโรงบำบัดน้ำเสียยานนาวาของกรุงเทพมหานคร

3. ต้องการพื้นที่ประมาณ 15 ไร่ สำหรับสร้างอู่ซ่อมบำรุงซึ่งทางกรุงเทพมหานครได้จัดเตรียมพื้นที่บริเวณโรงบำบัดน้ำเสียยานนาวาให้

4. ต้องการพื้นที่สำนักงานขนาด 400 ตารางเมตร สำหรับที่ปรึกษาและ 600 ตารางเมตรสำหรับผู้รับเหมา

ความต้องการใช้พื้นที่ดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ที่ดินในปัจจุบันเนื่องจากสามารถหาพื้นที่รองรับกิจกรรมต่างๆได้โดยไม่ต้องเวนคืนที่ดิน

3.1.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินช่วงการให้บริการของระบบ

เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดดำเนินการของโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะเป็นตัวชักนำให้รูปแบบของการใช้ที่ดินบริเวณสายทางพระราม 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นศูนย์กลางธุรกิจ เป็นคอนโดมิเนียม เป็นตึกสูงและธนาคารซึ่งเป็นที่คาดการณ์ว่าพื้นที่ว่างที่มีอยู่ในปัจจุบันประมาณ 29 แห่ง จะใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ในอีก 5-10 ปีข้างหน้า ซึ่งนับว่าเป็นผลดีต่อการพัฒนาการใช้ที่ดินในบริเวณนี้

3.2 การคมนาคมขนส่ง

ผลกระทบโดยตรงของโครงการต่อระบบคมนาคมขนส่ง ได้แก่ การตัดขวางเส้นทางคมนาคมเดิม เช่น ถนน ซอย ทางรถไฟ เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการคมนาคมปัจจุบัน จึงควรพิจารณา

- ศึกษาสภาพโครงข่ายการคมนาคมและขนส่งในระดับท้องถิ่นและภาค ปริมาณการจรจร ปัญหาการคมนาคมเชื่อมโยงโครงข่าย จำนวนผู้ใช้เส้นทาง วัตถุประสงค์ในการเดินทาง
- สำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้เส้นทางเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของโครงการและความเดือดร้อนขณะก่อสร้างโครงการ ตลอดจนความต้องการสำหรับบรรเทาความเดือดร้อน
- ประเมินผลกระทบจากการมีโครงการและการก่อสร้างโครงการต่อระบบการคมนาคมและการจราจรในปัจจุบัน อาทิเช่น ถนน ซอย,คลอง เปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีโครงการ
- เปรียบเทียบผลดีและผลเสียที่ได้รับจากโครงการในเชิงการสัญจร การขนส่ง ฯลฯ
- พิจารณาแผนการที่เหมาะสมและเป็นไปได้ที่ใช้ในการจัดการเส้นทางและการจราจรเพื่อลดผลกระทบจากโครงการ

3.2.1 การสำรวจภาคสนาม

3.2.1.1 สถานีสำรวจ ถนน ทางหลวง ตรอก ซอย ในระยะรัศมี 1 กิโลเมตร ของแนวทางระบบคมนาคมในระดับภาค

3.2.1.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์ ดังได้กล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อจัดทำแผนที่ในเบื้องต้น และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลตามระยะเวลา

3.2.2 วิธีการวัดและวิเคราะห์ ใช้แบบสอบถามและการนับปริมาณการจราจร

3.2.3 ผลการศึกษา

การนับปริมาณการจราจรในปัจจุบันโดย สจร. ซึ่งติดตั้งเครื่องนับจำนวนยานยนต์บนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี) ถนนพระราม 3 และถนนอื่นๆ โดยรอบบริเวณนี้ สำหรับระบบขนส่งมวลชนในบริเวณสายพระราม 3 นี้มีเพียงรถโดยสารประจำทางเท่านั้น เส้นทางของรถประจำทางที่ผ่านบริเวณนี้และการนับปริมาณจราจรแสดงได้ในตารางที่ 8.24

ตารางที่ 8.24 ปริมาณการจราจรและสายรถประจำทาง

ถนน	ปริมาณการจราจร			สายรถประจำทาง
	เฉลี่ย 1 วัน	ชั่วโมงเร่งด่วน - เช้า	ชั่วโมงเร่งด่วน - เย็น	
พระราม 3	40,631	1,924	995	28,89,ปอ205,ปอ25
จันทร์ตัดใหม่	NA	NA	NA	22 ,35, 62
สาธุประดิษฐ์	NA	NA	NA	30 ,35, 62
เจริญกรุง	44,199	1,473	1,101	77 ,115 ,116 ,ปอ.พ.3 ปอ.พ.9 ,ปอ.พ.20
สีลม	59,406	2,220	1,019	77 ,ปอ2 ,ปอ.พ.1, ปอ.พ.2 ปอ.พ.9 ,ปอ.พ.12 ,ปอ.พ.17 , ปอ.พ.20

จากตารางที่ 8.24 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยในแต่ละวันของถนนสีลมมีปริมาณ ยานยนต์มากที่สุดคือ 59,406 คัน โดยที่ชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้ามีจำนวนยานยนต์สูงถึง 2,220 คัน/ชั่วโมง และ 1,019 คัน/ชั่วโมงในช่วงเย็น สำหรับบริการขนส่งมวลชนรถโดยสารประจำทางส่วนใหญ่เป็นรถปรับอากาศและรถปรับอากาศพิเศษ รองลงมาคือถนนเจริญกรุงมีประมาณยานยนต์เฉลี่ยวันละ 44,199 คัน และถนนพระราม 3 เฉลี่ยวันละ 40,631 คัน โดยที่ชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้าบริเวณถนนพระราม 3 มีปริมาณการจราจรหนาแน่นกว่าถนนเจริญกรุง ส่วนในช่วงเย็นมีปริมาณการจราจรใกล้เคียงกัน สำหรับระบบขนส่งมวลชนรถโดยสารประจำทางเป็นรถโดยสารธรรมดาและรถปรับอากาศรวมทั้งปรับอากาศแบบพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับบริเวณถนนจันทร์ตัดใหม่และถนนสาธุประดิษฐ์ ไม่มีการติดตั้งเครื่องตรวจนับปริมาณการจราจร และมีสายรถโดยสารประจำทางผ่านเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.2.4 การประเมินผลกระทบ

3.2.4.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

การก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ซึ่งจะใช้พื้นที่บนผิวถนนในขนาดเดียวกันไปตลอดทั้งสายทาง ดังเช่นที่ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างก่อสร้างขณะนั้น แสดงให้เห็นถึงช่องทางการจราจรในแต่ละสายทางที่ถูกนำไปใช้เป็นพื้นที่การก่อสร้าง ซึ่งจะไปลดช่องทางในการจราจร การประเมินผลกระทบนั้นพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้

- ความกว้างของถนนในปัจจุบันและจำนวนช่องทางจราจร
- พื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้างและการลดจำนวนช่องทางจราจร
- ปริมาณการจราจรในปัจจุบัน
- สภาพการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

การก่อสร้างทางวิ่งของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 เกิดผลกระทบน้อยที่สุดบนถนนราชิวาสราชนครินทร์ (ถนนเลียบคลองช่องนนทรี) และถนนพระราม 3 เนื่องจากบนถนนพระราม 3 นั้นจะใช้พื้นที่เพียง 1 ช่องจราจรจากที่มีอยู่ 4 ช่องทาง เช่นเดียวกับที่จะใช้ทางด้านใต้ของถนนพระราม 3 ในการก่อสร้างซึ่งจะใช้ทางเดินเท้าและ 1 ช่องทางจราจร จากที่มีอยู่ 4 ช่องทาง ของถนนฝั่งใต้ ซึ่งปัญหาหลักสำหรับการจราจรติดขัดอาจเนื่องมาจากถนนทางด้านใต้มีซอยอยู่มากทำให้เกิดการกีดขวางขึ้น

นอกจากนั้นการก่อสร้างใช้คนงานประมาณ 4 กลุ่มๆละ 30 คน ดังนั้นจะต้องมีการเดินทางของคนงานประมาณ 120 คน ในช่วงเช้าและเย็นจากที่พักคนงานไปยังพื้นที่ก่อสร้างซึ่งต้องใช้รถประจำทาง 4 คัน/เที่ยวในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเย็น

3.2.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการจราจรและคมนาคมขนส่งช่วงการให้บริการของระบบ

ผลกระทบต่อการจราจรและการคมนาคมในช่วงการให้บริการของระบบประเมินจาก

- การให้บริการของรถโดยสารประจำทาง
- การลดจำนวนของรถยนต์ส่วนบุคคล
- จำนวนผู้โดยสารในระบบ

การให้บริการของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 จะช่วยขนส่งผู้โดยสารมากกว่า 300,000 คนต่อวัน และเป็นที่คาดหมายว่าผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล 50 % และผู้โดยสารรถยนต์ 50 % จะหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองและระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) คาดว่าจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางบนถนนเลียบคลองช่องนนทรีและถนนพระราม 3 จะลดลงประมาณ 30 % ซึ่งจำนวนรถยนต์จะลดลงประมาณ 40,631 คัน จากถนนพระราม 3 ถึง 44,199 คัน จากถนนเจริญกรุงและอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงถึง 28,430 และ 30,940 คัน และปัญหาการจราจรติดขัดจะได้รับการแก้ไขให้เบาบางลง ซึ่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการจราจรและคมนาคมขนส่ง สำหรับการให้บริการของระบบถือว่าเป็นผลกระทบทางด้านบวกของโครงการ

4. คุณภาพชีวิต

4.1 สภาพสังคม

สภาพสังคมของประชากรตลอดแนวเส้นทาง ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากโครงการทั้งๆที่ไม่ได้อยู่ในแนวเวนคืนที่ดินเพื่อสร้างทาง จึงควรพิจารณา

- วิเคราะห์ลักษณะทางสังคมของชุมชนในรัศมี 1 กิโลเมตรรอบโครงการ จำนวนประชากร เพศ อายุ ความพิการ เชื้อสาย ความเป็นอยู่ การไปมาหาสู่ และการกระจายตัวของประชากร
- สำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความดึงดูดใจในที่อยู่อาศัย ความแออัด ความเป็นส่วนตัว การไปมาหาสู่ในสังคม ฯลฯ ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างและการดำเนินโครงการ
- ประเมินผลกระทบต่อชุมชน ความสัมพันธ์ในชุมชน ความหนาแน่นของชุมชน ความแตกแยกของชุมชน ความรู้สึกเดือดร้อนรำคาญ ความพึงพอใจ ฯลฯ
- ประเมินผลกระทบที่มีต่อการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกและบริการของสังคม เช่น โรงพยาบาล สถานีตำรวจดับเพลิง ย่านการค้า ป้อมตำรวจ ห้องสมุด ฯลฯ

4.1.1 การสำรวจภาคสนาม

4.1.1.1 สถานีสำรวจ

- ประชากรและทรัพย์สิน รวมทั้งที่ดิน อาคาร ถนนส่วนบุคคลในเขตพื้นที่เวนคืน ที่จะต้องกำหนดให้ชัดเจน
- ประชากรภายในระยะ 1 กิโลเมตร สองข้างแนวถนนปัจจุบันที่มีการเวนคืน
- ประชากรภายในรัศมี 1 กิโลเมตร จากทางแยกที่มีการปรับปรุง
- ประชากรภายในพื้นที่โครงการ เฉพาะกลุ่มเป้าหมาย จำแนกเป็น ผู้ประกอบการห้างสรรพสินค้า ผู้บริหารสถาบันการศึกษาและหน่วยราชการ ผู้ประกอบการพาณิชย์ ผู้จัดสรรที่ดินและผู้อยู่อาศัยต่างๆ
- ประชากรอื่นๆ ที่อาศัยภายนอกเขตโครงการและพื้นที่ ซึ่งใช้ถนนโครงการเป็นเส้นทางคมนาคมประจำ

4.1.1.2 จำนวนครั้งที่เก็บ 2 ครั้ง โดยใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์ครั้งแรกทำ pre-test ครั้งต่อไปทำการสำรวจจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 แบบสอบถาม ให้เป็นไปตามแนวทางการวิเคราะห์ทางสังคมที่กำหนดในตารางที่ 1 และ 2 โดยจะต้องครอบคลุมผลกระทบขณะก่อสร้างและขณะใช้งาน และเปรียบเทียบผลกระทบที่ได้จากแบบสอบถามกับผลที่เกิดขึ้นจริงจากโครงการ

4.1.2 วิธีการวัดและวิเคราะห์ ใช้แบบสอบถาม

4.2 สภาพเศรษฐกิจ

โครงการอาจมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจในระดับชุมชน เมือง จังหวัด และภาค ซึ่งหากโครงการมีวัตถุประสงค์ในการทำให้เศรษฐกิจดีขึ้น เนื่องจากความสะดวกในการคมนาคม ควรต้องพิสูจน์ให้เห็นจริง

- วิเคราะห์สภาพเศรษฐกิจชุมชนในรัศมี 1 กิโลเมตรของโครงการ สัดส่วนในระดับเมือง จังหวัด ภาค รวมทั้งการจ้างงาน ธุรกิจ ไร่นา อุตสาหกรรม
- วิเคราะห์ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการจราจรติดขัดในโครงการข่ายคมนาคมปัจจุบัน
- วิเคราะห์ผลดีผลเสียทางเศรษฐกิจ ที่จะมีต่อชุมชน เมือง จังหวัด ภาค อันเนื่องมาจากการก่อสร้างโครงการ
- วิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินและทรัพย์สินและผลต่อเนื่อง

4.2.1 สำรวจภาคสนาม

4.2.1.1 สถานีสำรวจ ชุมชน หมู่บ้านในรัศมี 1 กิโลเมตรของแนวทาง ระบุในแผนที่เมืองหรือจังหวัดที่แนวทางผ่าน

4.2.1.2 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล อย่างน้อย 2 ครั้ง

ผลการศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจ

ในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในโครงการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองตามแนวสายทางพระราม 3 นั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบว่าในระหว่างการก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้างโครงการจะมีผลกระทบต่อประชากรกลุ่มต่างๆอย่างไรบ้าง ซึ่งกลุ่มที่ศึกษาเหล่านั้นได้แก่

1. กลุ่มผู้ใช้รถ-ใช้ถนน ที่ผ่านบริเวณพื้นที่โครงการเป็นประจำ
2. กลุ่มผู้เป็นเจ้าของหรือผู้บริหารกิจการ
3. กลุ่มผู้ที่มีสถานที่ทำงานอยู่ใกล้เคียงบริเวณพื้นที่โครงการ
4. กลุ่มผู้ที่มีที่อยู่อาศัยอยู่ใกล้เคียงบริเวณพื้นที่โครงการ

โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จักได้ดำเนินการป้องกัน และแก้ไขผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้ทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นการศึกษาถึงสภาพทางสังคมของประชากร ได้แก่ ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปทางประชากร สังคมและเศรษฐกิจ การสุ่มตัวอย่างได้กำหนดขนาดตัวอย่างแบบโควต้าไว้เท่ากับ 600 ตัวอย่างจากกลุ่มศึกษาต่างๆ และเลือกตัวอย่างอย่างเป็นระบบตามเส้นทางในเขตพื้นที่ศึกษา

จากที่สุ่มตัวอย่างมาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง มีอายุในช่วง 20-39 ปีเป็นส่วนใหญ่และมีการศึกษาในระดับปริญญาตรี ซึ่งประกอบอาชีพด้านลูกจ้างบริษัท ห้าง ร้านค้า โรงงาน เอกชนต่างๆ ส่วนที่รองลงมาจะรับราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ และ 2 ใน 3 ประกอบอาชีพเพียงอย่างเดียว ซึ่งรายได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 12,000-20,000 ต่อเดือน

ผลจากการศึกษาพบว่าในการเดินทางประจำวันนั้นใช้รถยนต์โดยสารประจำทางและรถยนต์ส่วนตัวเป็นพาหนะในการเดินทางเป็นส่วนใหญ่ แต่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งที่รู้จักหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับโครงการ ซึ่งส่วนใหญ่จะผ่านทางสื่อหนังสือพิมพ์และโทรทัศน์ โดยให้ความเห็นว่ารูปแบบของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่คิดว่าเหมาะสมนั้นได้แก่ รถรางไฟฟ้า และรถไฟลอยฟ้า ซึ่งมีความต้องการใช้เกือบครึ่งหนึ่งโดยให้เหตุผลว่าสะดวก รวดเร็ว ตรงเวลา ประหยัด ไม่ต้องหาที่จอดรถ และรถยนต์ส่วนตัวไม่สึกหรอ ส่วนผู้ที่ไม่ต้องการใช้ได้ให้เหตุว่าไม่มีเส้นทางจะไป ไม่มั่นใจระบบ มีรถส่วนตัวอยู่แล้ว สถานที่จอดรถที่จัดไว้ให้ไม่ปลอดภัย กลัวค่าโดยสารแพง กลัวจอดรถไม่สะดวก สำหรับค่าโดยสารนั้นส่วนใหญ่เห็นว่าค่วรอยู่ในช่วง 10-15 บาท

ในด้านความคิดเห็นที่มีต่อโครงการโดยภาพรวมนั้นจะเห็นด้วยกับการมีโครงการในระดับสูง โดยให้เหตุผลว่าจะช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัด เสียเวลาเดินทางน้อยลง สะดวก การจราจรบริเวณโครงการเมื่อทำเสร็จแล้วก็จะมีความสะดวกและคล่องตัวมากขึ้น ส่วนความคิดเห็นในระดับที่ต่ำโดยส่วนใหญ่จะไม่เห็นด้วยโดยให้เหตุผลว่าจะทำให้การจราจรติดขัดมากขึ้น เกิดฝุ่นละออง เกิดการสั่นสะเทือนจากการขุดเจาะ ซึ่งเหตุผลเหล่านี้เป็นเหตุผลของช่วงการทำโครงการ แต่หากโครงการเสร็จความคิดเห็นส่วนใหญ่ก็จะอยู่ในระดับสูงที่เห็นด้วยกับโครงการ ซึ่งจากการสอบถามพบว่า หากโครงการมีความจำเป็นต้องเวนคืนที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง ก็จะมีเพียง 12.3 % เท่านั้นที่ไม่ยอม นอกนั้นยินยอม แต่ต้องซื้อในราคาตลาดปัจจุบัน

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านสภาพสังคมและความคิดเห็นนั้นได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ในระหว่างการก่อสร้างกับภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ พบว่าโดยภาพรวมระหว่างการก่อสร้างนั้น ทางสภาพสังคมจะมีผลกระทบในทางลบระดับต่ำ ด้านความคิดเห็นก็มีผลกระทบในทางลบระดับต่ำเช่นกัน ส่วนภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จนั้นทางด้านสภาพสังคมจะมีผลกระทบในทางบวกระดับต่ำ ด้านความคิดเห็นก็มีผลกระทบในทางบวกระดับต่ำเช่นกัน

4.3 สุนทรียภาพ โบราณคดี สถาปัตยกรรม ศาสนา

สถานที่หรือสิ่งก่อสร้างที่มีคุณค่าพิเศษทางสุนทรียภาพ โบราณคดี ศาสนา สถาปัตยกรรม อาจได้รับผลกระทบจากการก่อสร้าง และการดำเนินโครงการจึงควรพิจารณา

- สำรวจสถานีและสิ่งก่อสร้างที่มีความสำคัญทางสุนทรียภาพ โบราณคดี ศาสนา สถาปัตยกรรม ในรัศมี 1 กิโลเมตรของแนวเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเมินผลกระทบในกรณีที่มีการรื้อถอน หรือผลกระทบจากมลภาวะต่อสถานที่และสิ่งก่อสร้าง และต่อผู้ใช้ประโยชน์ เป็นต้นว่า ความสั่นสะเทือน เสียง ฝุ่นละออง
- สำรวจทัศนคติของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับสถานที่สิ่งก่อสร้างที่มีคุณค่าพิเศษดังกล่าว และประเมินผลกระทบในด้านความรู้สึก
- พิจารณาหาทางเลี่ยงหรือมาตรการลดผลกระทบที่เป็นไปได้

4.3.1 การสำรวจภาคสนาม

4.3.1.1 สถานีสำรวจ สถานที่ในรัศมี 1 กิโลเมตร จากแนวทาง

4.3.1.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์ ดังได้กล่าวข้างต้น

4.3.1.3 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อจัดทำแผนที่ และเพื่อตรวจสอบตลอดจนสอบถามความคิดเห็น

4.3.2 วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลการขึ้นทะเบียนโบราณสถานจากกรมศิลปากร โดยเน้นโบราณสถานที่อยู่ตามแนวสายทางของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3

2. สำรวจภาคสนามโดยการสังเกตสถานที่สำคัญ เช่น วัดที่สามารถมองเห็นได้เมื่ออยู่บนถนน

4.3.3 ผลการศึกษา

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทยมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2325 นับเป็นเวลา 215 ปีตั้งแต่มีการก่อตั้งกรุงธนบุรีเป็นต้นมา จึงเป็นแหล่งสะสมของศิลปวัฒนธรรมอันล้ำค่าของประเทศ ซึ่งมีรูปลักษณ์ที่แสดงให้เห็นถึงลำดับของการพัฒนาการ ซึ่งมีทั้งการสืบต่อจากของเดิมที่มีอยู่ หรือจากที่ได้รับจากอิทธิพลของถิ่นอื่น ซึ่งจะแสดงออกให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรม

สำหรับโบราณสถานในกรุงเทพมหานครที่พบในบริเวณสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 เป็นศาสนสถานมี 3 แห่งด้วยกัน คือ วัดช่องนนทรี วัดโพธิ์แมน และวัดดอกไม้ สำหรับวัดช่องนนทรีได้ขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถานไว้ที่กรมศิลปากร วัดช่องนนทรีมีสิ่งสำคัญคือ อุโบสถและเจดีย์ราย วัดนี้เป็นวัดราษฎร์ มีมาแต่โบราณ โดยไม่ปรากฏหลักฐานการก่อสร้าง สันนิษฐานจากรูปแบบศิลปกรรมภาพในวัดว่า คงจะสร้างขึ้นในสมัยอยุธยาตอนกลางถึงตอนปลาย ปัจจุบันนี้อุโบสถได้รับการดูแลรักษาปรับปรุงและยังคงใช้งานอยู่แต่เจดีย์รายหลายองค์ชำรุด วัดช่องนนทรีขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถานตั้งแต่ปี พ.ศ.2520 จากกึ่งกลางของถนนนราธิวาสราชนครินทร์วัดช่องนนทรีอยู่ห่างออกไปเพียง 50 เมตร

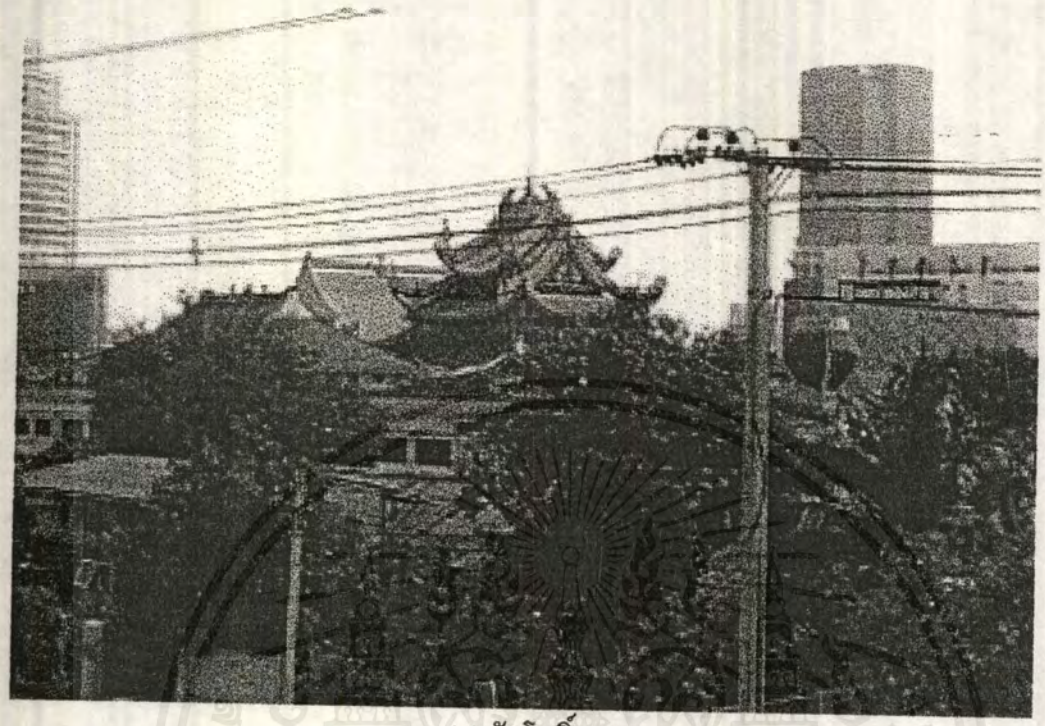
สำหรับศาสนสถานที่กล่าวถึงในเบื้องต้นอีก 2 แห่งนั้น สามารถมองเห็นได้เมื่ออยู่บนท้องถนน โดยที่วัดโพธิ์แมนอยู่ห่างจากถนน 100 เมตร และวัดดอกไม้อยู่ห่างจากถนน 25 เมตร ภาพของวัดทั้งสามแห่งแสดงไว้ในรูปที่ 8.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) วัดช่องนนทรี

(ข) วัดดอกไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) วัดโพธิ์แมน

รูปที่ 8.11 แสดงศาสนสถานและโบราณสถานตลอดแนวคลองพระราม 3-ช่องนนทรี

ตารางที่ 8.25 รายชื่อของศาสนสถานและโบราณสถานตลอดแนวสายทาง 11.83 กิโลเมตร ของสายทางพระราม 3

ชื่อ	ระยะห่างจากแนวสายทาง (เมตร)	สามารถมองเห็นได้จากถนน		การขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถาน
		เห็น	ไม่เห็น	
วัดช่องนนทรี	50	✓	-	2520
วัดโพธิ์แมน	100	✓	-	-
วัดดอกไม้	25	✓	-	-

4.3.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

4.3.4.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านโบราณสถานระหว่างการก่อสร้าง

ที่ตั้งโบราณสถานที่สามารภมองเห็นได้จากแนวเส้นทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 คือ วัดโพธิ์แมนที่อยู่ทางฝั่งตะวันตกของคลองช่องนนทรี วัดช่องนนทรีทางด้านเหนือของถนนพระราม 3 และวัดดอกไม้ทางทิศเหนือของถนนพระราม 3 ระหว่างการก่อสร้างทางวิ่งและสถานี ความสั่นสะเทือนที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการก่อสร้าง ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องความสั่นสะเทือน ในระยะทาง 100 เมตรจากแหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำเนิดไปยังวัดโพธิ์แมนจะไม่ได้รับความสั่นสะเทือน สำหรับวัดช่องนนทรีและวัดดอกไม้ซึ่งอยู่ห่างจากจุดกำเนิดความสั่นสะเทือนเป็นระยะทาง 50 และ 25 เมตร ตามลำดับ จะได้รับความสั่นสะเทือนในระดับ 1.044 และ 0.176 มิลลิเมตร/วินาที ตามลำดับ สำหรับระดับความสั่นสะเทือนที่วัดแต่ละแห่งจะได้รับเป็นระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญ ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบที่จะทำให้ศาสนสถานและโบราณสถานดังกล่าวได้รับความเสียหายจากกิจกรรมระหว่างการก่อสร้าง

4.3.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมช่วงการให้บริการของระบบ

ในช่วงการให้บริการของระบบความสั่นสะเทือนจากขบวนรถวิ่งจะส่งผลกระทบไปยังศาสนสถานและโบราณสถานในระดับต่ำมากเนื่องจากความสั่นสะเทือนที่จุดกำเนิดอยู่ในระดับต่ำ 2.13×10^{-3} มิลลิเมตร/วินาที เช่นกัน ดังนั้นช่วงการให้บริการของระบบจึงไม่มีผลกระทบในด้านที่จะทำให้โบราณสถานเกิดความเสียหายหรือเสื่อมคุณค่าลง

4.4 ทัศนียภาพ

ทัศนียภาพทั้งมองจากโครงการและมองสู่โครงการเป็นประเด็นสำคัญในการพิจารณาผลกระทบด้วยเช่นกัน

- ศึกษารายละเอียด แนวเส้นทาง ตำแหน่งที่ตั้ง รูปแบบของโครงการ การออกแบบภูมิทัศน์ประกอบโครงการ
- ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินชุมชน อาคาร สิ่งก่อสร้างต่างๆ สิ่งก่อสร้าง/สถานที่ ที่มีคุณค่าพิเศษ
- สำรวจทัศนคติของผู้ใช้เส้นทางและผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณโครงการเกี่ยวกับทัศนียภาพที่จะเกิดขึ้นและที่ต้องการ
- วิเคราะห์ผลกระทบต่อผู้ที่ใช้โครงการ
- ความเหมาะสมของรูปแบบและสิ่งประกอบอื่นๆ เช่น ป้าย สัญญาณไฟ แนวกั้นถนน ฯลฯ
- ความเหมาะสมของสภาพภูมิทัศน์สองข้างทาง การลดความซ้ำซาก การสร้างจุดสนใจ ความต่อเนื่องของภาพ การกำหนดตำแหน่งในการเดินทาง
- วิเคราะห์ผลกระทบต่อผู้ที่อยู่อาศัยโดยรอบโครงการ
- ขอบเขตของผลกระทบและความสัมพันธ์ของโครงการกับสภาพแวดล้อมในทัศนียภาพ
- การบดบังหรือขวางกั้นทัศนียภาพการรบกวนบริเวณหรืออาคารที่มีความสวยงามพิเศษ
- สรุปรายละเอียดโดยใช้ภาพวาด & ภาพถ่าย
- วางมาตรการลดผลกระทบอันได้แก่
  - แนวทางเลือกอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า อาทิเช่น เส้นทาง ตำแหน่ง รูปแบบ
  - แนวทางการรักษาสภาพภูมิทัศน์ให้เหมาะสมตลอดไป การควบคุมการก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้าง และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอื่นๆ ในบริเวณข้างเคียงและอยู่ในเขตผลกระทบทางด้านทัศนียภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การสำรวจภาคสนาม

4.4.1.1 สถานีสำรวจ

- สภาพภูมิทัศน์ตลอดระยะ 1 กิโลเมตรสองข้างทางคมนาคมตามโครงการนี้ทั้งหมด และภายในรัศมี 1 กิโลเมตรของทางแยก
- โบราณสถานที่ขึ้นทะเบียน (ถ้ามี) ภายในระยะทางดังกล่าว
- จุดมองที่สำคัญบริเวณศูนย์การค้า มหาวิทยาลัย สนามกีฬา โรงพยาบาล สวนสาธารณะ และอื่นๆ

4.4.1.2 ตัวแปรที่วิเคราะห์ ประเภทภูมิทัศน์และระดับการบดบังจากจุดมองที่สำคัญ

4.4.1.3 จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล อย่างน้อย 1 ครั้ง โดยภาพถ่ายและการสังเกตการณ์

4.4.2 วิธีการศึกษา

1. ทำการสำรวจทัศนียภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันบริเวณพื้นที่โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3
2. ถ่ายภาพบันทึกทัศนียภาพที่พบเห็นไว้
3. ทำการซ้อนภาพ (Over lay) รถไฟฟ้าขนาดเบาของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 ลงบนภาพถ่ายทัศนียภาพปัจจุบันที่ได้จากการสำรวจสถานที่จริง
4. ทำการประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างและช่วงการให้บริการเดินรถต่อทัศนียภาพโดยรอบ

4.4.3 ผลการศึกษา

ทัศนียภาพสองฝั่งถนนตามถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี) เต็มไปด้วยอาคารสูงรูปทรงทันสมัยและสวยงาม กรุงเทพมหานครได้ดำเนินการก่อสร้างสวนหย่อมและทำการปรับปรุงทางเท้าตลอดสองข้างทางให้เกิดความงดงามได้เป็นอย่างดี และยังมีพื้นที่ว่างเปล่าอยู่เป็นบางส่วน เส้นทางในช่วงนี้มีทางด่วนขั้นที่ 2 ตัดผ่านก่อนถึงทางแยกถนนพระราม 3 พื้นที่ฝั่งติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาตอนปลายของถนนนราธิวาส ซึ่งถนนสองข้างทางส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่ที่ทัศนียภาพไม่งดงาม ประกอบด้วยอาคารพานิชย์รุ่นเก่าที่กำลังเสื่อมโทรม โรงงานและอู่ซ่อมในพื้นที่ฝั่งติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา ในบางส่วนได้มีการก่อสร้างอาคารพานิชย์ที่เป็นตึกสูงไว้หลายแห่ง ถนนพระราม 3 ส่วนหนึ่งตัดกับทางขึ้นสะพานพระราม 9 และสายทางนี้สิ้นสุดที่ทางแยกถนนพระราม 3 และเจริญกรุง ดังแสดงในรูปที่ 8.12 และ 8.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.12 แสดงทัศนียภาพบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี)

รูปที่ 8.13 แสดงทัศนียภาพบริเวณถนนพระราม 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

4.4.4.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างการก่อสร้าง

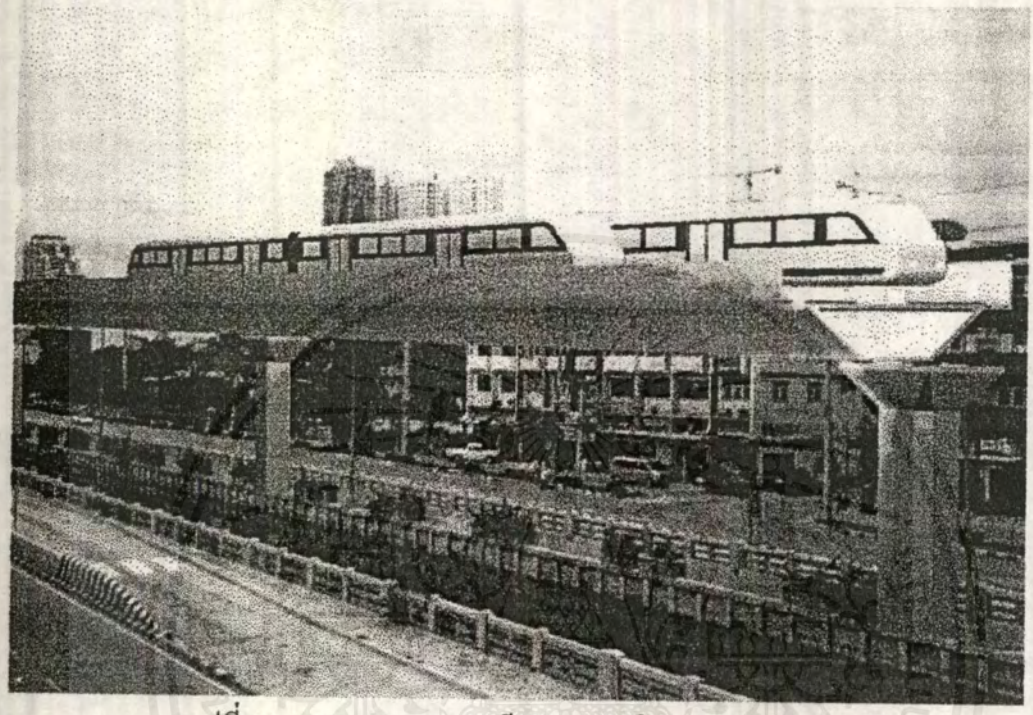
ระหว่างการก่อสร้างโครงการจะมีกิจกรรมการขนย้ายอุปกรณ์ และเครื่องมือก่อสร้างเข้าสู่โครงการ และทำการขุดเจาะพื้นที่เพื่อการก่อสร้างฐานราก ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ ที่พักพนักงาน และกองวัสดุต่างๆ ทำให้มีทัศนียภาพที่ไม่งดงามเป็นการชั่วคราวไปเป็นระยะๆ ของพื้นที่ก่อสร้างสายทาง ในขณะเดียวกันการนำองค์ประกอบโครงสร้างต่างๆเข้าสู่พื้นที่ อาทิเช่น ขาตั้งแบบ เทเสารับราง การวาง โครงสร้างของราง การนำอุปกรณ์โครงสร้างเหล็กต่างๆ เข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างนั้นๆ จะทำให้ทัศนียภาพงดงามน้อยลงไป ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของทัศนียภาพบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงชั่วคราวและบางอย่างเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร จะแสดงการบดบังทัศนียภาพของการก่อสร้าง

4.4.4.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมช่วงการให้บริการเดินรถ

ภายหลังการคืนพื้นที่ก่อสร้างแล้ว ทัศนียภาพโดยส่วนรวมของเส้นทางจะได้รับการแต่งเติมให้สวยงามเทียบเท่าของเดิมที่มีการรื้อถอนไป ในขณะเดียวกัน ส่วนโครงสร้างยกระดับของสายทางรวมทั้งตัวสถานีและขบวนรถจะมีการออกแบบด้วยสถาปัตยกรรมที่กลมกลืนกับสภาพพื้นที่ ช่วยเสริมสร้างให้เกิดภูมิทัศน์ที่งดงามทันสมัยมากขึ้น

รูปที่ 8.14 และ 8.15 แสดงภาพซ้อนของระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้าขนาดเบา บนภาพถ่ายสถานที่จริงของสายทางระบบขนส่งมวลชนขนาดรองสายพระราม 3 บนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (คลองช่องนนทรี) และถนนพระราม 3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.14 แสดงภาพรถรางเลียบคลองบริเวณคลองช่องนนทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 8.15 รถรางเลียบคลองพระราม 3

บทที่ 9
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ข้อสรุปด้านวิศวกรรม

- ทางวิ่งและสถานีเป็นชนิดยกระดับ จะแก้ไขการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการลงทุนก็ไม่สูงมากนัก ส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสามารถออกแบบเพื่อลดผลกระทบได้
- การใช้ระบบรถไฟฟ้าขนาดเบาในโครงการ เพราะมีความจุเพียงพอกับความต้องการและเป็นระบบที่รู้จักกันแพร่หลาย
- ระดับสันรางควรอยู่ที่ระยะ 11 เมตร เหนือระดับพื้นดิน ทำให้มีช่องว่างที่เหมาะสมระหว่างคานทางวิ่งกับสะพานคนข้ามที่มีอยู่ยกเว้นทางด่วน
- สถานีแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นชานชาลายาว 80 เมตร และชั้นขายตั๋วยาว 50 เมตร ซึ่งเพียงพอกับปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการ
- อู่จอดซ่อมมีแห่งเดียวที่โรงงานบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีพื้นที่เพียงพอ โดยอู่จอดซ่อมต้องทำหน้าที่ทั้งเป็นอู่ซ่อมบำรุงหนักและเบา

2. ข้อสรุปด้านการวางแผนการขนส่ง

- การนำเอาแบบจำลอง UTDM มาใช้ประสบความสำเร็จ การนำเอามาดัดแปลงใช้ในการศึกษานี้ให้ผลเรื่องปริมาณผู้โดยสารในแนวเส้นทางได้ดี เนื่องจาก UTDM มีวิธีแสดงประเภทพาหนะขนส่งที่มีความสะดวกสบายน้อยและสูงที่พิเศษ ผลเรื่องปริมาณผู้โดยสารที่ได้ในการศึกษานี้ยึดถือได้พอควร
- แม้ว่าจะมีผลคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสาร ที่ยึดถือได้พอควร แต่สายทางพระราม 3 นั้นได้ตัวเลขปริมาณการโดยสารที่ดีกว่า ผู้ทำวิจัย เชื่อว่าผลดังกล่าวสามารถปรับให้ดีขึ้นได้เมื่อวิเคราะห์ให้ละเอียดถี่ถ้วนกว่านี้
- การปรับผลตัวเลขปริมาณการโดยสารให้ดีขึ้นอาจทำได้ด้วยการปรับแก้ข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและด้านประชากรศาสตร์ในสายทางพระราม 3 ให้ดีขึ้น การคาดการณ์ของแบบจำลอง UTDM ในพื้นที่นี้กระทำก่อนที่จะมีการพัฒนาในพื้นที่เมื่อไม่นานมานี้ อย่างเช่น การย้ายตำแหน่งสำนักงานใหญ่ของธนาคารไทยที่สำคัญหลายๆธนาคารเพื่อการศึกษา ฉะนั้นการคาดการณ์ของ UTDM อาจไม่แสดงให้เห็นถึงผลของการพัฒนาในพื้นที่โดยทั้งหมด
- ไม่มีการพิจารณารายได้จากแหล่งอื่นนอกจากค่าโดยสารเป็นสำคัญ ในสายทางพระราม 3 มีโอกาสในการพัฒนาพื้นที่ร่วมจุดมากมายอย่างเห็นได้ชัดในหลายสถานี ซึ่งจะทำให้มีโอกาสที่จะได้กระแสเงินสดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลอาจจะมีความคลาดเคลื่อนจากเหตุการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากมีหลายๆปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง การนำข้อมูลไปใช้ควรจะปรับแก้ข้อมูลที่จะป้อนเข้าไปให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบันเสมอ

3. ข้อสรุปทางด้านการเงิน

- หลังจากที่ได้พิจารณาทางเลือกในการให้เงินใช้จ่ายในโครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดเบาเลียบคลองหลายๆ ทางอย่างถี่ถ้วนแล้ว ได้ข้อสรุปว่าทางเลือกที่น่าจะดีที่สุดสำหรับกรุงเทพฯ ในการปฏิบัติคือ การร่วมทุนกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน
- เมื่อทดสอบแผนการเงินแบบร่วมทุนกันแล้ว แผนการเงินที่เสี่ยงน้อยที่สุดสำหรับทุกฝ่ายคือ แผนการเงินแบบผสม ก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ ซึ่งทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจะมีหุ้นเกือบจะเท่าๆกันในโครงการ การนำแผนการเงินแบบนี้ไปใช้โดยทั่วๆไปนั้น รัฐจะสนับสนุนค่าใช้จ่ายร้อยละ 25 ของค่าก่อสร้างงานโยธา และภาคเอกชนจะสนับสนุนเงินค่าใช้จ่ายเรื่องระบบเครื่องกลไฟฟ้าอีกร้อยละ 25
- ในแผนการเงินแบบผสม ก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ ผู้ได้รับสัมปทานจะได้รับจำนวนเงินทั้งหมดจากการดำเนินการตั้งแต่ช่วงสัมปทานไปจนถึงการได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนที่คาดหวัง ปัญหาของผลตอบแทนนี้ ไม่ว่าจะสูงเกินหรือต่ำกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ เป็นหัวข้อที่จะต้องต่อรองกันก่อนทำสัญญา
- ผลตอบแทนทางการเงินที่สามารถคาดหวังได้นั้น จะเปลี่ยนแปลงขึ้นกับระดับอัตราค่าโดยสารอย่างมาก ในการศึกษานี้จะใช้ค่าโดยสารที่สูงกว่าของระบบขนส่งมวลชนหลักเล็กน้อย เมื่อเดินทางในระยะสั้นลง ค่าโดยสารของระบบขนส่งมวลชนเลียบคลองที่มีราคาค่าขึ้นโดยสาร 10 บาท + 0.50 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งสูงกว่าของระบบขนส่งมวลชนหลักที่มีค่าขึ้นโดยสาร 6 บาท + 1 บาทต่อกิโลเมตร ค่าโดยสารที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยนี้ทำให้มีผู้โดยสารน้อยลงแต่ทำให้มีรายได้จากค่าโดยสารเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก
- ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินสำหรับเส้นทางรถรางเลียบคลองสายพระราม 3 โดยใช้แผนการเงินแบบผสม ก่อสร้าง-โอนสิทธิ์-ดำเนินการ และอัตราค่าโดยสารพื้นฐานดังอธิบายข้างต้น จากการใช้ปัจจัยทั้งสองนี้ จะได้อัตราผลตอบแทนภายในทางด้านการเงินจากสินทรัพย์ของเอกชนผู้ลงทุนเป็นร้อยละ 18.81 ซึ่งทำให้ผลตอบแทนจากการดำเนินโครงการรถรางเลียบคลองนี้ เป็นที่น่าสนใจของผู้รับสัมปทาน

4. ข้อสรุปทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในการศึกษานี้มุ่งศึกษาปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมของสายทางพระราม 3

- ตลอดทั้งสายทางพระราม 3 นั้น จะไม่มีความสูญเสียหรืออันตรายในระยะยาวที่แก้ไขไม่ได้ อันเกิดจากการก่อสร้างสายทางระบบขนส่งมวลชน

เอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในระยะสั้น จะมีผลกระทบชั่วคราวอันเกิดระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งเป็นผลกระทบที่เกี่ยวกับคุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ ระดับเสียงรบกวน การบดบังสายตา และการทำให้ผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับเสียสมาธิ จะชี้กำหนดผลกระทบต่างๆ ทั้งหมดนี้ว่ามีอะไรบ้างและมีมาตรการในการทำให้ผลกระทบเหล่านี้เบาบางลงได้อย่างไร ซึ่งควรรวมมาตรการต่างๆ เหล่านี้ให้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารที่เกี่ยวกับการก่อสร้างของโครงการ

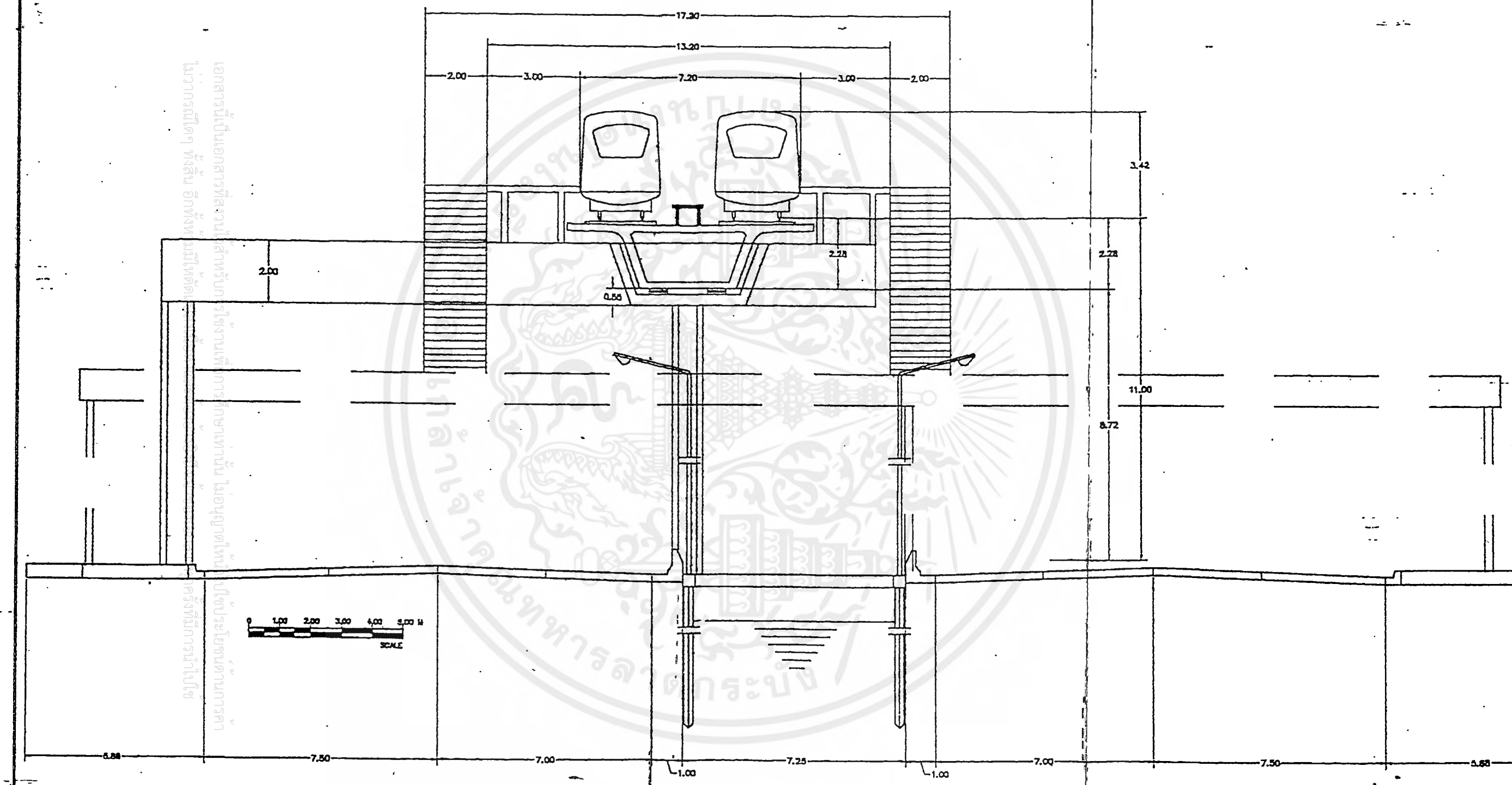
5. ข้อเสนอแนะ

การดำเนินโครงการรถรางเลียบคลองสายพระราม 3 สามารถทำได้ทันที โครงการนี้มีความง่ายในการก่อสร้าง มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ มีปริมาณการเดินทางสูงและมีเส้นทางต่อเชื่อมมาก เป็นโอกาสที่จะขยายความเจริญของพื้นที่ และผลตอบแทนทางการเงินต่อผู้ลงทุนทำให้โครงการนี้เป็นที่น่าสนใจ

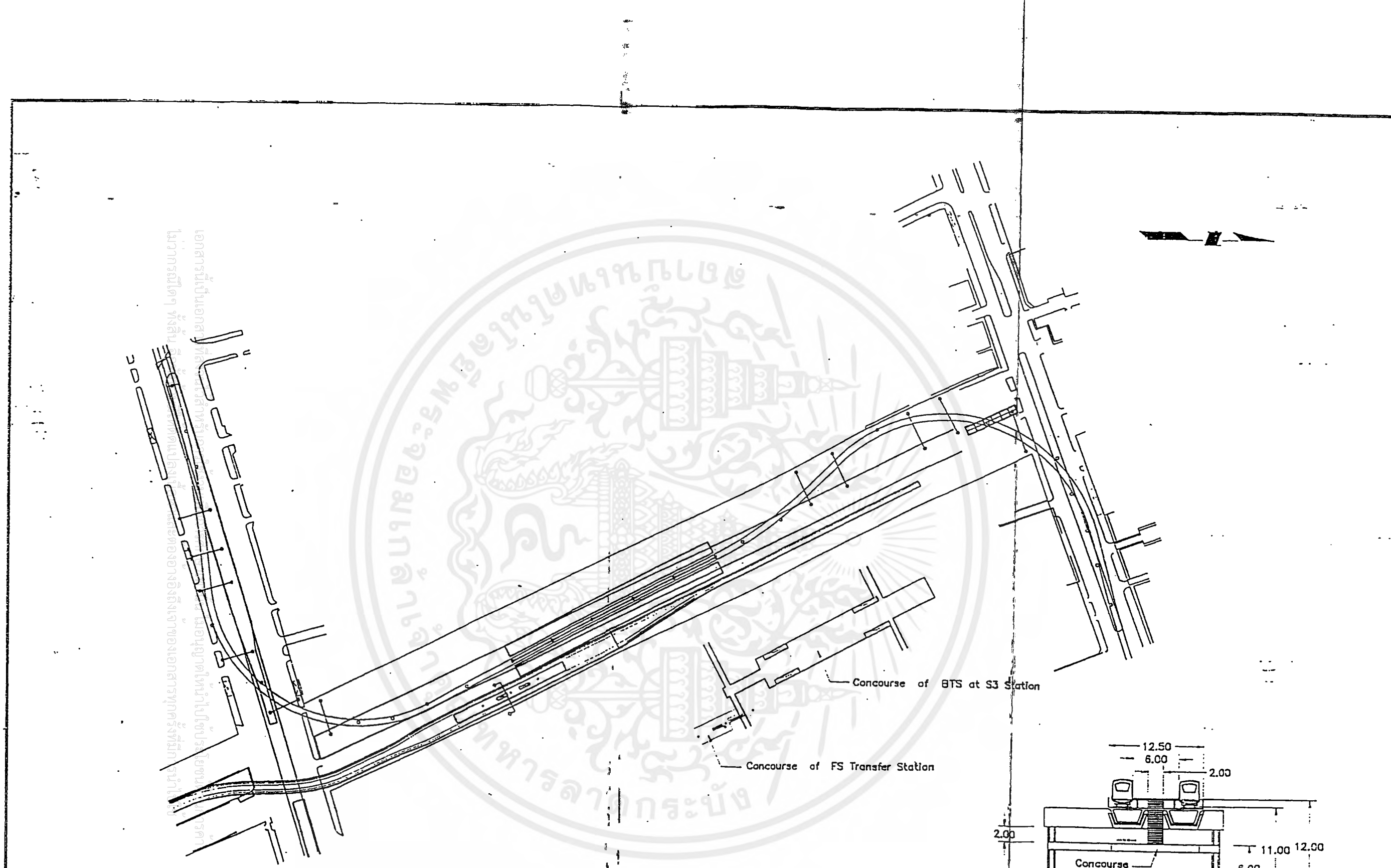
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

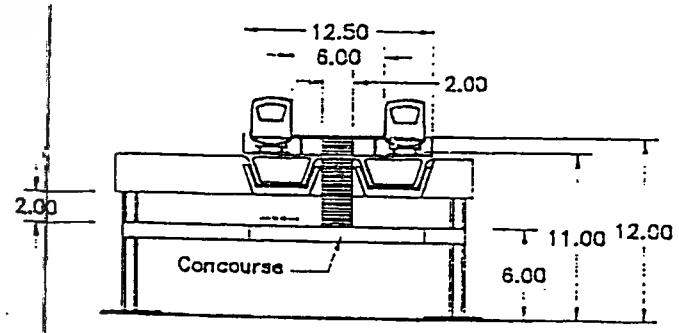
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SIDE PLATFORM STATION AT RAMA III ROAD

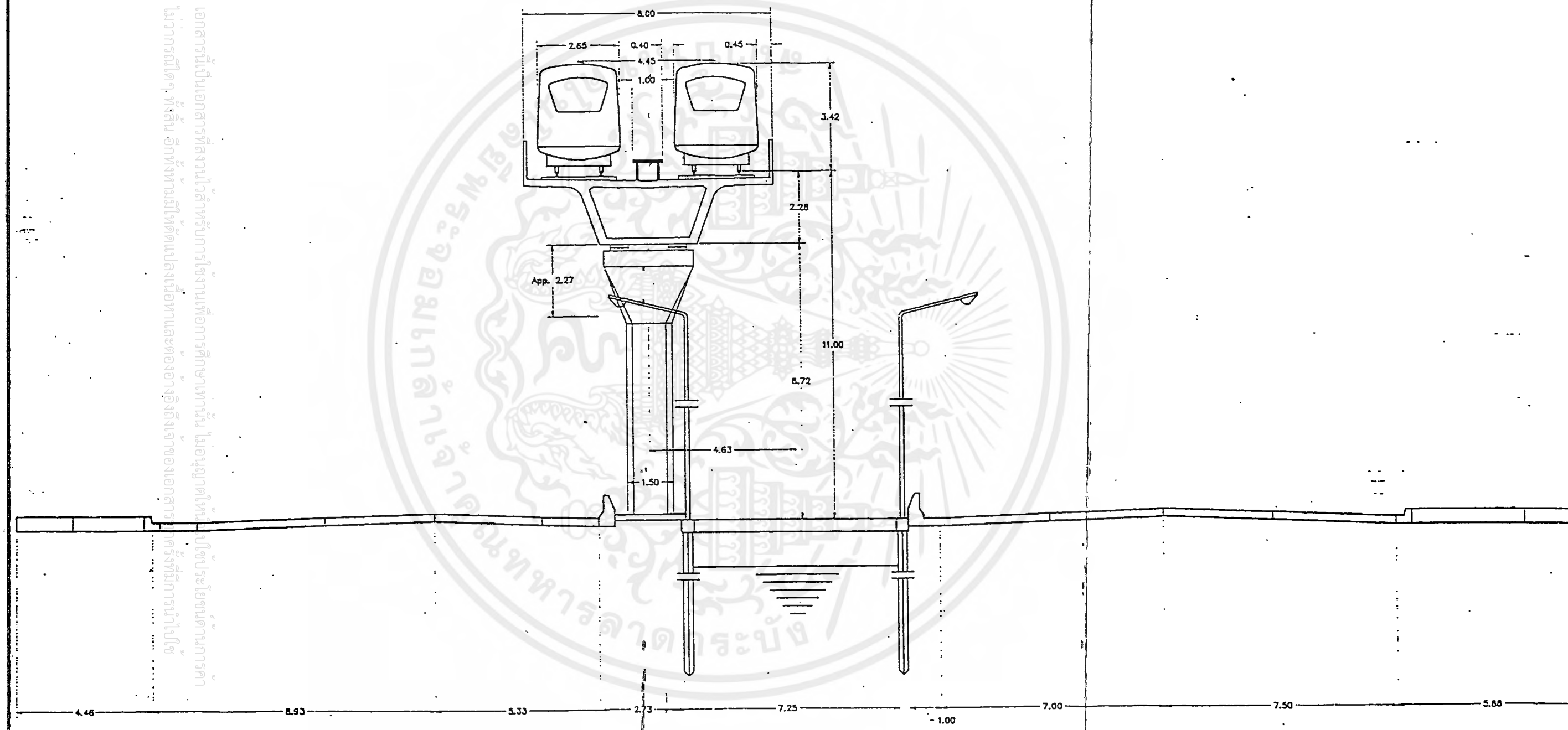




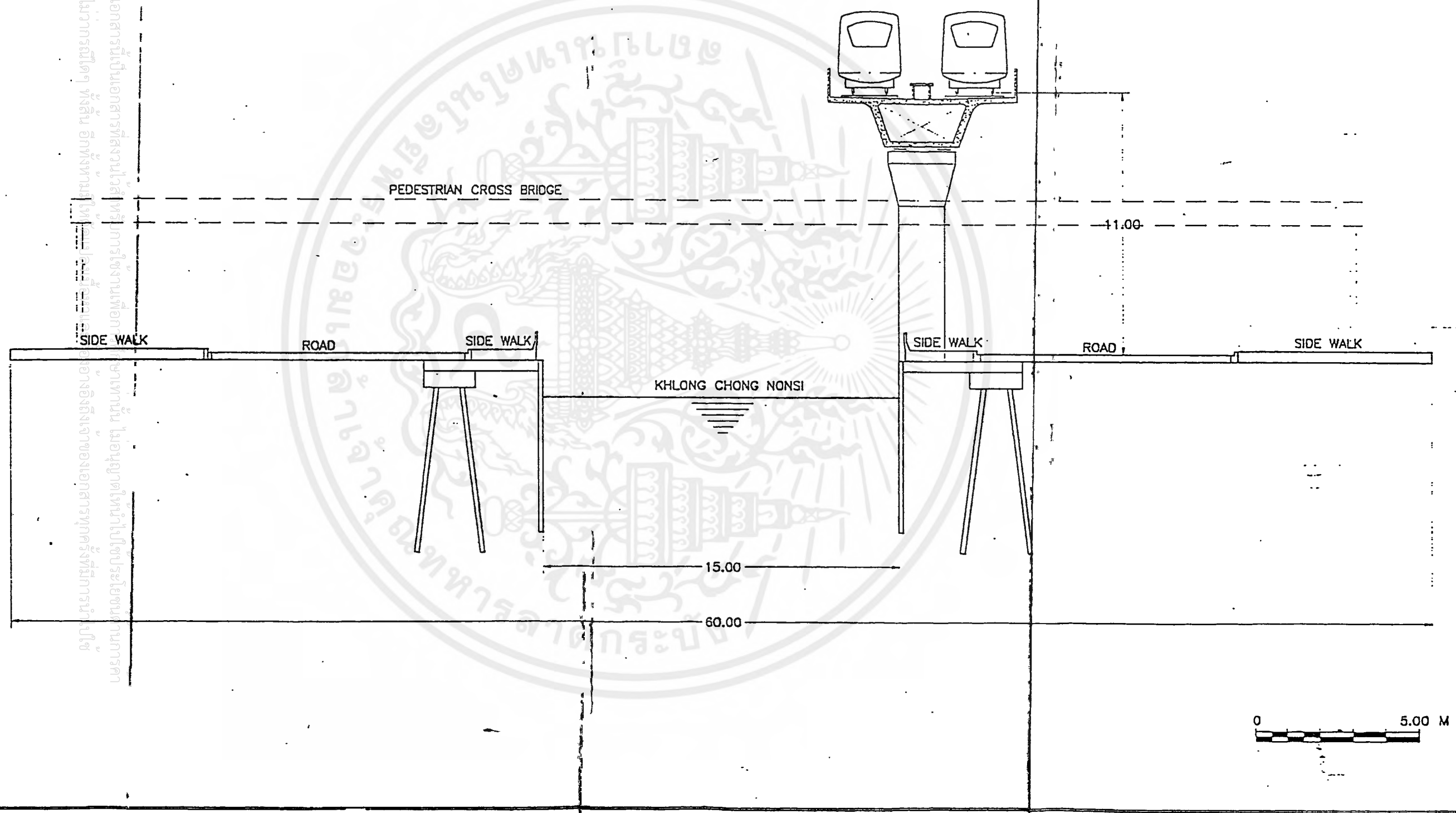
Cross Section of Transfer Station Between RM3 and S3 of BTS

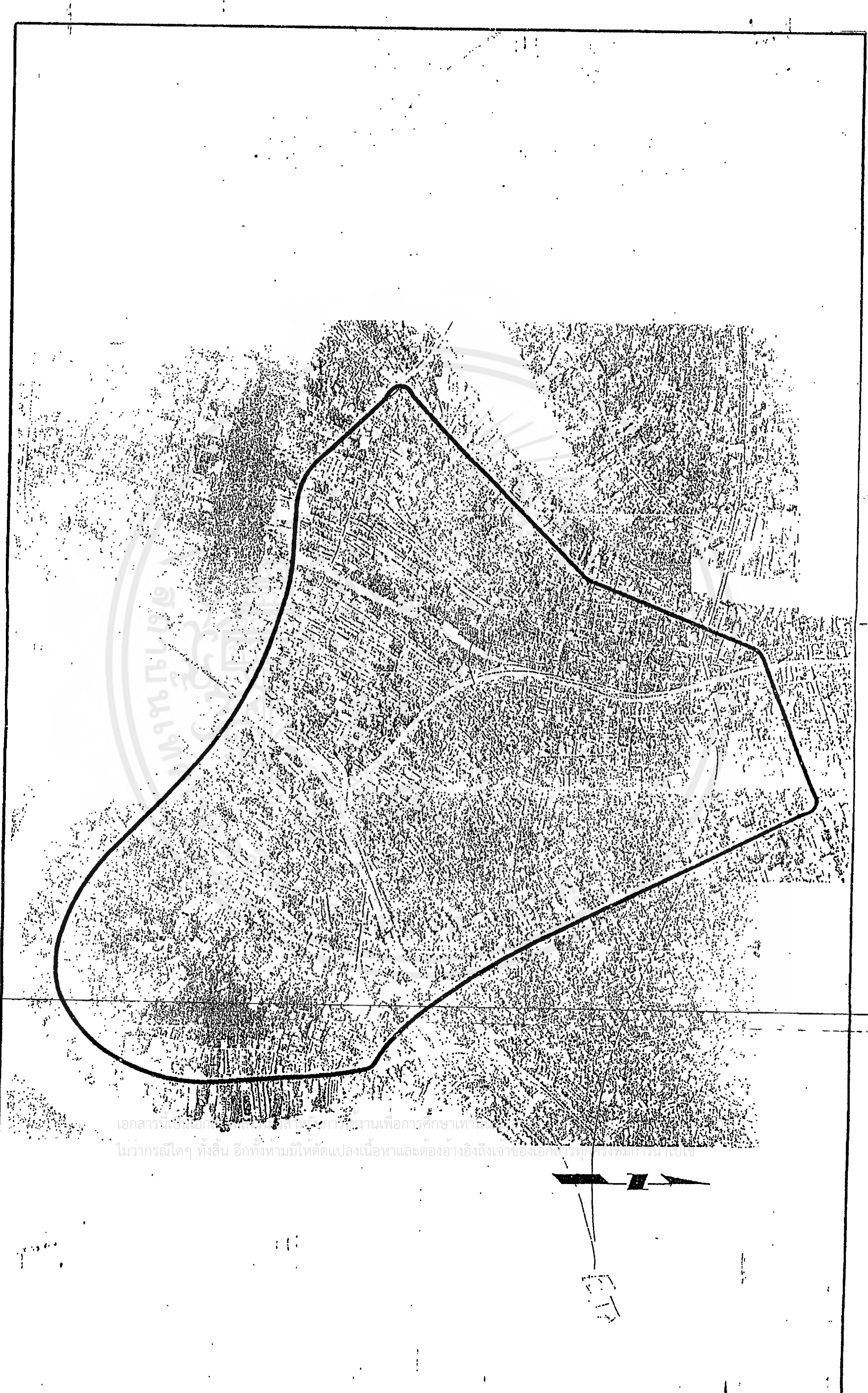
Scale

As Shown



Typical Section at Rama 3 Road


PEDESTRIAN CROSS BRIDGE
11.00
SIDE WALK
ROAD
SIDE WALK
KHLONG CHONG NONSI
SIDE WALK
ROAD
SIDE WALK
15.00
60.00
0
5.00 M



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BEGINNING OF PROJECT STA.0+000

STA. 0+800

MATCH LINE

SOI PIPAT

SATHORN TANEE

SOI PINIT CHAN KADEE

KHLONG CHONG NONSI ROAD

SILOM ROAD

SATHORN ROAD

BTS STATION

HIP/01

HIP/02

Station 01 Type 1
Ch.0+305.047

TC CH 0+376.062

CT CH 0+447.495

TC CH 0+479.937

CT CH 0+550.012

Curve Data : HIP/01	
N1,517,236.688 E665,804.870	
△16°-22'-16"RT	R = 250.000 m.
T = 35.961 m.	Lc = 71.433 m.
	E = 2.573 m.
TC CH 0+376.062	CT CH 0+447.495

Curve Data : HIP/02	
N1,517,134.682 E665,823.380	
16°-03'-36"LT	R = 250.000 m.
T = 35.269 m.	Lc = 70.075 m.
	E = 2.476 m.
TC CH 0+479.937	CT CH 0+550.012

50 100 150 200 M.

LEVEL

54.00 53.00 52.00 51.00 50.00 49.00 48.00 47.00 46.00 45.00 44.00 43.00 42.00 41.00 40.00 39.00 38.00 37.00 36.00 35.00 34.00

RAIL PROFILE

EXISTING GROUND

0.000% 0.000% 0.000%

Ch.0+265.047 Ch.0+345.047

GRADE LINE

PLAN LINE

TOR LEVEL 48.000 48.000 48.000 48.000 48.000 48.000 48.000 48.000 48.000

CH. 0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800

CH. 0+800 | 0+900 | 1+000 | 1+100 | 1+200 | 1+300 | 1+400 | 1+500 | 1+600 | 1+700 | 1+800

TOR LEVEL 48.000

PLAN LINE

GRADE LINE

LEVEL 43.00

34.00 35.00 36.00 37.00 38.00 39.00 40.00 41.00 42.00 43.00 44.00 45.00 46.00 47.00 48.00 49.00 50.00 51.00 52.00 53.00 54.00

EXISTING GROUND

RAIL PROFILE

0.000%

Ch 1+496.622

Ch.1+576.622

Station 02 Type 1

Ch.1+536.622

MATCH LINE

STA. 0+800

STA. 1+800

KHLONG CHONG NONSI ROAD

THANON AKHAN SONGKHRO

THANON AKHAN SONGKHRO 2

THANON AKHAN SONGKHRO SAI THI 3 KHO

SOI THARAPOON

WITTAYA LA TECHNIC KRUNGTHEP

0 50 100 150 200 M.

N

666200 E 1516000 N

666100 E 1516200 N

666000 E 1516400 N

665900 E 1516600 N

665800 E 1516800 N

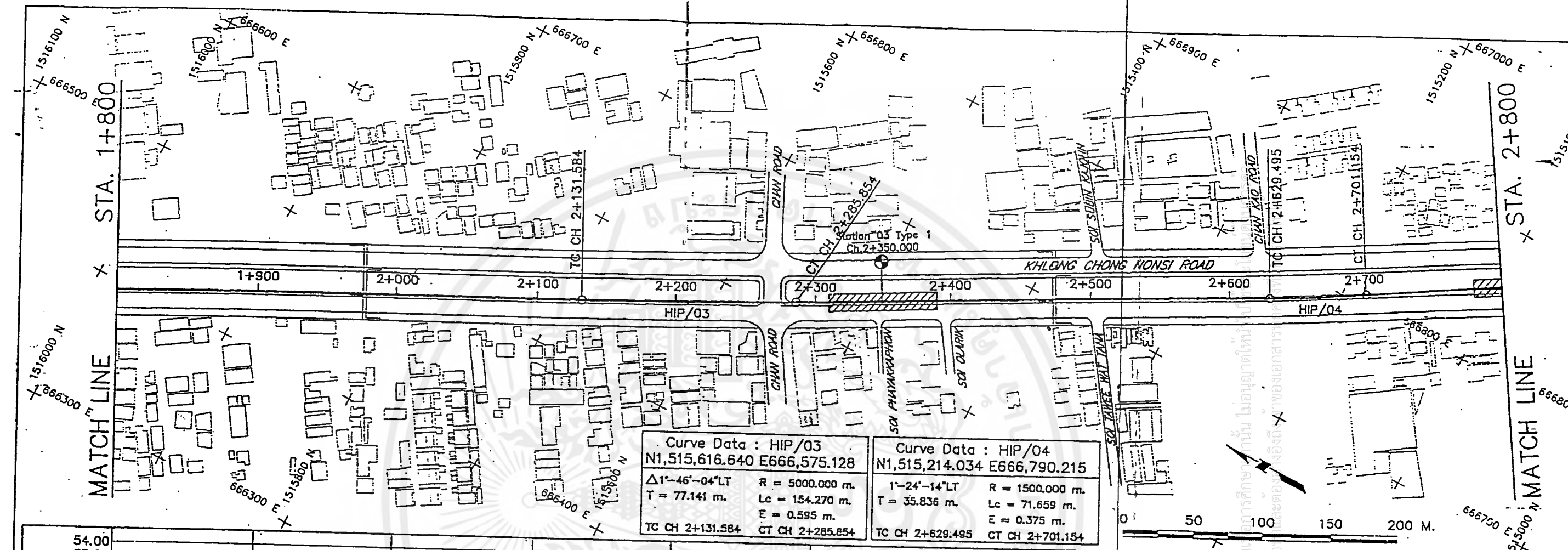
665500 E 1515000 N

666300 E 1516800 N

666400 E 1516400 N

665600 E 1515200 N

665700 E 1515000 N

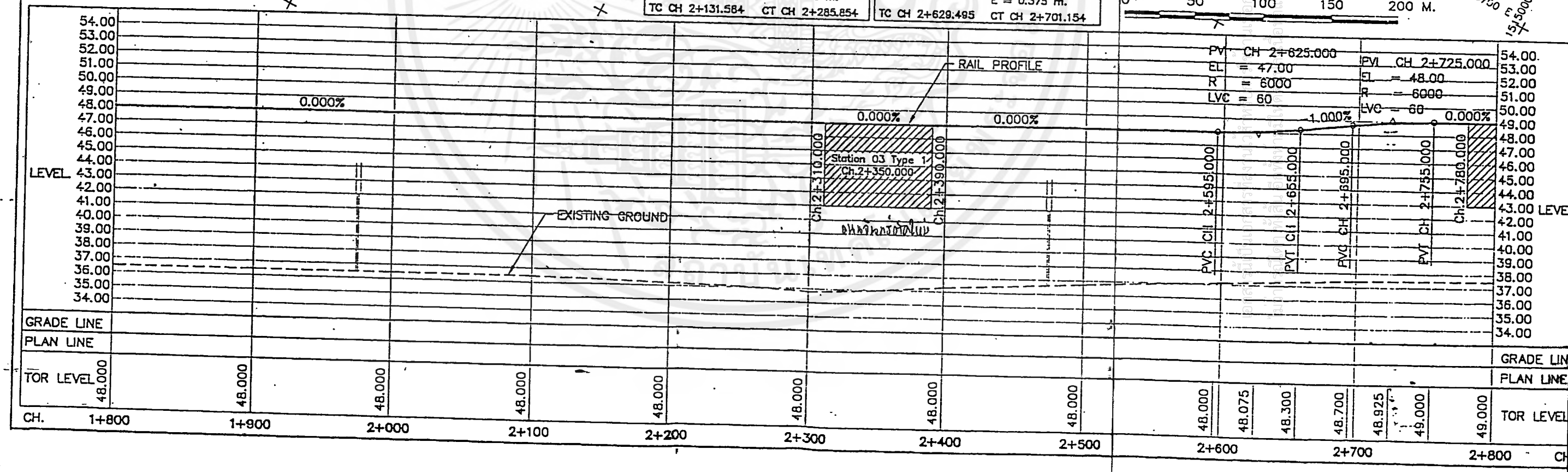


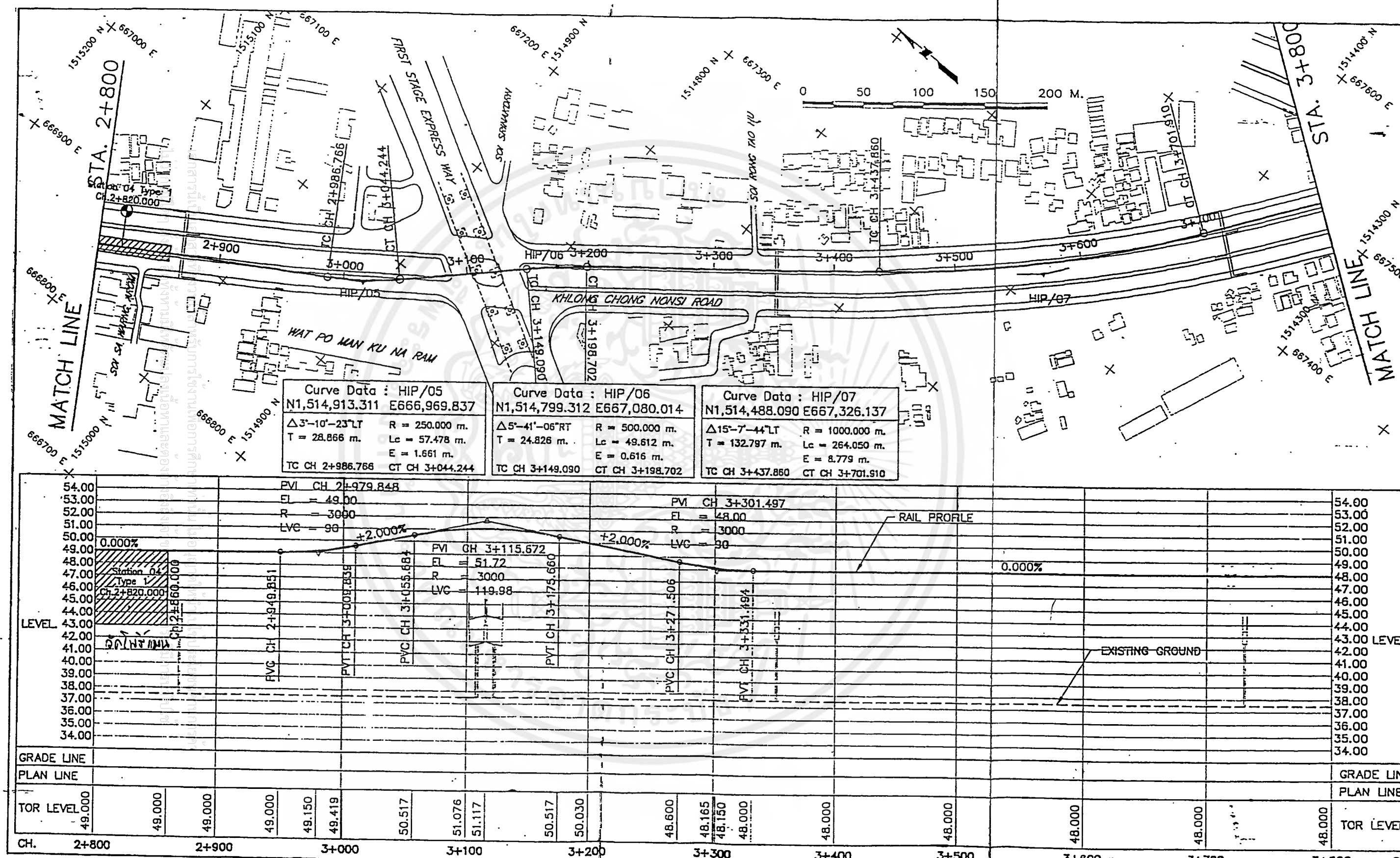
Curve Data : HIP/03
N1,515,616.640 E666,575.128

Δ1°-46'-04"LT	R = 5000.000 m.
T = 77.141 m.	Lc = 154.270 m.
	E = 0.595 m.
TC CH 2+131.584	CT CH 2+285.854

Curve Data : HIP/04
N1,515,214.034 E666,790.215

1°-24'-14"LT	R = 1500.000 m.
T = 35.836 m.	Lc = 71.659 m.
	E = 0.375 m.
TC CH 2+629.495	CT CH 2+701.154




STA. 2+800
MATCH LINE
STA. 3+800
MATCH LINE
FIRST STAGE EXPRESS WAY
SOI SAMAKKEE
SOI RONG THO 1/1
KHLONG CHONG NONSI ROAD
WAT PO MAN KU NA RAM
HIP/05
HIP/06
HIP/07
TC CH 2+986.766
CT CH 3+044.244
TC CH 3+149.090
CT CH 3+198.702
TC CH 3+437.860
CT CH 3+701.910
0 50 100 150 200 M.
Station 04 Type 1 Ch.2+820.000
Curve Data : HIP/05
N1,514,913.311 E666,969.837
△3°-10'-23"LT R = 250.000 m.
T = 28.866 m. Lc = 57.478 m.
E = 1.661 m.
TC CH 2+986.766 CT CH 3+044.244
Curve Data : HIP/06
N1,514,799.312 E667,080.014
△5°-41'-06"RT R = 500.000 m.
T = 24.826 m. Lc = 49.612 m.
E = 0.616 m.
TC CH 3+149.090 CT CH 3+198.702
Curve Data : HIP/07
N1,514,488.090 E667,326.137
△15°-7'-44"LT R = 1000.000 m.
T = 132.797 m. Lc = 264.050 m.
E = 8.779 m.
TC CH 3+437.860 CT CH 3+701.910
PVI CH 2+979.848
EL = 49.00
R = 3000
LVC = 90
PVI CH 3+115.672
EL = 51.72
R = 3000
LVC = 119.98
PVI CH 3+301.497
EL = 48.00
R = 3000
LVC = 90
+2.000%
0.000%
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
LEVEL
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
CH.
2+800
2+900
3+000
3+100
3+200
3+300
3+400
3+500
3+600
3+700
3+800

CALTEX OIL STORAGE TANK

KHLONG WAT CHONG NONSI

KHLONG TA LERG

HIP/08

HIP/09

RAMA III ROAD

Station 05 Type 1
Ch.4+500.000

STA. 3+800

MATCH LINE

STA. 4+800

CHONG NONSI ROAD

SOI SRI THEP THAI

KHLONG YAI RANG

Curve Data : HIP/08	
N1,514,263.730 E667,628.975	
Δ 41°-26'-15"RT	R = 300.000 m.
T = 113.473 m.	Lc = 216.967 m.
	E = 20.743 m.
TC CH 3+832.532	CT CH 4+049.499

Curve Data : HIP/09	
N1,514,061.470 E667,672.075	
Δ 7°-47'-00"RT	R = 1004.625 m.
T = 68.341 m.	Lc = 136.472 m.
	E = 2.322 m.
TC CH 4+074.487	CT CH 4+210.959

RAIL PROFILE

EXISTING GROUND

TO DEPOT

0.000%

+1.000%

0.000%

0.000%

PVI CH 4+305.000
EL = 48.00
R = 6000
LVC = 60

PVI CH 4+405.000
EL = 49.00
R = 6000
LVC = 60

PVC CH 4+275.000

PVT CH 4+335.000

PVC CH 4+375.000

PVT CH 4+435.000

Ch.4+460.000

Station 05 Type 1
Ch.4+500.000

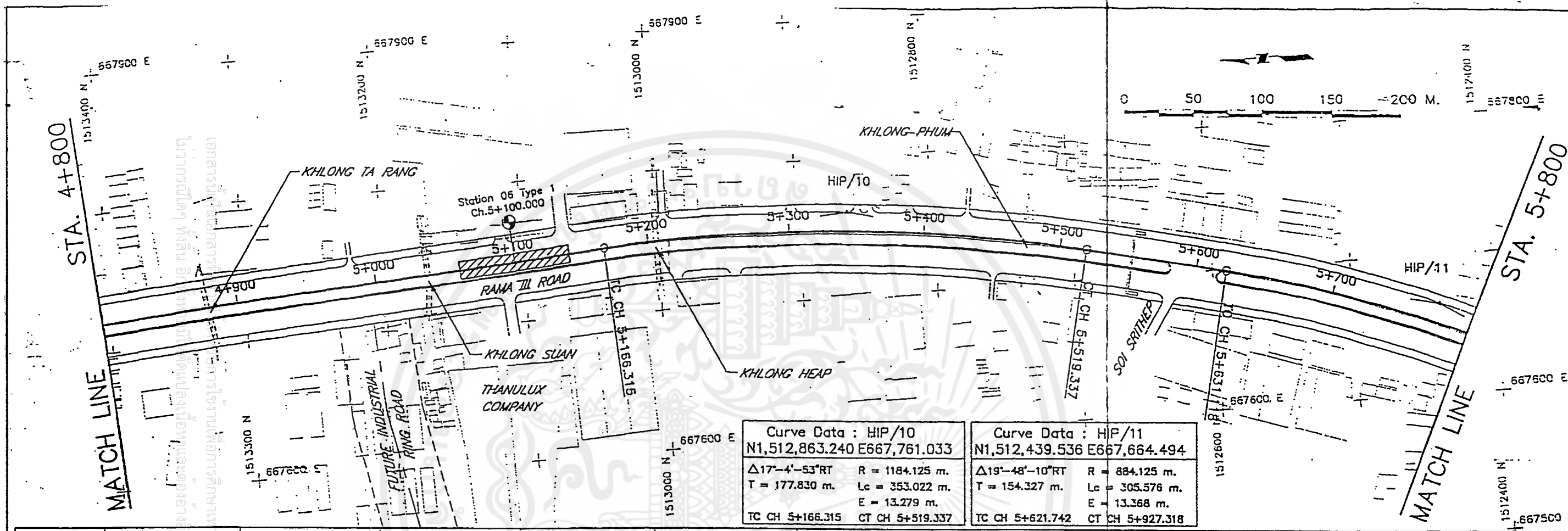
Ch.4+540.000

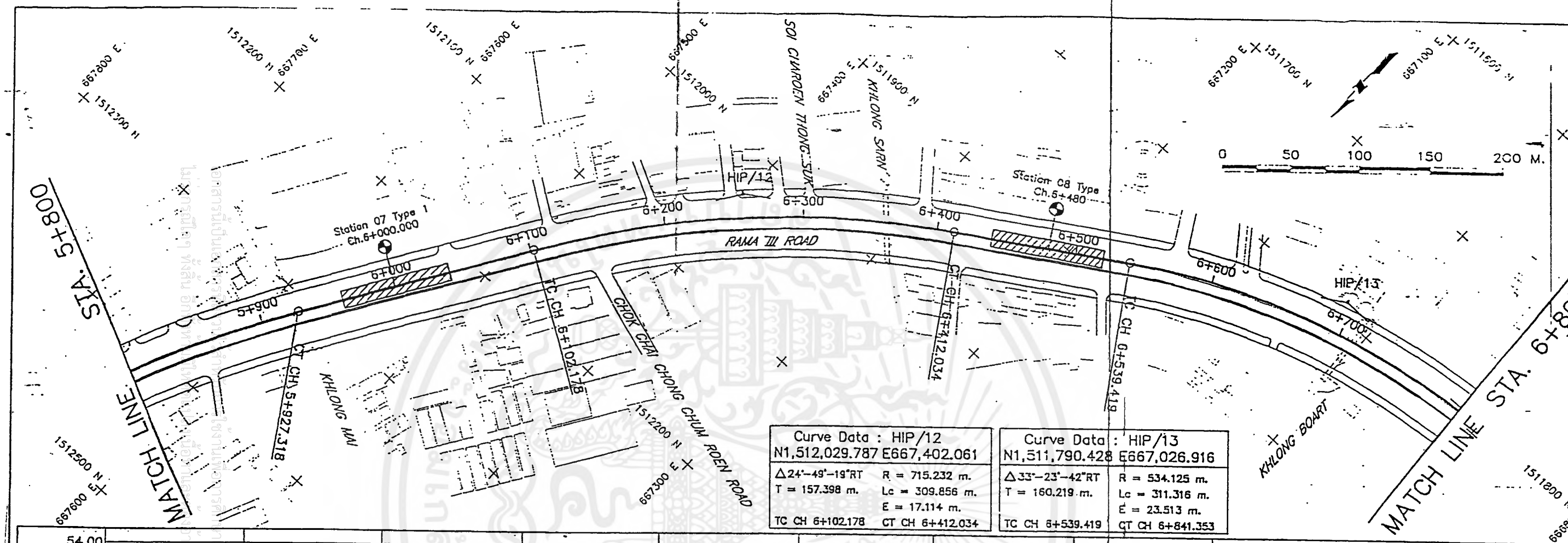
LEVEL

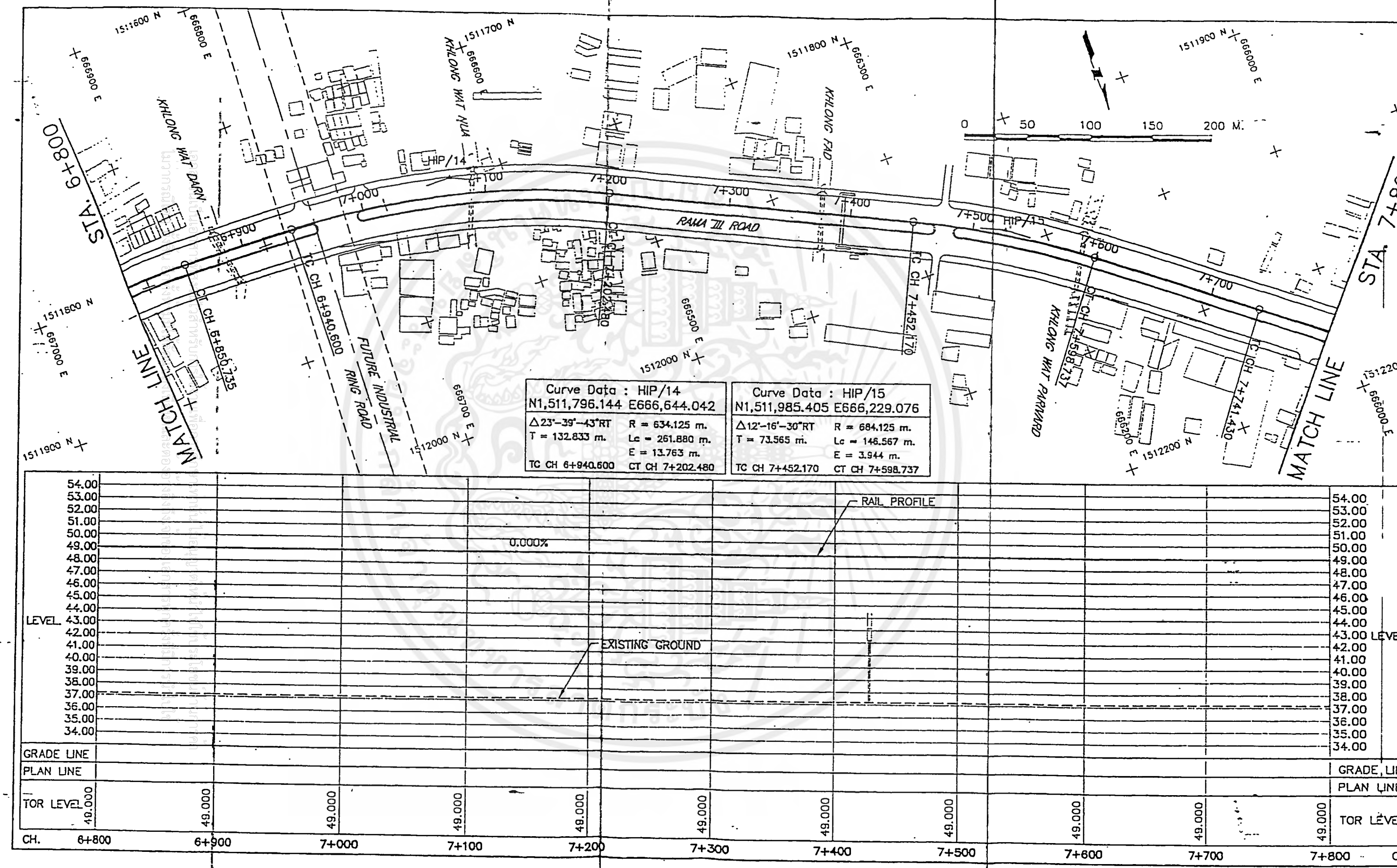
CH.	3+800	3+900	4+000	4+100	4+200	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800
TOR LEVEL	48.000	48.000	48.000	48.000	48.000	47.000	48.052	48.075	48.300	48.700	48.898	48.925	49.000	49.000	49.000	49.000	49.000

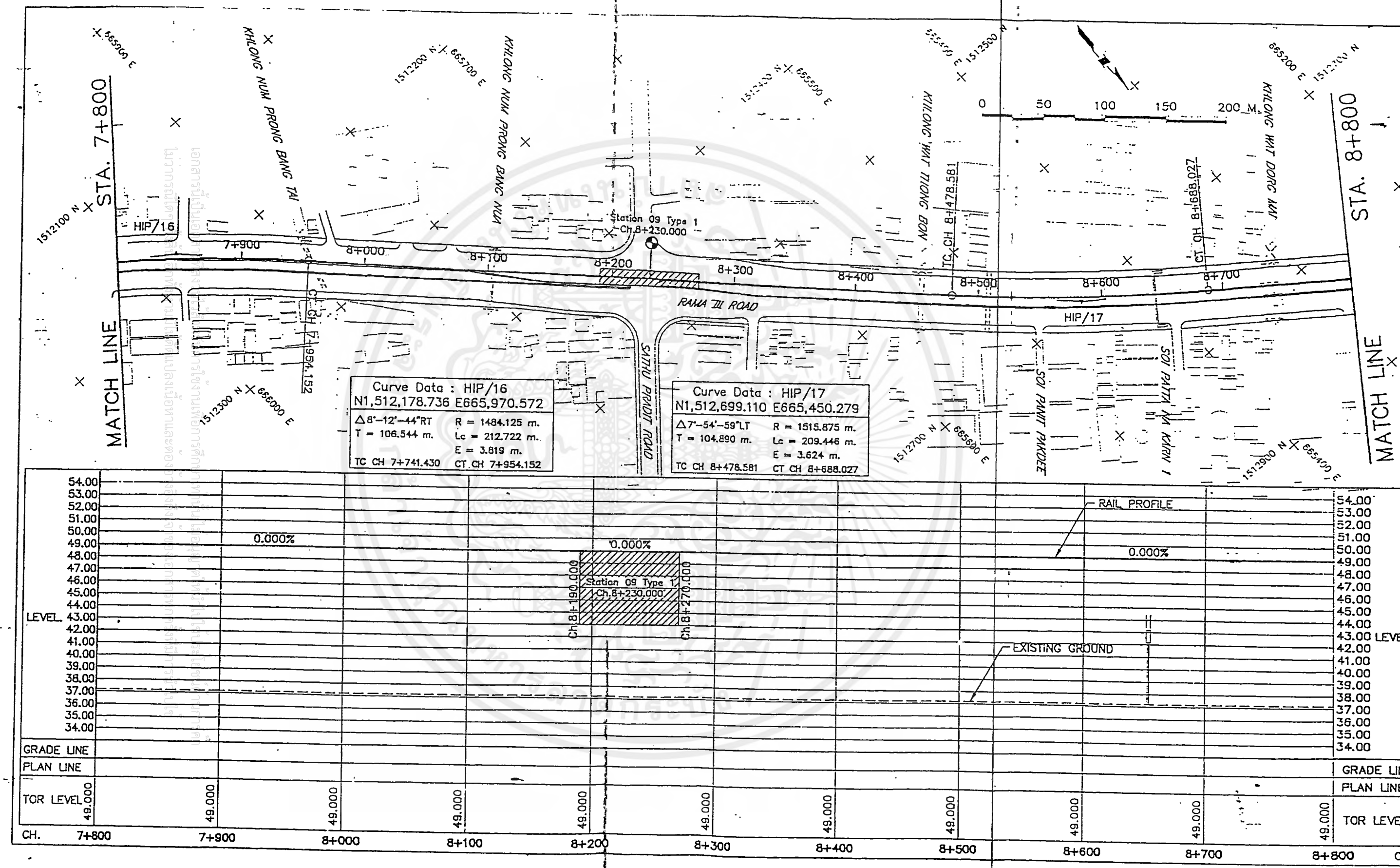
GRADE LINE

PLAN LINE


STA. 4+800
STA. 5+800
MATCH LINE
MATCH LINE
0 50 100 150 200 M.
667900 E
667800 E
667600 E
1513400 N
1513200 N
1513000 N
1512800 N
1512600 N
1512400 N
KHLONG TA RANG
KHLONG PHUM
KHLONG SUAN
KHLONG HEAP
RAMA III ROAD
SOI SRITHEP
FUTURE INDUSTRIAL RING ROAD
THANULUX COMPANY
HIP/10
HIP/11
Station 06 Type 1
Ch.5+100.000
4+900
5+000
5+100
5+200
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
TC CH 5+166.315
CT CH 5+519.337
TC CH 5+631.151
CT CH 5+927.318
Curve Data : HIP/10
N1,512,863.240 E667,761.033
Δ17°-4'-53"RT R = 1184.125 m.
T = 177.830 m. Lc = 353.022 m.
E = 13.279 m.
TC CH 5+166.315 CT CH 5+519.337
Curve Data : HIP/11
N1,512,439.536 E667,664.494
Δ19°-48'-10"RT R = 884.125 m.
T = 154.327 m. Lc = 305.576 m.
E = 13.368 m.
TC CH 5+621.742 CT CH 5+927.318
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
0.000%
0.000%
0.000%
Ch.5+060.000
Ch.5+140.000
Station 06 Type 1
Ch.5+100.000
LEVEL
54.00
53.00
52.00
51.00
50.00
49.00
48.00
47.00
46.00
45.00
44.00
43.00
42.00
41.00
40.00
39.00
38.00
37.00
36.00
35.00
34.00
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
49.000
CH.
4+800
4+900
5+000
5+100
5+200
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
5+800


667800 E
1512200 N
667700 E
1512100 N
667600 E
1512000 N
667500 E
SOI CHAROEN THONG SUK
667400 E
1511900 N
KHLONG SAMRAN
667200 E
1511700 N
667100 E
1511600 N
0 50 100 150 200 M.
STA. 5+800
MATCH LINE
Station 07 Type 1
Ch.6+000.000
Station 08 Type 1
Ch.6+480.000
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
RAMA III ROAD
HIP/13
CHOK CHAI CHONG CHUM ROEN ROAD
KHLONG MAI
KHLONG BOART
TC CH 6+102.178
CT CH 5+927.318
CT CH 6+412.034
TC CH 6+539.419
CT CH 6+841.353
1512500 N
667600 E
1512200 N
667300 E
1511800 N
STA. 6+8
Curve Data : HIP/12
N1,512,029.787 E667,402.061
Δ 24°-49'-19"RT
R = 715.232 m.
T = 157.398 m.
Lc = 309.856 m.
E = 17.114 m.
TC CH 6+102.178
CT CH 6+412.034
Curve Data : HIP/13
N1,511,790.428 E667,026.916
Δ 33°-23'-42"RT
R = 534.125 m.
T = 160.219 m.
Lc = 311.316 m.
E = 23.513 m.
TC CH 6+539.419
CT CH 6+841.353
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
0.000%
Station 07 Type 1
Ch.5+960.000
Ch.6+040.000
Station 08 Type 1
Ch.6+440.000
Ch.6+520.000
LEVEL
54.00
53.00
52.00
51.00
50.00
49.00
48.00
47.00
46.00
45.00
44.00
43.00
42.00
41.00
40.00
39.00
38.00
37.00
36.00
35.00
34.00
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
49.000
CH.
5+800
5+900
6+000
6+100
6+200
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700
6+800


KHLONG WAT DARN
KHLONG WAT NUA
KHLONG PAD
KHLONG WAT PARNARD
RAMA III ROAD
FUTURE INDUSTRIAL RING ROAD
STA. 6+800
MATCH LINE
STA. 7+800
HIP/14
HIP/15
TC CH 6+940.600
CT CH 7+202.480
TC CH 7+452.170
CT CH 7+598.737
0 50 100 150 200 M.
Curve Data : HIP/14
N1,511,796.144 E666,644.042
Δ23°-39'-43"RT R = 634.125 m.
T = 132.833 m. Lc = 261.880 m.
E = 13.763 m.
Curve Data : HIP/15
N1,511,985.405 E666,229.076
Δ12°-16'-30"RT R = 684.125 m.
T = 73.565 m. Lc = 146.567 m.
E = 3.944 m.
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
0.000%
LEVEL
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
CH. 6+800 6+900 7+000 7+100 7+200 7+300 7+400 7+500 7+600 7+700 7+800


STA. 7+800
STA. 8+800
MATCH LINE
MATCH LINE
KHLONG NUM PRONG BANG TAI
KHLONG NUM PRONG NUA
KHLONG WAT THONG BON
KHLONG WAT DORC AMI
RAMA III ROAD
SATHU PRADIT ROAD
SOI PANIT PAKDEE
SOI PANIT PAKDEE KARN 1
HIP/16
HIP/17
TC CH 8+478.581
CT CH 8+688.027
CT CH 7+954.152
Station 09 Type 1
Ch.8+230.000
7+900
8+000
8+100
8+200
8+300
8+400
8+500
8+600
8+700
0
50
100
150
200 M.
1512100 N
1512200 N
1512300 N
1512400 N
1512500 N
1512700 N
1512900 N
665900 E
665700 E
665600 E
665500 E
665450 E
665200 E
665400 E
Curve Data : HIP/16
N1,512,178.736 E665,970.572
Δ8°-12'-44"RT R = 1484.125 m.
T = 106.544 m. Lc = 212.722 m.
E = 3.819 m.
TC CH 7+741.430 CT CH 7+954.152
Curve Data : HIP/17
N1,512,699.110 E665,450.279
Δ7°-54'-59"LT R = 1515.875 m.
T = 104.890 m. Lc = 209.446 m.
E = 3.624 m.
TC CH 8+478.581 CT CH 8+688.027
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
0.000%
0.000%
Ch.8+190.000
Ch.8+270.000
Station 09 Type 1
Ch.8+230.000
LEVEL
54.00
53.00
52.00
51.00
50.00
49.00
48.00
47.00
46.00
45.00
44.00
43.00
42.00
41.00
40.00
39.00
38.00
37.00
36.00
35.00
34.00
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
49.000
CH.
7+800
7+900
8+000
8+100
8+200
8+300
8+400
8+500
8+600
8+700
8+800

STA. 8+800

MATCH LINE

1512800 N 665000 E

1512900 N 665100 E

1513000 N 664700 E

1513100 N 664600 E

1513200 N

0 50 100 150 200 M.

STA. 9+800

MATCH LINE

1512900 N 665400 E

8+900 9+000 TC CH 9+053.040 9+100 CT CH 9+135.190 9+200 9+300 TC CH 9+355.352 9+400 9+500 CT CH 9+542.927 9+600 9+700

RAMA III ROAD

HIP/18

HIP/19

TC CH 9+337.721

FIRST STAGE EXPRESSWAY (RAMA IV BRIDGE)

Station 10 Type 1
Ch.9+610.000

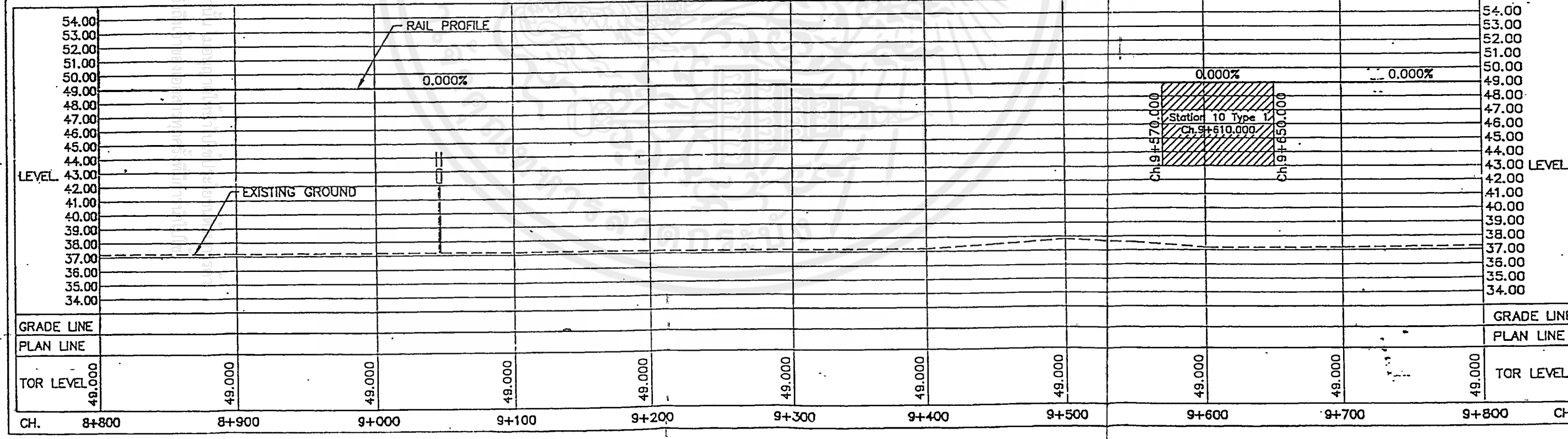
KHLONG RONG NUM MARN

SOI SATUPRADIT

KHLONG MA NOW

Curve Data : HIP/18 N1,513,007.257 E665,042.658	
Δ 3°-8'-16"LT	R = 1500.000 m.
T = 41.085 m.	Lc = 82.150 m.
	E = 0.563 m.
TC CH 9+053.040	CT CH 9+135.190

Curve Data : HIP/19 N1,513,205.602 E664,748.046	
Δ 7°-9'-53"LT	R = 1500.000 m.
T = 93.910 m.	Lc = 187.575 m.
	E = 2.937 m.
TC CH 9+355.352	CT CH 9+542.927



STA. 9+800

MATCH LINE

STA. 10+800

MATCH LINE

0 50 100 150 200 M.

HIP/20

RAMA III ROAD

HIP/21

KHLONG WAT SU

KHLONG BANG KLO WAT

LA RU WAT ROAD

KHLONG BANG KLO YAI

CT CH 10+035.249

TC CH 10+308.085

CT CH 10+677.674

Station 11 Type 1
Ch.10+250.000

9+900 10+000 10+100 10+200 10+300 10+400 10+500 10+600 10+700

1513300 N 1513400 N 1513500 N 1513600 N 1513700 N

664300 E 664100 E 663900 E 663700 E 663500 E 663300 E

Curve Data : HIP/20 N1,513,415.349 E664,332.559	
△9°-14'-56"LT	R = 1500.000 m.
T = 121.332 m.	Lc = 242.137 m.
	E = 4.899 m.
TC CH 9+793.112	CT CH 10+035.249

Curve Data : HIP/21 N1,513,590.076 E663,779.606	
△14°-7'-02"LT	R = 1500.000 m.
T = 185.735 m.	Lc = 369.589 m.
	E = 11.455 m.
TC CH 10+308.085	CT CH 10+677.674

LEVEL. 54.00 53.00 52.00 51.00 50.00 49.00 48.00 47.00 46.00 45.00 44.00 43.00 42.00 41.00 40.00 39.00 38.00 37.00 36.00 35.00 34.00

RAIL PROFILE

EXISTING GROUND

0.000%

0.000%

Ch.10+210.000

Ch.10+290.000

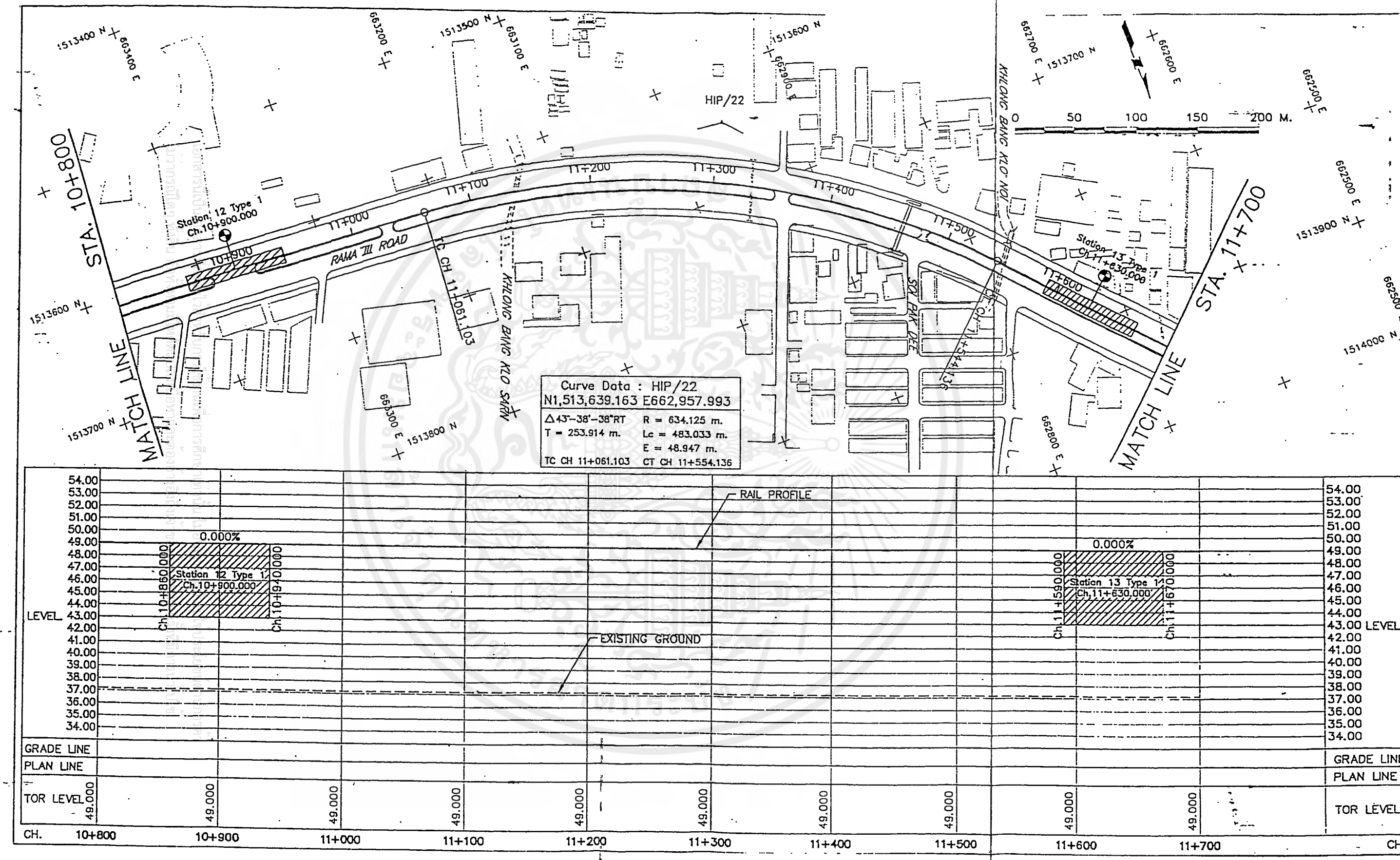
Station 11 Type 1
Ch.10+250.000

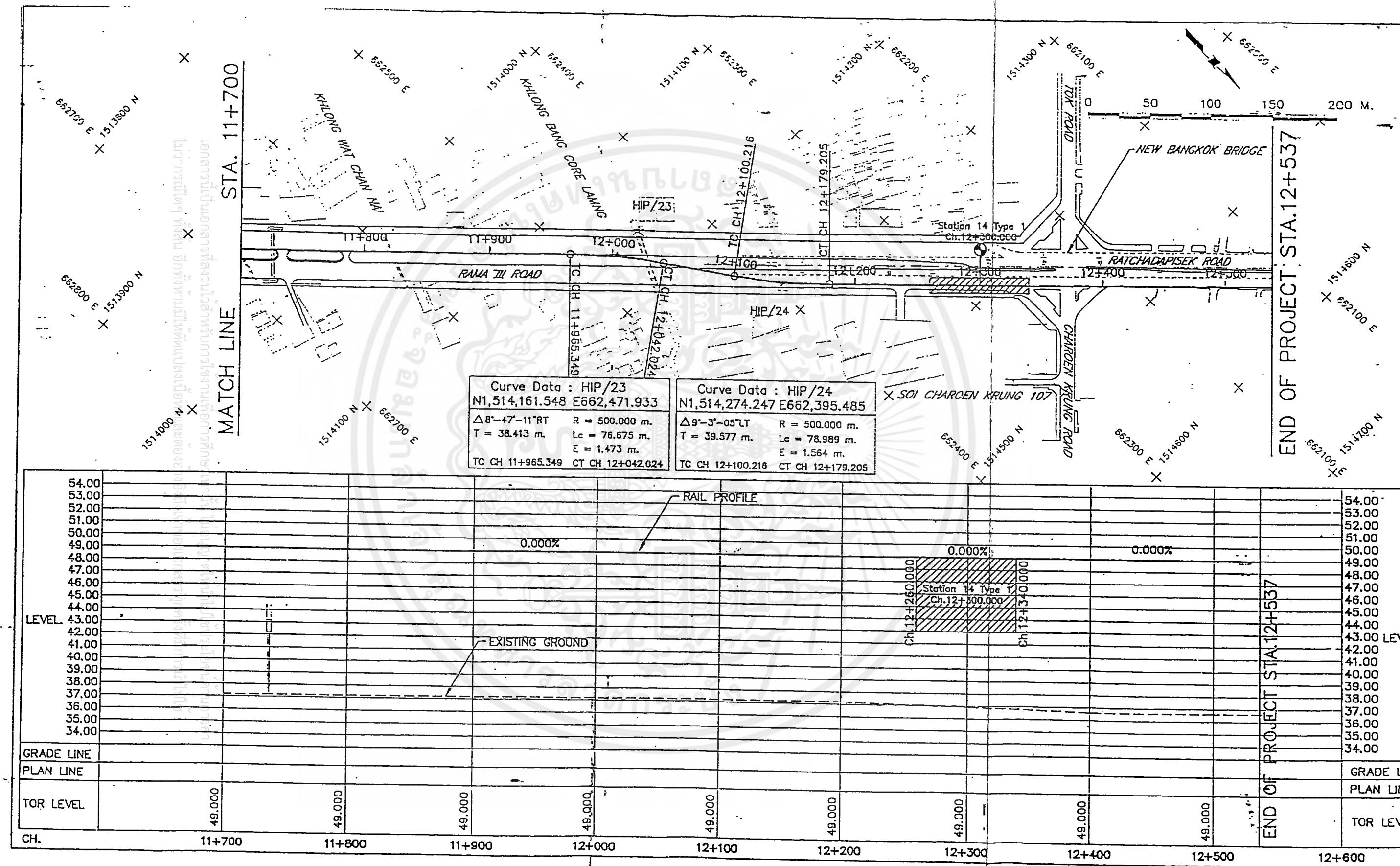
GRADE LINE

PLAN LINE

TOR LEVEL 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000 49.000

CH. 9+800 9+900 10+000 10+100 10+200 10+300 10+400 10+500 10+600 10+700 10+800


STA. 10+800
MATCH LINE
Station 12 Type 1
Ch.10+900.000
10+900
11+000
11+100
11+200
11+300
11+400
11+500
11+600
RAMA III ROAD
TC CH 11+061.103
KHLONG BANG KLO SAMN
HIP/22
KHLONG BANG KLO NOI
SOI PAK PAE
Station 13 Type 1
Ch.11+630.000
STA. 11+700
MATCH LINE
1513400 N
663400 E
663200 E
1513500 N
663100 E
1513600 N
662900 E
662700 E
1513700 N
662600 E
662500 E
1513900 N
662500 E
1514000 N
662800 E
1513600 N
1513700 N
662300 E
1513800 N
0 50 100 150 200 M.
Curve Data : HIP/22
N1,513,639.163 E662,957.993
Δ43°-38'-38"RT R = 634.125 m.
T = 253.914 m. Lc = 483.033 m.
E = 48.947 m.
TC CH 11+061.103 CT CH 11+554.136
54.00
53.00
52.00
51.00
50.00
49.00
48.00
47.00
46.00
45.00
44.00
43.00
42.00
41.00
40.00
39.00
38.00
37.00
36.00
35.00
34.00
LEVEL
RAIL PROFILE
EXISTING GROUND
0.000%
Ch.10+860.000
Ch.10+940.000
Station 12 Type 1
Ch.10+900.000
0.000%
Ch.11+590.000
Ch.11+670.000
Station 13 Type 1
Ch.11+630.000
GRADE LINE
PLAN LINE
TOR LEVEL
49.000
CH.
10+800
10+900
11+000
11+100
11+200
11+300
11+400
11+500
11+600
11+700



Curve Data : HIP/23 N1,514,161.548 E662,471.933	
Δ8°-47'-11"RT	R = 500.000 m.
T = 38.413 m.	Lc = 76.675 m.
	E = 1.473 m.
TC CH 11+965.349	CT CH 12+042.024

Curve Data : HIP/24 N1,514,274.247 E662,395.485	
Δ9°-3'-05"LT	R = 500.000 m.
T = 39.577 m.	Lc = 78.989 m.
	E = 1.564 m.
TC CH 12+100.216	CT CH 12+179.205

ภาคผนวก ข

การออกแบบเบื้องต้นทางวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calculation Sheets

Velocity in Curve

Radius of Curve

Spiral Curve

Super Elevation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Criteria :

Rail Gauge	= 1.435	m.
Center to center of Rail	= 1.505	m.
Maximum cant	= 125	mm.

Velocity in Curve

To allow some overturn, more imagined super elevation 50 mm. will be added to the actual super elevation.

$$F/W = (125+50)/1505 = 175/1505$$

$$F = 175/1505 * W$$

$$W/g * V^2/R = 175/1505 * W$$

$$V^2 = 175/1505 * 3.6 * 3.6 * 9.81 * R \quad kph^2$$

$$V = (14.78 * R)^{0.5} \quad kph$$

Maximum Speed in Curve	V	=	sqr(14.78R)	kph
Length of Spiral Curve	SC	=	1.25V	m.
Maximum Speed in SC	V	=	Length of SC/0.01h	kph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For Radius = 50 m.

Maximum Speed	= 27		kph
Length of Spiral Curve	= 33.75	= 35	m.
Maximum Speed in SC	= 28		kph
Over all Maximum Speed	= 27	*kph*	

For Radius = 100 m.

Maximum Speed	= 38		kph
Length of Spiral Curve	= 47.5	= 50	m.
Maximum Speed in SC	= 40		kph
Over all Maximum Speed	= 38	*kph*	

For Radius = 150 m.

Maximum Speed	= 47		kph
Length of Spiral Curve	= 58.75	= 60	m.
Maximum Speed in SC	= 48		kph
Over all Maximum Speed	= 47	*kph*	

For Radius = 200 m.

Maximum Speed	= 54		kph
Length of Spiral Curve	= 67.5	= 70	m.
Maximum Speed in SC	= 56		kph
Over all Maximum Speed	= 54	*kph*	

For Radius = 250 m.

Maximum Speed	= 61		kph
Length of Spiral Curve	= 76.25	= 80	m.
Maximum Speed in SC	= 64		kph
Over all Maximum Speed	= 61	*kph*	

For Radius = 300 m.

Maximum Speed	= 67		kph
Length of Spiral Curve	= 83.24	= 85	m.
Maximum Speed in SC	= 68		kph
Over all Maximum Speed	= 67	*kph*	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For Radius = 350 m.

Maximum Speed	= 72		kph
Length of Spiral Curve	= 90	= 90	m.
Maximum Speed in SC	= 72		kph
Over all Maximum Speed	= 72	*kph*	

For Radius = 400 m.

Maximum Speed	= 77		kph
Length of Spiral Curve	= 96.25	= 100	m.
Maximum Speed in SC	= 80		kph
Over all Maximum Speed	= 77	*kph*	

For Radius = 450 m.

Maximum Speed	= 82		kph
Length of Spiral Curve	= 102.5	= 105	m.
Maximum Speed in SC	= 84		kph
Over all Maximum Speed	= 82	*kph*	

For Radius = 500 m.

Maximum Speed	= 86		kph
Length of Spiral Curve	= 107.5	= 110	m.
Maximum Speed in SC	= 88		kph
Over all Maximum Speed	= 86	*kph*	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calculation Sheets

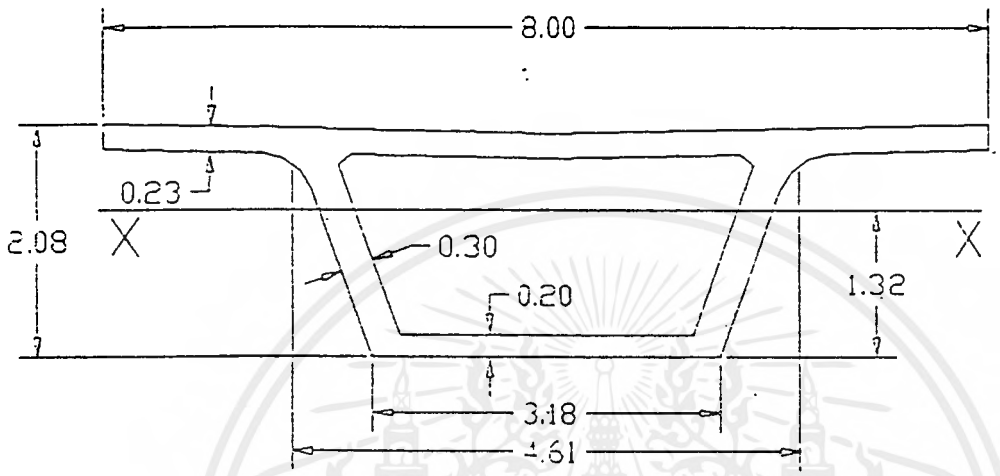
Prestressed Concrete Viaduct Structure

Normal Condition

- Light Rail
- 30 m. Span
- Double Track
- Not in Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Concrete Viaduct



PROPERTIES OF SECTION

Area:	3.53	sq.m.		Perimeter:	28.60	m.
Centroid:	Y	=	1.32	m.	above bottom	
Moments of inertia:		=	1.98	m^4	about centroid	

Load for 30 m. Span

Own Weight	=	3.53*2400	=	8472	kg/m
Total Own Weight	=	8472*30	=	254,160	kg
Track Weight	=	446*1.2	=	535	kg/m
Total Track Weight	=	535*30	=	16,050	kg
Live Load	=	300*8	=	2400	kg/m
Total Live Load	=	2400*30	=	72,000	kg
Train Load	=	66910/26*1.3	=	3345	kg/m/train
Total Train Load	=	3345*30*2	=	200,700	kg
Total	=	**542,910**			**kg / 30m. Span**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prestressed Concrete Viaduct

	w	=	1.4D+1.7L			
		=	1.4*(8472+535) + 1.7*(2400+3345*2).			
		=	28100			kg/m
Full Load	M	=	1/8*28100*30*30	=	3,161,250	kg-m
Dead Load Only	M	=	1/8*9007*30*30	=	1,013,287	kg-m
effective prestress		=	22000			kN
eccentric	e	=	1000			mm

	$f_{pres.}$	=	-22,000,000/(3.53*10^5)= -6.23	kN/mm^2
$f_{M\ of\ pres.\ top}$		=	+22,000,000*1000*760/1.98E+12	
		=	+ 8.44	MPa
$f_{M\ of\ pres.\ bottom}$		=	-22,000,000*1000*1320/1.98E+12	
		=	-14.67	MPa
$f_{M\ of\ dead\ load\ top}$		=	-9,940,350*760/1.98E+12	
		=	- 3.82	MPa
$f_{M\ of\ dead\ load\ bottom}$		=	+ 9,940,350*1320/1.98E+12	
		=	+ 6.63	MPa
$f_{M\ of\ total\ load\ top}$		=	-31,012,000*760/1.98E+12	
		=	- 11.90	MPa
$f_{M\ of\ total\ load\ bottom}$		=	+ 31,012,000*1320/1.98E+12	
		=	+ 20.67	MPa

Stress in Concrete Viaduct from Prestressed force and Gravity Load

f = - F/A +- Fey/I +- My/I

Dead Load Only	f_{top}	=	- 6.23 + 8.44 - 3.82	=	-1.60	MPa
	f_{bottom}	=	- 6.23 - 14.67 + 6.63	=	-14.27	MPa
Full Load	f_{top}	=	-6.23 + 8.44 - 11.90	=	-9.69	MPa
	f_{bottom}	=	-6.23 - 14.67 + 20.67	=	-0.22	MPa

minimum allowable f_c = $0.45f_{c'}$ = 0.45*34.33 = -15.45 MPa ($f_{c'}$ = 320ksc)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Deflection

Deflection = 5/384*w*L^4/EI

Deflection from Dead Load = 5/384*90.07*3000^4/297,000/1.98*10^8

= 1.62 cm

Deflection from Full Load = 5/384*281*3000^4/297,000/1.98*10^8

= 5.04 cm

Deflection due to prestress = $-L^2/8EI*(5/6*M1)$

= $-3000^2/8/297000/1.98/10^8*5/6*2242610*100$

= -3.57 cm

Deflection with Dead Load = 1.62 - 3.57 = -1.95 cm

Deflection with Full Load = 5.04 - 3.57 = +1.47 cm

Allowable Deflection = L/360 = 3000/360

= 8.33 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calculation Sheets

Reinforced Concrete Column

for

Single Column Type Structure

Normal Condition

- Light Rail
- 30 m. Viaduct Span
- 11 m. Top of Rail
- 1.5 m. Depth of Top of Footing
- Double Track
- Not in Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Column Design SDL:RCCOLUMN, Ver 2.0, 1995

Design Assumptions:

Reference Design Code		= ACI-318-89	
Design Method		= Ultimate Strength	
Maximum Concrete Strain		= .003	
Capacity Factors	Flexure	= .9	
	Shear and Torsion	= .85	
	Axial Load, Tied	= .7	
	Axial Load, Spiral	= .75	
	Maximum Steel Factor	= .75	
Transverse ReBars (Ties/Spiral)		= T	
Specified Concrete Strength	fc'	= 350	ksc
Main Rebar Yield Strength	fy	= 4000	ksc
Concrete Unit Weight	wc	= 2400	kg/m^3
Concrete Cover		= 38	mm
Load Combination		= 1.4 Self Load + 1.4 Dead Load + 1.7 Live Load	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Case I Full Load (2 Trains on 30m. Viaduct)

Design Criteria:

Two trains pass simultaneously on same span. One train is accelerating with a = 1 m/sec^2 . Another train is emergency braking d = 1.5 m/sec^2.

Train weight is 2.574 T/m. not include impact. The impact load added in viaduct calculation. The viaduct span is 30 m., top of rail is 11 m. above ground. Top of footing is 1.5 m. below ground level. Column height from top of footing to viaduct support is 10 m., the viaduct and rail fixing is 2.5 m.

The viaduct is on the top of column. One end fixed and one end free.

Column Col.size*2.4*10	=	24Ac	Ton
Viaduct Load	=	254.16	Ton
Track Load	=	16.05	Ton
Live Load	=	72	Ton
Train Load	=	154.41	Ton
Moment from acc.& decel.	=	154.41/9.81*2.5*12.5	Ton - m
	=	491.88	Ton - m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Information:

Project = OCMRT
Title = 11m.FULL
Client = Client1
Organization = MRTFSS
Engineer = K.Sanpatchayapong

Design Criteria

Design Code = ACI-318-95, Design Method = USD
Concrete Stress Block = ACI-Whitney Rectangular

Design Procedure

The program performs the calculations in accordance with the ACI-318-95 Building Code for Structural Concrete

Procedure for Cross-section Design

1. Compute the resultant applied moment as Muxy = Sqr(Mux^2 + Muy^2).
2. Select a trial reinforcement ratio, starting with minimum ratio of 1%, and distributing rebars along the perimeter.
3. Compute the maximum axial capacity in compression, Pno and tension Pnt, and check against applied loads.
4. Locate the neutral axis angle and its depth to satisfy applied load Pu and the resultant moment Muxy. This is done by trial and error procedure. The internal stress resultants for each angle and depth of neutral axis angle are computed (see procedure below) and then compared with applied loads. This process is repeated until close agreement is found.
5. If capacity in step 3 or 4 is found to be not enough, then reinforcement is increased until maximum allowable ratio (8%) is reached.
6. Cross-section is declared as inadequate if it requires more than maximum allowable steel ratio

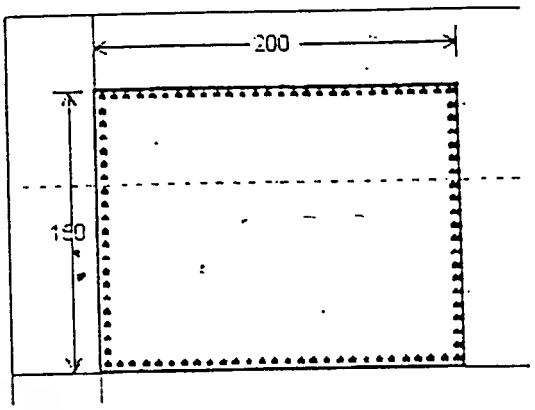
Procedure for Computing Stress-Resultants

1. The stress resultants are computed by using the first principles approach.
2. Strain in concrete and steel is determined depending upon the direction and depth of neutral axis.
3. Concrete force is computed by integrating the stress field (rectangular or parabolic stress curve) over the cross-section using the Green's Theorem.
4. Steel stress is computed by summation of force in each bar, corresponding to stress at that location.
5. The computed stress resultants are reduced by appropriate capaity reduction factors for the Ultimate Strength Design (or Worksing Strength Design) method.

RC Column Section

Column C-1 : Sect0001 : Total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure

Material

Rebar Fy = 4,000 Kg/cm^2
Concrete Fy = 350 Kg/cm^2
Clear Cover = 3.8 cm

Calculations

Designing Column Section:
Applied Load, Pu = 648.000 ton
Applied Moment, Mux = 492.000 ton
Applied Moment, Muy = 0.000 ton

Applied Resultant Moment = 492.00 ton-m
Applied Moment Angle = 0 Deg

Solution Found:
Rebars = 94d 20 (Ast = 298.9 cm^2 , ratio = .99%)
Axial Compresion Capacity, Pno = 5,617.779 ton
Axial Tension Capacity, Pnt = -1,076.111 ton
Resultant Moment Capacity, Mn = 1,132.37 ton-m

Concrete volume = 3.000 m^3
Main Steel weight = 232.18 Kg/m
Steel weight/ volume = 77.39 Kgm^3

Final Results

Main ReBars = 94-d 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Information:

Project = OCMRT
Title = 11m.FULL
Client = Client1
Organization = MRTFSS
Engineer = K.Sanpatchayapong

Design Criteria

Design Code = ACI-318-95. Design Method = USD
Concrete Stress Block = ACI-Whitney Rectangular

Design Procedure

The program performs the calculations in accordance with the ACI-318-95 Building Code for Structural Concrete

Procedure for Cross-section Design

1. Compute the resultant applied moment as Muxy = Sqr(Mux^2 + Muy^2).
2. Select a trial reinforcement ratio, starting with minimum ratio of 1%, and distributing rebars along the perimeter.
3. Compute the maximum axial capacity in compression, Pno and tension Pnt, and check against applied loads.
4. Locate the neutral axis angle and its depth to satisfy applied load Pu and the resultant moment Muxy. This is done by trial and error procedure. The internal stress resultants for each angle and depth of neutral axis angle are computed (see procedure below) and then compared with applied loads. This process is repeated until close agreement is found.
5. If capacity in step 3 or 4 is found to be not enough, then reinforcement is increased until maximum allowable ratio (8%) is reached.
6. Cross-section is declared as inadequate if it requires more than maximum allowable steel ratio

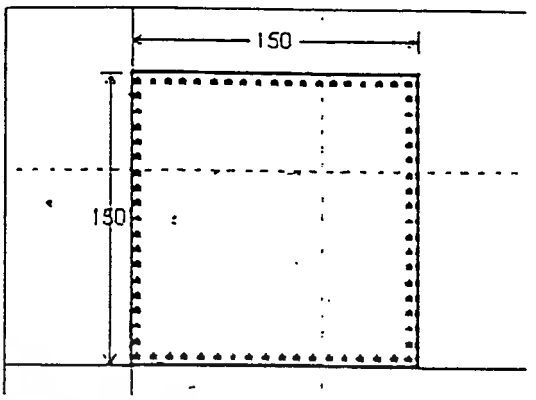
Procedure for Computing Stress-Resultants

1. The stress resultants are computed by using the first principles approach.
2. Strain in concrete and steel is determined depending upon the direction and depth of neutral axis.
3. Concrete force is computed by integrating the stress field (rectangular or parabolic stress curve) over the cross-section using the Green's Theorem.
4. Steel stress is computed by summation of force in each bar, corresponding to stress at that location.
5. The computed stress resultants are reduced by appropriate capaity reduction factors for the Ultimate Strength Design (or Worksing Strength Design) method.

RC Column Section

Column C-1 : Sect0001 : Total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure

Material

Rebar Fy = 4.000 Kg/cm^2
Concrete Fy = 350 Kg/cm^2
Clear Cover = 3.8 cm

Calculations

Designing Column Section:
Applied Load, Pu = 648.000 ton
Applied Moment, Mux = 492.000 ton
Applied Moment, Muy = 0.000 ton

Applied Resultant Moment = 492.00 ton-m
Applied Moment Angle = 0 Deg

Solution Found:
Rebars = 71d 20 (Ast = 225.8 cm^2 , ratio = 1%)
Axial Compresion Capacity, Pno = 4,216.631 ton
Axial Tension Capacity, Pnt = -812.807 ton
Resultant Moment Capacity, Mn = 915.84 ton-m

Concrete volume = 2.250 m^3
Main Steel weight = 175.37 Kg/m
Steel weight/ volume = 77.94 Kgm^3

Final Results

Main ReBars = 71-d 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Case II One Train On 30m. Viaduct Span

Design Criteria:

One trains passes on 30 m. viaduct span, emergency brake d = 1.5 m/sec^2.

Train weight is 2.574 T/m. add impact 30%. The impact load added for maximum moment in eccentric load, also this load applied in axial load too. The viaduct span is 30 m., top of rail is 11 m. above ground. Top of footing is 1.5 m. below ground level. Column height from top of footing to viaduct support is 10 m., the viaduct and rail fixing is 2.5 m.

The viaduct is on the top of column. One end fixed and one end free.

Column Col.size*2.4*10	=	24Ac	Ton
Viaduct Load	=	254.16	Ton
Track Load	=	16.05	Ton
Live Load	=	36	Ton
Train Load	=	100.37	Ton
M. from emergency brake	=	100.37/9.81*2.5*12.5	Ton - m
	=	319.73	Ton - m
Moment from ecc. load	=	36*2 + 100.37*4.25/2	Ton - m
	=	231.29	Ton - m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Information:

Project = OCMRT
Title = 11m.Ecc.
Client = Client1
Organization = MRTFSS
Engineer = K.Sanpatchayapong

Design Criteria

Design Code = ACI-318-95. Design Method = USD
Concrete Stress Block = ACI-Whitney Rectangular

Design Procedure

The program perforns the calculations in accordance with the ACI-318-95 Building Code for structural Concrete

Procedure for Cross-section Design

1. Compute the resultant applied moment as Muxy = Sqr(Mux^2 + Muy^2).
2. Select a trial reinforcement ratio, starting with minimum ratio of 1%, and distributing rebars along the perimeter.
3. Compute the maximum axial capacity in compression. Pno and tension Pnt, and check against applied loads.
4. Locate the neutral axis angle and its depth to satisfy applied load Pu and the resultant moment Muxy. This is done by trial and error procedure. The internal stress resultants for each angle and depth of neutral axis angle are computed (see procedure below) and then compared with applied loads. This process is repeated until close agreement is found.
5. If capacity in step 3 or 4 is found to be not enough, then reinforcement is increased until maximum allowable ratio (8%) is reached.
6. Cross-section is declared as inadequate if it requires more than maximum allowable steel ratio

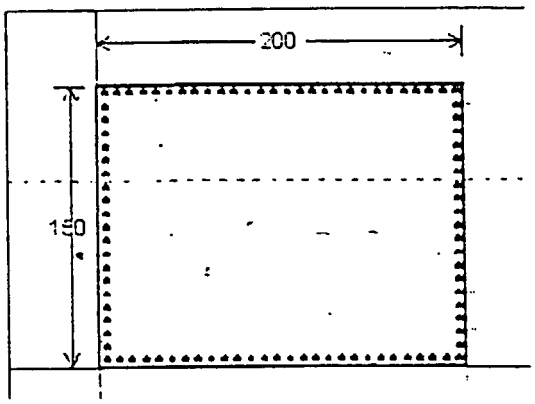
Procedure for Computing Stress-Resultants

1. The stress resultants are computed by using the first principles approach.
2. Strain in concrete and steel is determined depending upon the direction and depth of neutral axis.
3. Concrete force is computed by integrating the stress field (rectangular or parabolic stress curve) over the cross-section using the Green's Theorem.
4. Steel stress is computed by summation of force in each bar, corresponding to stress at that location.
5. The computed stress resultants are reduced by appropriate capaity reduction factors for the Ultimate Strength Design (or Worksing Strength Design) method.

RC Column Section

Column C-1 : Sect0001 : Total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure

Material

Rebar Fy = 4,000 Kg/cm^2
Concrete Fy = 350 Kg/cm^2
Clear Cover = 3.8 cm

Calculations

Designing Column Section:
Applied Load, Pu = 533.000 ton
Applied Moment, Mux = 320.000 ton
Applied Moment, Muy = 231.000 ton

Applied Resultant Moment = 394.67 ton-m
Applied Moment Angle = 35 Deg

Solution Found:
Rebars = 94d 20 (Ast = 298.9 cm^2 , ratio = .99%)
Axial Compresion Capacity, Pno = 5,617.779 ton
Axial Tension Capacity, Pnt = -1,076.111 ton
Resultant Moment Capacity, Mn = 1,117.47 ton-m

Concrete volume = 3.000 m^3
Main Steel weight = 232.18 Kg/m
Steel weight/ volume = 77.39 Kgm^3

Final Results

Main ReBars = 94-d 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Information:

Project = OCMRT
Title = 11m.Ecc.
Client = Client1
Organization = MRTFSS
Engineer = K.Sanpatchayapong

Design Criteria

Design Code = ACI-318-95. Design Method = USD
Concrete Stress Block = ACI-Whitney Rectangular

Design Procedure

The program performs the calculations in accordance with the ACI-318-95 Building Code for Structural Concrete

Procedure for Cross-section Design

1. Compute the resultant applied moment as Muxy = Sqr(Mux^2 + Muy^2).
2. Select a trial reinforcement ratio, starting with minimum ratio of 1%, and distributing rebars along the perimeter.
3. Compute the maximum axial capacity in compression, Pno and tension Pnt, and check against applied loads.
4. Locate the neutral axis angle and its depth to satisfy applied load Pu and the resultant moment Muxy. This is done by trial and error procedure. The internal stress resultants for each angle and depth of neutral axis angle are computed (see procedure below) and then compared with applied loads. This process is repeated until close agreement is found.
5. If capacity in step 3 or 4 is found to be not enough, then reinforcement is increased until maximum allowable ratio (8%) is reached.
6. Cross-section is declared as inadequate if it requires more than maximum allowable steel ratio

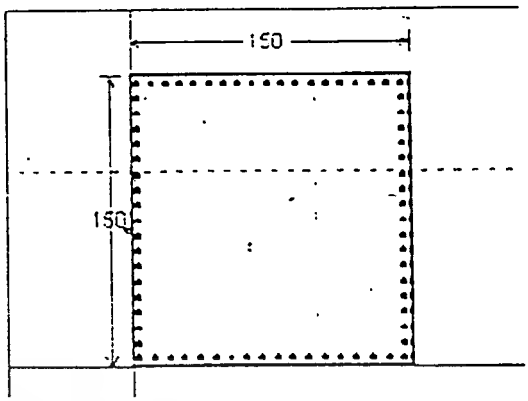
Procedure for Computing Stress-Resultants

1. The stress resultants are computed by using the first principles approach.
2. Strain in concrete and steel is determined depending upon the direction and depth of neutral axis.
3. Concrete force is computed by integrating the stress field (rectangular or parabolic stress curve) over the cross-section using the Green's Theorem.
4. Steel stress is computed by summation of force in each bar, corresponding to stress at that location.
5. The computed stress resultants are reduced by appropriate capaity reduction factors for the Ultimate Strength Design (or Worksing Strength Design) method.

RC Column Section

Column C-1 : Sect0001 : Total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure

Material

Rebar Fy = 4,000 Kg/cm^2
Concrete Fy = 350 Kg/cm^2
Clear Cover = 3.8 cm

Calculations

Designing Column Section:
Applied Load, Pu = 533.000 ton
Applied Moment, Mux = 320.000 ton
Applied Moment, Muy = 231.000 ton

Applied Resultant Moment = 394.67 ton-m
Applied Moment Angle = 35 Deg

Solution Found:
Rebars = 71d 20 (Ast = 225.8 cm^2 , ratio = 1%)
Axial Compresion Capacity, Pno = 4,216.631 ton
Axial Tension Capacity, Pnt = -812.807 ton
Resultant Moment Capacity, Mn = 864.16 ton-m

Concrete volume = 2.250 m^3
Main Steel weight = 175.37 Kg/m
Steel weight/ volume = 77.94 Kgm^3

Final Results

Main ReBars = 71-d 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General Information

Members	1
Nodes	2
Basic Load Cases	3
* Self Load	
* Dead Load	
* Live Load	
Combination Load Cases	2
* Service Load	
* Ultimate Load	

Material Information

Material	Name	E [Kg/cm^2]	W [Kg/m^3]	alpha [/C]
1	Default Material	1.962E+10	2.400E+03	5.500E-06
2	Conc350	2.824E+05	2.295E+03	1.200E-05

Member Information

Member	Node i	Node j	Area X (sq cm)	Inertia Z (cm^4)	Length (meter)
1	1	2	2.250E+04	4.219E+07	10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Service Load Deflected Shape (mm)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Asea Brown Boveri , "Railway Technology International" ,1993.
2. E.S.Diamant,et. al.,"Light Rail Transit : State of the Art Review", USA,1976
3. Geoffrey Freeman Allen,"Jane's World Railways",1989-90.
4. R.D.Stevens,C.W.Dolan,R.J.Pour,T.A.Nettles,"AGT Guideway and Station Technology Volume 3 Guideway and Station Review",USA,1978.
5. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,"การศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นของระบบทางพิเศษในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล",กรุงเทพฯ.
6. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,"โครงการศึกษาความเหมาะสมของระบบขนส่งมวลชนในจังหวัดเชียงใหม่",กรุงเทพฯ,2539.
7. การทางพิเศษแห่งประเทศไทยกระทรวงมหาดไทย,"โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการระบบทางด่วน",ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
8. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,"Railway&Rapid Transit Show of Thailand",Bangkok.
9. การรถไฟแห่งประเทศไทย,"โครงการก่อสร้างทางรถไฟยกระดับในเขตกรุงเทพมหานคร".กรุงเทพฯ,2530.
10. คำภิญ สุทธิพิทักษณ์,"หยุดมลพิษในบรรยากาศ กทม.",กระทรวงวิทยาศาสตร์.
11. จรัญ บุรพรัตน์,"ระบบขนส่งมวลชนในอนาคตสำหรับประเทศไทย",วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร,2532.
12. ธรรมรัตน์ นิมิตรและสุทธิชัย เฉลิมพิชัย,"ระบบบริการในระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้าใต้ดิน",สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
13. ธีระ เกรอด,"วิศวกรรมน้ำเสียการบำบัดทางชีวภาพ",สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539.
14. "มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ",กรมควบคุมมลพิษ.
15. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย,"การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2526", กรุงเทพฯ.
16. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย,"การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2538", กรุงเทพฯ.
17. สุพจน์ ตียาภรณ์,"สภาวะแวดล้อมกับชีวิตประจำวัน",คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้