



สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม

โครงการปรับแบบรายละเอียด ระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ - รังสิต รวมสถานีรถไฟบางซื่อ

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

 บริษัท เอเชียน เอ็นจิเนียริง คอนซัลแต้นส์ จำกัด



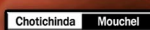
บริษัท ไทยเอนจิเนียริงคอนซัลแตนท์ จำกัด



บริษัท แปซิฟิก คอนซัลแทนส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด



บริษัท ดีไซน์ คอนเซป จำกัด



บริษัท โชติจินดา มูเชล คอนซัลแตนท์ จำกัด



บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาไลสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด



บริษัท แปซิฟิก คอนซัลแทนส์ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด

มกราคม 2551



สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม

โครงการปรับแบบรายละเอียด ระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ - รังสิต รวมสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

AEC บริษัท เอเชียน เอ็นจิเนียริง คอนซัลแต้นส์ จำกัด



บริษัท ไทยเอนจิเนียริงคอนซัลแต้นท์ จำกัด



บริษัท แปซิฟิค คอนซัลแต้นส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด



บริษัท ดีไซน์ คอนเซป จำกัด



บริษัท โซติจินดา มูเชล คอนซัลแต้นท์ จำกัด



บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแต้นท์ จำกัด



บริษัท แปซิฟิค คอนซัลแต้นส์ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด

มกราคม 2551

สารบัญ

	หน้า
คำย่อ	ช
1. บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 ลักษณะงานปรับแก้แบบและการออกแบบรายละเอียด	4
1.2.1 งานออกแบบเพิ่มเติม	4
1.2.2 งานปรับแก้แบบ	6
1.2.3 ปรับแก้เอกสารการประกวดราคา	9
1.3 วัตถุประสงค์	9
2. งานออกแบบสถานี	9
2.1 สถานีตามแนวเส้นทางของโครงการ	9
2.2 ตำแหน่งสถานี	10
2.3 แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม	15
2.4 การกำหนดความสูงของอาคาร	16
2.5 หลักเกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม	16
2.6 ปรัชญาการออกแบบสถานีกลางบางซื่อ	17
2.7 การใช้พื้นที่ในสถานีกลางบางซื่อ	19
2.8 การออกแบบสถานีรายทาง	25
2.8.1 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีรายทางรูปแบบที่ 1	26
2.8.2 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีรายทางรูปแบบที่ 2 (สถานีตอนเมือง)	31
2.8.3 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีรายทางรูปแบบที่ 3 (สถานีหลักหก)	33
2.8.4 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีรายทางรูปแบบที่ 4 (สถานีรังสิต)	35
3. งานวิศวกรรมโครงสร้างและงานปรับปรุงโครงสร้างเดิม	38
3.1 งานวิศวกรรมโครงสร้าง	38
3.1.1 รูปแบบโครงสร้างส่วนบน	38
3.1.2 รูปแบบโครงสร้างส่วนล่าง	39
3.2 การออกแบบโครงสร้างอาคารสถานีและโรงซ่อมบำรุงรถจักรและล้อเลื่อน	39
3.3 การออกแบบโครงสร้างสะพานคอนกรีตสำหรับรถยนต์	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 ข้อกำหนดการออกแบบ	40
3.3.2 รูปแบบโครงสร้างสะพานและทางขึ้นลง	40
3.4 การปรับปรุงโครงสร้างเดิม	41
3.4.1 ผลจากการตรวจพินิจ	41
3.4.2 การตรวจสอบกำลังอัดของคอนกรีตโดยใช้การเจาะเก็บ แท่งคอนกรีตตัวอย่าง	42
3.4.3 การสำรวจโครงสร้างเดิมเพิ่มเติม	42
4. งานออกแบบคันทางรถไฟระดับดินและเสาเข็มฐานราก	43
5. งานออกแบบถนนเลียบริมทางรถไฟ (Local Road)	43
5.1 การออกแบบทางด้านเรขาคณิต	43
5.2 การออกแบบโครงสร้างผิวทาง	44
5.3 การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัย	46
6. งานออกแบบระบบระบายน้ำ (Drainage Design)	46
7. งานระบบเครื่องกลและไฟฟ้าประกอบอาคาร (Building Mechanical and Electrical System)	47
7.1 ระบบเครื่องกล	48
7.1.1 แนวความคิดการออกแบบ	48
7.1.2 ระบบปรับอากาศ	48
7.1.3 ระบบระบายอากาศ	49
7.1.4 ระบบความปลอดภัยต่าง ๆ	49
7.2 การออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาล และดับเพลิง	50
7.2.1 ระบบประปา	50
7.2.2 ระบบระบายน้ำเสีย	50
7.2.3 ระบบระบายน้ำฝน	50
7.2.4 ระบบบำบัดน้ำเสีย	51
7.3 ระบบป้องกันอัคคีภัย	51
7.4 งานระบบไฟฟ้าประกอบอาคาร	52
7.4.1 ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง (POWER AND LIGHTING SYSTEM)	52
7.4.2 ระบบไฟฟ้าสื่อสาร (COMMUNICATION SYSTEM)	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.4.3 มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบ	53
7.4.4 ขอบเขตงานออกแบบระบบไฟฟ้าสื่อสาร	54
8. การออกแบบแนวเส้นทางรถไฟ (Track Alignment Design)	55
9. การเดินขบวนรถ (Train Operation)	57
9.1 การวางแผนการเดินขบวนรถ	57
9.2 สมมุติฐานของการศึกษา	58
9.3 สรุปผลการศึกษา	58
10. โครงสร้างทางรถไฟ (Track Structure)	59
11. ระบบควบคุมการเดินรถ (Train Operation Control System)	60
11.1 ภูมิหลังโครงการ	60
11.2 ข้อกำหนดที่สำคัญในการออกแบบ	60
11.3 สภาวะแวดล้อม	60
11.4 ระบบควบคุมงานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมในปัจจุบัน	61
11.5 ระบบควบคุมขบวนรถตามทีเสนอไว้	62
11.6 แผนดำเนินการศูนย์ซ่อมบำรุงที่สถานีบางซื่อตามทีเสนอไว้	65
12. ระบบรถไฟไฟฟ้า (Electrification System)	66
13. ระบบการสื่อสาร (Communication Systems)	68
13.1 ระบบสื่อสาร	68
13.2 ระบบรับส่งข้อมูลและระบบนาฬิกา	72
14. ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection System)	73
15. ศูนย์ซ่อมบำรุงและโรงซ่อม (Depot and Workshop)	75
15.1 ศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซล	75
15.2 ศูนย์ซ่อมบำรุงตู้รถโดยสาร	75
15.3 ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟขานเมือง	76
15.4 วัสดุประสงค์และขอบเขตงาน	76
15.5 มาตรฐานการออกแบบ	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
15.6 สาธารณูปโภคในศูนย์ซ่อมบำรุง	78
15.6.1 สาธารณูปโภคในศูนย์ซ่อมบำรุงห้วงจักรดีเซล	78
15.6.2 สิ่งอำนวยความสะดวกในศูนย์ซ่อมบำรุงตุรกีโดยสาร	80
15.6.3 สิ่งอำนวยความสะดวกในศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟฟ้ามหานคร	81
16. แผนงานก่อสร้าง (Construction Schedule)	82
16.1 แนวคิดการวางแผนงานการก่อสร้าง	82
16.2 กรรมวิธีการก่อสร้าง	82
16.2.1 งานก่อสร้างเสาเข็ม	83
16.2.2 งานก่อสร้างฐานราก	84
16.2.3 งานก่อสร้างเสาเดียว	85
16.2.4 งานก่อสร้างโครงหักฉาก	86
16.2.5 งานติดตั้งคานกล่อ่ง	87
16.3 แผนงาน	88

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ที่ตั้งโครงการ	3
2.1	สถานีตามแนวเส้นทางของโครงการ	9
2.2	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีกลางบางซื่อ	10
2.3	เส้นทางการคมนาคมและผังบริเวณโดยรอบสถานีกลางบางซื่อ	10
2.4	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีจตุจักร	11
2.5	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดเสมียนนารี	11
2.6	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีบางเขน	12
2.7	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีทุ่งสองห้อง	12
2.8	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักสี่	13
2.9	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีการเคหะ	13
2.10	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีดอนเมือง	14
2.11	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักหก	14
2.12	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีรังสิต	15
2.13	ความสูงของระดับรางในแต่ละสถานี	16
2.14	สถานีรถไฟกรุงเทพ (สถานีหัวลำโพง)	17
2.15	สถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง มักกะสัน	18
2.16	ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	18
2.17	ทัศนียภาพภายนอกสถานีกลางบางซื่อ	19
2.18	ผังพื้นที่ดินสถานีกลางบางซื่อ	19
2.19	ผังพื้นที่ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสารสถานีกลางบางซื่อ	20
2.20	ผังพื้นที่ชั้นขานชาลารถไฟทางไกล สถานีกลางบางซื่อ	20
2.21	ผังพื้นที่ชั้นขานชาลารถไฟชานเมือง สถานีกลางบางซื่อ	21
2.22	รูปตัดตามขวางและตามยาว สถานีกลางบางซื่อ	21
2.23	รูปตัดตามขวางและตามยาว สถานีกลางบางซื่อ	22
2.24	การวิเคราะห์ทิศทางแสงแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีกลางบางซื่อ	22
2.25	ทัศนียภาพภายนอกสถานีกลางบางซื่อ	23
2.26	ทัศนียภาพภายในสถานีกลางบางซื่อ	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.27	รูปแบบสถานีวิทยุทาง	25
2.28	ผังพื้นที่สถานีวิทยุทางรูปแบบที่ 1	26
2.29	รูปด้านและรูปตัดสถานีวิทยุทางรูปแบบที่ 1	26
2.30	การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศสถานีวิทยุทางรูปแบบที่ 1	27
2.31	ทัศนียภาพภายนอกสถานีจัตุจักร	28
2.32	ทัศนียภาพภายนอกสถานีวัดเสมียนนารี	28
2.33	ทัศนียภาพภายนอกสถานีบางเขน	29
2.34	ทัศนียภาพภายนอกสถานีทุ่งสองห้อง	29
2.35	ทัศนียภาพภายนอกสถานีหลักสี่	30
2.36	ทัศนียภาพภายนอกสถานีการเคหะ	30
2.37	ผังพื้นที่สถานีดอนเมือง	31
2.38	รูปด้านและรูปตัดสถานีดอนเมือง	32
2.39	การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีดอนเมือง	32
2.40	ทัศนียภาพภายนอกสถานีดอนเมือง	33
2.41	ผังพื้นที่สถานีหลักหก	33
2.42	รูปด้านและรูปตัดสถานีหลักหก	34
2.43	การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศสถานีหลักหก	34
2.44	ทัศนียภาพภายนอกสถานีหลักหก	35
2.45	ผังพื้นที่สถานีรังสิต	36
2.46	รูปด้านและรูปตัดสถานีรังสิต	36
2.47	การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีรังสิต	37
2.48	ทัศนียภาพภายนอกสถานีรังสิต	37
16.1	การแบ่งพื้นที่งานก่อสร้างในสัญญาที่ 1	88
16.2	การแบ่งพื้นที่งานก่อสร้างในสัญญาที่ 2	88
16.3	แผนงานของสัญญาที่ 1	89
16.4	แผนงานของสัญญาที่ 2	89
16.5	แผนงานของสัญญาที่ 3	90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
16.1	ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ	83
16.2	ขั้นตอนการก่อสร้างฐานราก	84
16.3	ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเดี่ยว	85
16.4	ขั้นตอนการก่อสร้างโครงเหล็กฉาก	86
16.5	ขั้นตอนการติดตั้งคานกล่อง	87

คำย่อ

กก.	กิโลกรัม
กม.	กิโลเมตร
กฟน.	การไฟฟ้านครหลวง
ขตร.	ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ
ชม.	ชั่วโมง
ชม.	เซ็นติเมตร
ตร.กม.	ตารางกิโลเมตร
ตร.ม.	ตารางเมตร
ตร.ชม.	ตารางเซ็นติเมตร
น.	นาฬิกา
บขส.	บริษัท ขนส่ง จำกัด
พ.ศ.	พุทธศักราช
มอก	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย
รฟท.	การรถไฟแห่งประเทศไทย
ว.ส.ท	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
สนช.	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

คำย่อ (ต่อ)

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
AFC	Automatic Fare Collection: ระบบเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ
ANSI	American National Standard Institute
ARL	Airport Rail Link : ระบบรางเชื่อมท่าอากาศยาน
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer
AT	Autotransformer
ATC	Automatic Train Control : ระบบควบคุมขบวนรถอัตโนมัติ
ATO	Automatic Train Operation : ระบบควบคุมการเดินรถอัตโนมัติ
ATP	Automatic Train Protection : ระบบป้องกันขบวนรถอัตโนมัติ
ATS	Automatic Train Stop : ระบบหยุดขบวนรถอัตโนมัติ
BRMBS	โครงการปรับแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ-รังสิต รวมสถานีรถไฟบางซื่อ
BS	British Standard
CASS	Controlled Access & Security System
C.B.R	California Bearing Ratio
CCTV	Closed Circuit Television
CT	Commuter Train : รถไฟชานเมือง
DMU	Diesel Multiple Unit
DTS	Digital Transmission System : ระบบรับส่งข้อมูล
DTN	Design Traffic Number
EMU	Electric Multiple Unit
EN	European Standard
ESA	Equivalent Standard Axle
GPS	Global Positioning System
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Employer's Representatives
IP	Internet Protocol
ISO	International Standards Organization
IT	Information Technology : ระบบสารสนเทศ
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Sector
ITU-R	International Telecommunication Union – Radio communication Sector
JIS	Japanese Industrial Standard

คำย่อ (ต่อ)

Kph	Kilometer per hour
KV	Kilovolts
LD	Long Distance
MDB	Main Distributor Board
MVA	Mega Volt Ampere
NFPA	National Fire Protection Association
NTBR	Study and Detailed Design for North-Bound Train System in Bangkok (Bang Sue- Rangsit) and Bang Sue Train Station
OA	Office Automation
OA&IT	Office Automation and Information Technology
OCC	Operations Control Center
OCS	Overhead Catenary System
PA	Public Address
PIS	Passenger Information System
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SMACNA	Sheet Metal and Air Conditioning Contractor's National Association
SMS	Station Management System
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TCP	Transmission Control Protocol
TOR	Term of Reference
TSS	Traction Substation
VCC	Vehicle Communication Controller

1. บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

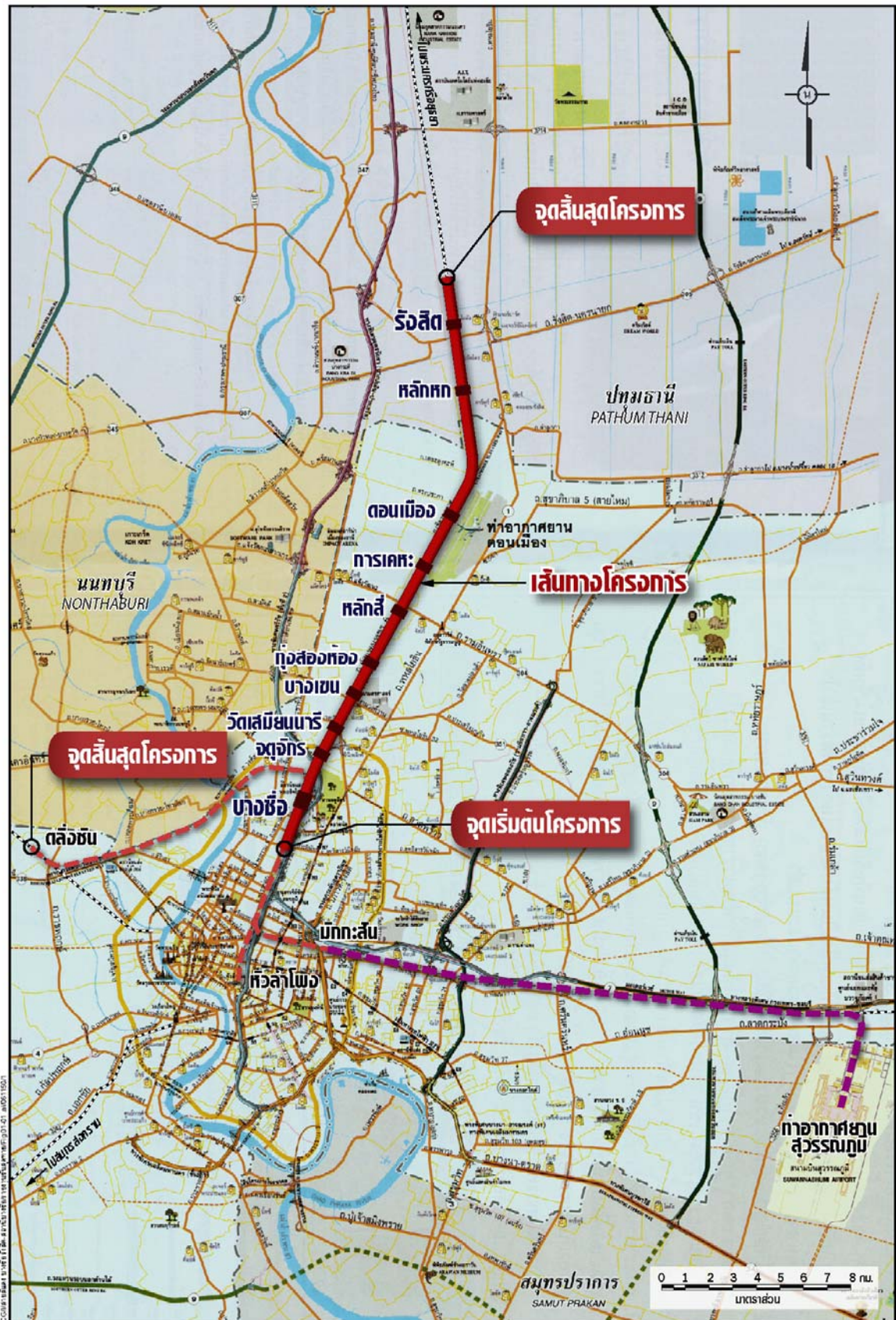
โครงการปรับแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ- รังสิต รวมสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ (โครงการ BRMBS) เป็นโครงการที่สืบเนื่องมาจากการดำเนินงานออกแบบรายละเอียดโครงการระบบขนส่งทางรถไฟในกรุงเทพมหานครสายเหนือ (ช่วงบางซื่อ - รังสิต) และย่านสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ (โครงการ NTBR) ซึ่งได้ดำเนินการออกแบบสถานีรถไฟฟ้ากลางบางซื่อ และสถานีปลายทาง 4 สถานี ได้แก่ สถานีบางเขน สถานีหลักสี่ สถานีดอนเมือง และสถานีรังสิต เพื่อให้บริการระบบรถไฟฟ้าทางไกล และรถไฟฟ้าชานเมือง โดยมีสมมติฐานในการดำเนินงานรวมโครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานดอนเมือง- วิทยา- สุวรรณภูมิ ที่ให้บริการระบบเดินรถที่มีระยะความถี่ขึ้นแบบ City Line หรือระบบขนส่งมวลชนควบคู่ในโครงข่ายบางซื่อ - ดอนเมือง ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2548 ที่ให้ความเห็นชอบกรอบการลงทุนโครงการระบบขนส่งมวลชนมูลค่า 555,737 ล้านบาทเดิม

เมื่อรัฐบาลได้ให้ความเห็นชอบในหลักการลงทุนโครงการระบบขนส่งมวลชนทางราง 4 โครงการ 5 เส้นทาง ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2549 และกรอบการพัฒนาโครงการระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานคร ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2550 โดยมีโครงการระบบรถไฟฟ้าชานเมือง ช่วงบางซื่อ- รังสิต ซึ่งเป็นโครงการที่มีความสำคัญต่อนโยบายดังกล่าวเนื่องจากได้กำหนดให้สถานีกลางบางซื่อเป็นศูนย์กลางคมนาคมขนส่งทางรางที่มีความสำคัญลำดับแรกของประเทศ รัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กระทรวงคมนาคม โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) และการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) ทำการศึกษาเพื่อปรับแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ- รังสิต รวมสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ ให้สามารถรองรับต่อการอำนวยความสะดวกแก่ประชาชนที่ใช้บริการในระบบรถไฟฟ้าทางไกล และประชาชนที่พักอาศัยบริเวณโครงข่ายได้ โดยที่โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานดอนเมือง- วิทยา- สุวรรณภูมิ ยังไม่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 5 ปีนี้

และเมื่อคณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้ รฟท. ดำเนินโครงการระบบรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) ช่วงรังสิต - บางซื่อ - ดอนเมือง ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2550 โดยให้ส่วนของบางซื่อ - ดอนเมือง ดำเนินการก่อสร้างงานโยธาไปก่อน และให้ส่วนของระบบไฟฟ้า อาณัติสัญญาณ และการสื่อสารของส่วนงานดังกล่าว รวมอยู่ในการประกวดราคางานในส่วนของบางซื่อ - รังสิต จึงทำให้ภารกิจของการศึกษาต้องดำเนินการให้เกิดการเชื่อมต่องานระหว่างสองโครงการฯ โดยเดินรถระหว่างกันและให้บริการแก่ผู้โดยสารตามโครงข่ายสายดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีขีดความสามารถในการเดินรถที่ส่งผลต่อการพัฒนาภารกิจของ รฟท. โดยจะต้องขนส่งผู้โดยสารและขนส่งสินค้าในโครงข่ายเดียวกันได้ ขจัดปัญหาจุดตัดของทางรถไฟกับถนนตามแนวเส้นทาง ตลอดจนเชื่อมโยงการเดินทางของระบบรถไฟฟ้าและโครงข่ายระบบขนส่งอื่นๆ อันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสาธารณะให้ดีขึ้น

เพื่อจูงใจให้ประชาชนมาใช้บริการและประหยัดค่าเชื้อเพลิงการขนส่ง นับเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการขนส่งและจราจรอย่างยั่งยืน

รูปที่ 1.1 แสดงที่ตั้งโครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (สายสีแดง) ช่วงบางซื่อ-รังสิต (รวมระบบไฟฟ้า อาณัติสัญญาณและการสื่อสาร ช่วงรังสิต-บางซื่อ-ตลิ่งชัน)



รูปที่ 1.1 ที่ตั้งโครงการ

1.2 ลักษณะงานปรับแก้แบบและการออกแบบรายละเอียด

นอกเหนือจากรายงานเบื้องต้น รายงานทบทวนการศึกษาและแบบเบื้องต้นที่ได้นำเสนอ สนข. แล้ว ยังมีงานปรับแก้และงานออกแบบรายละเอียด ซึ่งจะต้องดำเนินการต่อไป โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

- ก. งานออกแบบเพิ่มเติม
- ข. งานปรับแก้แบบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง (นโยบาย จุดประสงค์ และความ ต้องการ) ในภายหลังจากที่ได้ออกแบบไปแล้ว
- ค. งานปรับแก้เอกสารประกวดราคา

1.2.1 งานออกแบบเพิ่มเติม

งานออกแบบเพิ่มเติม ประกอบด้วย

สถานีตามรายการโครงการฯ

สถานีตามรายการโครงการฯ เดิมมี 4 สถานี ได้แก่ บางเขน หลักสี่ ดอนเมือง และรังสิต สถานีเพิ่มเติมตามทีระบุในข้อกำหนดขอบเขตของงาน (T.O.R.) มีจำนวน 4 สถานี ได้แก่ จตุจักร วัดเสมียนนารี หวังสองห้องและการเคหะ เนื่องจากที่ปรึกษามีความเห็นว่ มหาวิทยาลัยรังสิตและหมู่บ้านเมืองเอกอยู่ไม่ไกลจากป้ายหยุดรถหลักหกปัจจุบัน ถ้ามี สถานีรถไฟฟ้าหลักหกเพิ่มขึ้น คาดว่าจะมีผู้โดยสารมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก จึงได้เสนอ ให้มีสถานีหลักหกเพิ่มขึ้นอีก 1 สถานี รวมเป็นการออกแบบเพิ่มเติม 5 สถานี

สถานีจตุจักร สถานีวัดเสมียนนารี สถานีวังสองห้อง สถานีการเคหะ



สถานีหลักหก



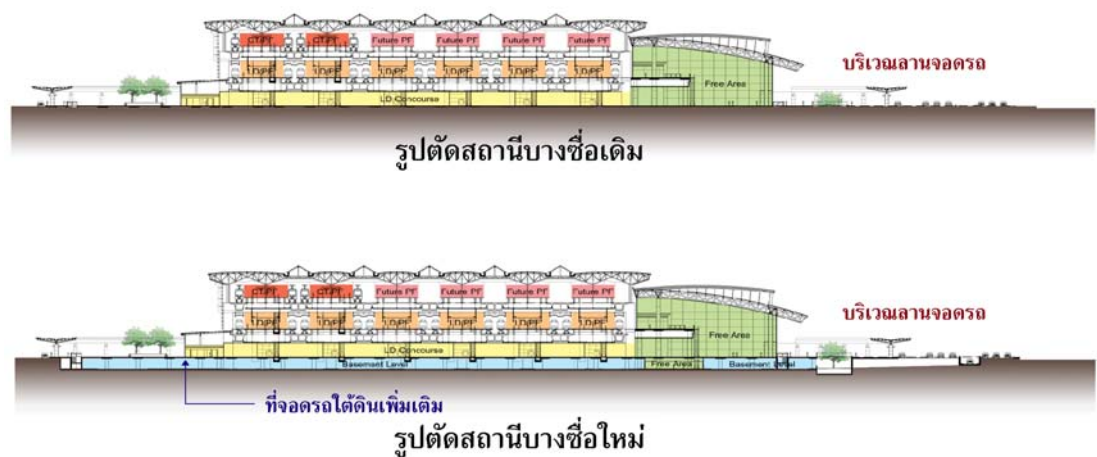
ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าขานเมือง (EMU Depot)

ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าขานเมือง (EMU Depot) เดิมได้ออกแบบให้อยู่ในปลายทางบริเวณขานเมืองทั้งสี่ทิศ (เช่น สายเหนือบริเวณย่านสถานีเชียงรากน้อย ด้านตะวันตกบริเวณย่านสถานีท่าแฉลบ จังหวัดนครปฐม) แต่ในการปรับแบบใหม่ระยะทางในการก่อสร้างสำหรับระบบรถไฟฟ้าขานเมืองสั้นลง (ด้านเหนือถึงรังสิต และด้านตะวันตกถึงตลิ่งชัน) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องออกแบบ EMU Depot เพิ่มเติมไว้ที่บริเวณย่านสถานีบางซื่อชั่วคราว พร้อมโครงสร้างทางยกระดับและทางลาดสำหรับ EMU ลงสู่ Depot ระดับดินบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีบางซื่อ EMU Depot ชั่วคราวที่ย่านสถานีบางซื่อนี้ จะย้ายออกไปอยู่บริเวณปลายทางรถไฟฟ้าขานเมืองทั้งสี่ทิศในภายหลัง เมื่อเส้นทางรถไฟฟ้าขานเมืองมีการต่อขยายเต็มโครงการแล้ว

โครงสร้างทางรถไฟยกระดับ

เดิมได้ออกแบบโครงสร้างทางยกระดับทางด้านใต้ของสถานีบางซื่อ สิ้นสุดอยู่ที่ กม. 7+130 นับจากสถานีกรุงเทพ (หัวลำโพง) ซึ่งจะต้องเชื่อมต่อกับส่วนของการพัฒนาช่วงบางซื่อ-หัวลำโพง-มักกะสัน รถไฟฟ้าขานเมืองจึงจะสามารถกลับรถได้ เนื่องจากการเดินรถไฟฟ้าขานเมืองในช่วงแรกจะสิ้นสุดที่สถานีบางซื่อ ดังนั้น จึงต้องปรับแบบรายละเอียดใหม่ โดยออกแบบโครงสร้างทางรถไฟยกระดับขนาด 8 ราง ต่อจากด้านใต้ของสถานีบางซื่อไปจนถึงถนนประดิพัทธ์ (ระยะทางประมาณ 1.1 กม.) เพื่อให้ EMU สามารถกลับรถได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับโครงการอื่น

ที่จอดรถยนต์ใต้ดินที่สถานีบางซื่อ



ที่จอดรถยนต์ระดับดินประมาณ 700 คัน ที่ออกแบบไว้เดิมอยู่นอกอาคารสถานีบางซื่อไม่สะดวกต่อผู้ใช้บริการรถไฟ ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการรถไฟทางไกลและรถไฟฟ้าขานเมืองสามารถเข้าถึงโถงผู้โดยสาร (Concourse) ได้สะดวก จึงได้เพิ่มที่จอดรถยนต์ใต้ดิน ซึ่งสามารถจอดรถได้อีกประมาณ 1,600 คัน

ระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม พร้อมระบบรถไฟ

ออกแบบระบบอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม พร้อมระบบรถไฟสำหรับช่วงบางซื่อ-ตลิ่งชัน และสถานีที่เพิ่มขึ้นตามรายการรถไฟช่วงบางซื่อ-รังสิต รวมทั้งบริเวณด้านใต้ของสถานีบางซื่อจนถึงถนนประดิพัทธ์ ซึ่งได้เพิ่มเติมเพื่อให้รถไฟฟ้ามหานครสามารถกลับรถได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับโครงการอื่น

สถานีไฟฟ้าย่อย

เนื่องจากโครงการออกแบบระบบการขนส่งทางรถไฟในกรุงเทพมหานครสายเหนือ (ช่วงบางซื่อ-รังสิต) และย่านสถานีรถไฟบางซื่อ (NTBR เดิม) ไม่ได้ออกแบบสถานีไฟฟ้าย่อย จึงต้องออกแบบอาคารสถานีไฟฟ้าย่อยบริเวณด้านทิศเหนือของพื้นที่โรงซ่อมบำรุงรถไฟทางไกล

1.2.2

งานปรับแก้แบบ

งานปรับแก้แบบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในภายหลังจากที่ได้ออกแบบไปแล้ว ประกอบด้วย สถานีบางซื่อและย่านสถานีบางซื่อ

โถงทางเข้าออกและทางเข้าออก

เดิมโครงสร้างทางเข้าออกและทางเข้าออกอยู่ทางด้านตะวันตกของสถานีบางซื่อ ตามแนวถนนเทอดดำริห์ เนื่องจากทางด้านตะวันออกของสถานีติดขัดในเรื่องการใช้พื้นที่เพื่อกิจกรรมของ รฟท. เช่น โรงซ่อมบำรุงตู้รถโดยสาร (ย้ายมาจากหัวลำโพง) ลานจอดขบวนรถไฟทางไกลและอาคารซ่อมบำรุงรายวัน (Daily Maintenance) รวมทั้งพื้นที่ที่ให้ รฟท. เช่า และย่านรถสินค้า เพื่อความสวยงามของสถานีกลางบางซื่อ จึงได้ปรับโถงทางเข้าออกและทางเข้าออกประธานมาอยู่ทางด้านตะวันออกของสถานี การเปลี่ยนแปลงนี้จึงต้องปรับภูมิทัศน์ทางสถาปัตย์ทั้งหมด และจะต้องปรับแก้ทางเชื่อมต่อสถานีทั้งหมด โดยเพิ่มทางเข้าออกทางด้านถนนกำแพงเพชร 1 และถนนกำแพงเพชร 2 รวมทั้งมีโครงสร้างถนนยกระดับเชื่อมต่อกับสถานี บขส. พร้อมทั้งย้ายลานจอดขบวนรถไฟทางไกลและอาคารซ่อมบำรุงรายวัน (Daily Maintenance) ที่เดิมใช้พื้นที่ทางด้านตะวันออกของสถานีให้ไปอยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่แทน



ทัศนียภาพด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อ ทั้งภายนอกและภายใน

ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟทางไกล

เพื่อจัดทางรถยนต์ผ่านเสมอระดับกับทางรถไฟทางด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อ จึงต้องปรับย้ายโรงซ่อมบำรุงตู้รถโดยสาร (Coach Depot) ที่ออกแบบไว้เดิมบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีบางซื่อไปไว้แทนที่โรงซ่อมบำรุงรถจักร (Locomotive Depot) ที่ออกแบบไว้เดิมบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีบางซื่อ

แนวทางรถไฟ

เปลี่ยนแปลงแนวทางรถไฟทางไกลและรถไฟฟ้ามหานครระดับด้านใต้และด้านเหนือของสถานีบางซื่อ เพื่อให้สัมพันธ์กับการออกแบบแนวทางรถไฟ ช่วงบางซื่อ-หัวลำโพง-มักกะสัน พร้อมปรับแก้แนวทางรถไฟทางไกลระดับดินให้สัมพันธ์กับตำแหน่งใหม่ของลานจอดขบวนรถไฟทางไกล และอาคารซ่อมบำรุงรายวัน

เปลี่ยนแนวทางการจราจรระดับบริเวณด้านเหนือของถนนแจ้งวัฒนะที่เป็นโค้งราบให้เป็นทางตรงยาวประมาณ 400 เมตร เพื่อให้สถานีหลักสี่ที่ย้ายจากด้านใต้มาอยู่ทางด้านเหนือของถนนแจ้งวัฒนะ ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่แนวทางการจราจรเป็นเส้นตรง

พื้นที่การออกแบบบริเวณย่านสถานีบางซื่อ

บริเวณย่านสถานีบางซื่อมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,172.6 ไร่ หรือ 1,876,160 ตารางเมตร (ไม่รวมพื้นที่สถานีขนส่งผู้โดยสารหมอชิต 2) ประกอบด้วย พื้นที่กิจกรรมที่ รพท. ใช้อยู่เดิมโดยไม่มีการรื้อย้ายประมาณ 685.6 ไร่ หรือ 1,096,960 ตารางเมตร และพื้นที่ที่นำมาใช้ในการออกแบบใหม่ประมาณ 487.0 ไร่ หรือ 779,200 ตารางเมตร (ประมาณร้อยละ 41.5 ของพื้นที่ทั้งหมด) ซึ่งประกอบด้วย

- อาคารสถานีบางซื่อ 79,840 ตารางเมตร (49.9 ไร่)
- ถนนในบริเวณย่านสถานี 65,600 ตารางเมตร (41.0 ไร่)
- ลานจอดรถไฟทางไกล 288,640 ตารางเมตร (180.4 ไร่)
(รวมอาคาร Daily Maintenance และ Coach Repair Shop 34,240 ตารางเมตร)
- ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้ามหานคร 198,040 ตารางเมตร (123.8 ไร่)
(รวมอาคารซ่อมบำรุง 20,480 ตารางเมตร)
- ลานจอดรถโดยสารประจำทาง 34,880 ตารางเมตร (21.8 ไร่)
- ลานจอดรถแท็กซี่ 10,240 ตารางเมตร (6.4 ไร่)
- ภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape) 47,200 ตารางเมตร (29.5 ไร่)

ถนนเลียบทางรถไฟ (Local Road)

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางยกระดับรองรับสถานีที่เพิ่มขึ้น จึงต้องปรับปรุง Local Road บริเวณที่มีสถานีรายการเพิ่มขึ้น (และเปลี่ยนตำแหน่งจากเดิม) รวมทั้งบริเวณที่ต่อขยายจากสถานีบางซื่อ จนถึงถนนประดิพัทธ์

โครงสร้าง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแนวทางการจราจร และย้ายตำแหน่งสถานีที่ออกแบบไว้เดิม จึงต้องปรับแก้ออกแบบโครงสร้างทางยกระดับบริเวณที่แนวทางการจราจรเปลี่ยนแปลง รวมทั้งโครงสร้างสำหรับสถานีใหม่ และโครงสร้างสำหรับอาคารใหม่ (เช่น โรงซ่อมบำรุงรถไฟฟ้ามหานคร)

ภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape)

เนื่องจากเปลี่ยนโถงทางเข้าออกสถานีบางซื่อ จึงต้องปรับแก้ Landscape บริเวณด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อให้สวยงามเป็น Land Mark แห่งใหม่ของกรุงเทพมหานคร รวมทั้งจัด Landscape บริเวณสถานีรายการอื่นๆ ให้สวยงามด้วย

1.2.3 ปรับแก้เอกสารการประกวดราคา

เนื่องจากการเปลี่ยนจากเดิมที่เป็นการประมูลโดยใช้วิธี e-Auction เป็นการประมูลตามแนวทางของ JBIC จึงต้องปรับแก้และจัดทำเอกสารประกวดราคาใหม่ทั้งหมด

1.3 วัตถุประสงค์

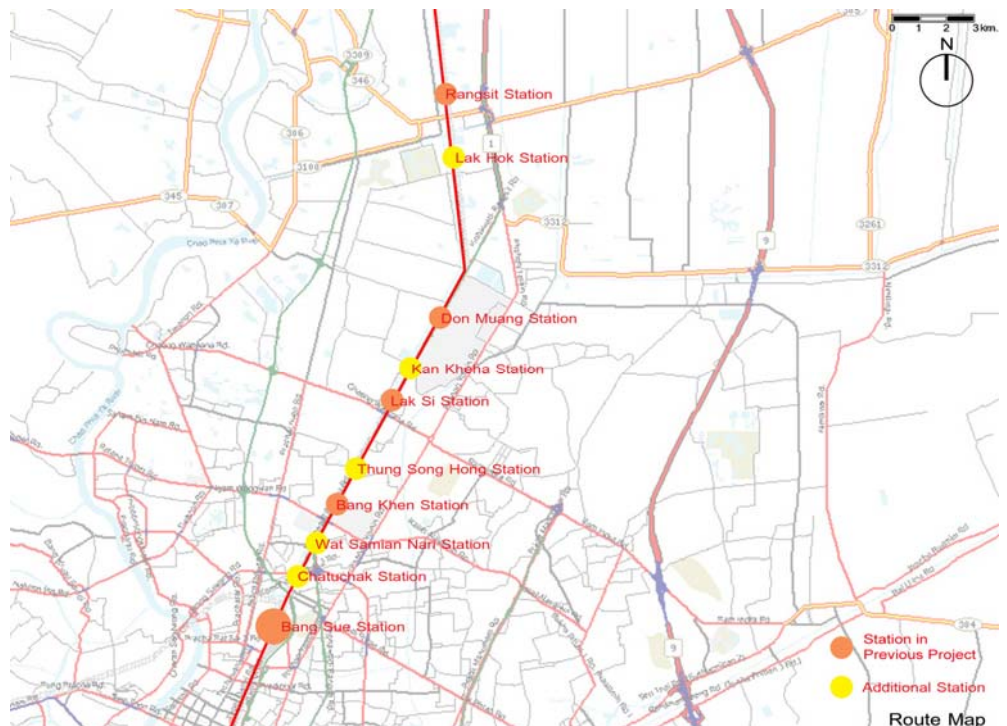
รายงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงและสรุปรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมและข้อสมมุติฐานของการคำนวณและการออกแบบ รวมถึงข้อแนะนำต่าง ๆ ภายในขอบข่ายของงาน

2. งานออกแบบสถานี

2.1 สถานีตามแนวเส้นทางของโครงการ

สถานีตามแนวเส้นทางโครงการทั้งหมดมี 10 สถานีดังนี้

- สถานีที่ออกแบบไว้เดิม 5 สถานี ได้แก่ บางซื่อ บางเขน หลักสี่ ดอนเมืองและรังสิต
- สถานีเพิ่มเติมอีก 5 สถานี ได้แก่ จตุจักร วัดเสมียนนารี (ก่อสร้างในอนาคต) ทุ่งสองห้อง การเคหะ และหลักหก (ก่อสร้างในอนาคต)

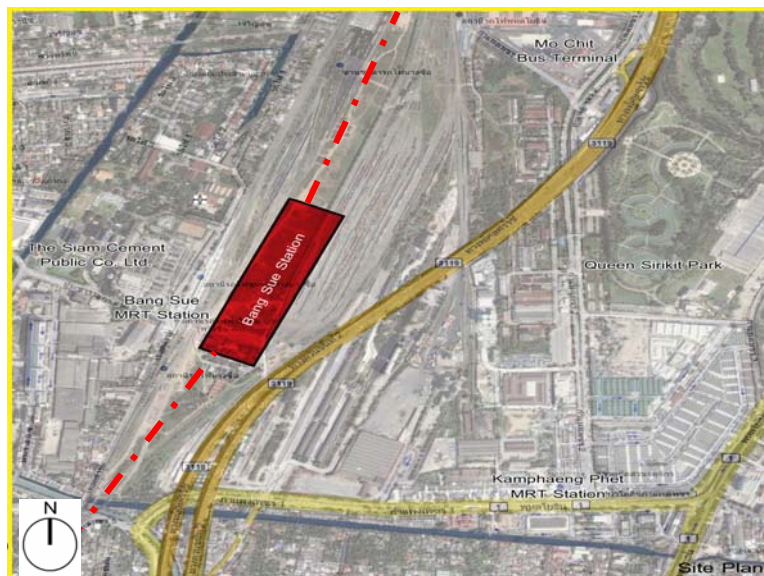


รูปที่ 2.1 สถานีตามแนวเส้นทางของโครงการ

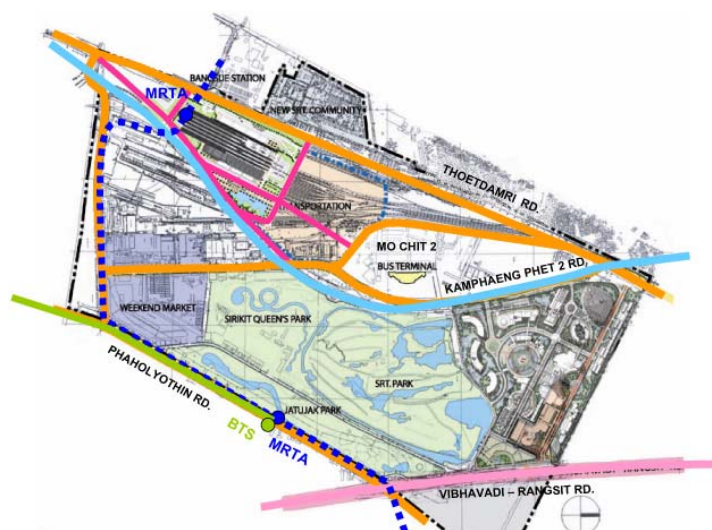
2.2

ตำแหน่งสถานี

1) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีกลางบางซื่อ



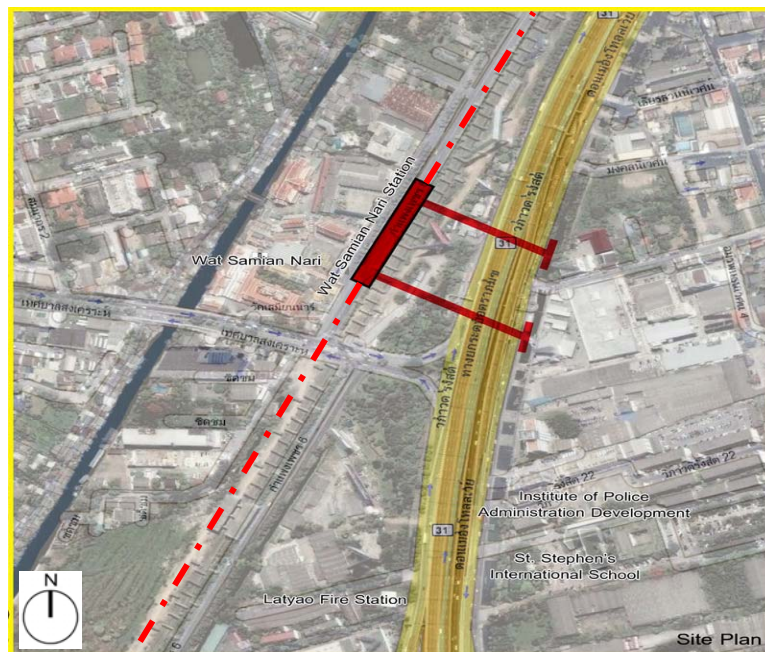
รูปที่ 2.3 เส้นทางคมนาคมและผังบริเวณโดยรอบสถานีกลางบางซื่อ

2) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีจตุจักร



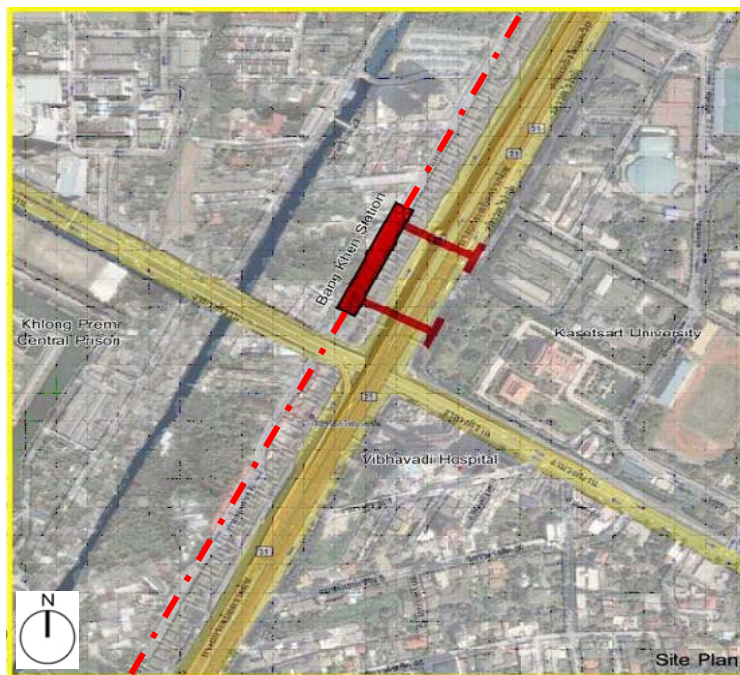
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีจตุจักร

3) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดเสมียนนารี



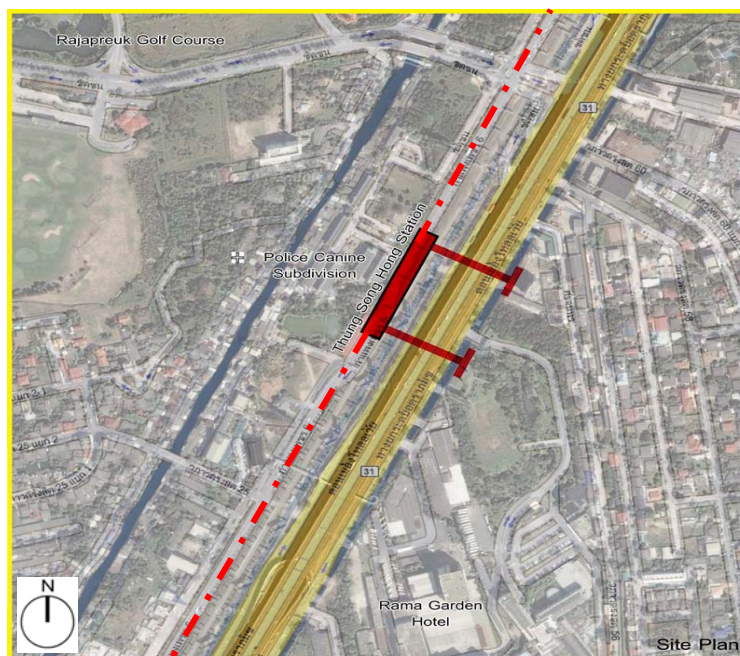
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดเสมียนนารี

4) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีบางเขน



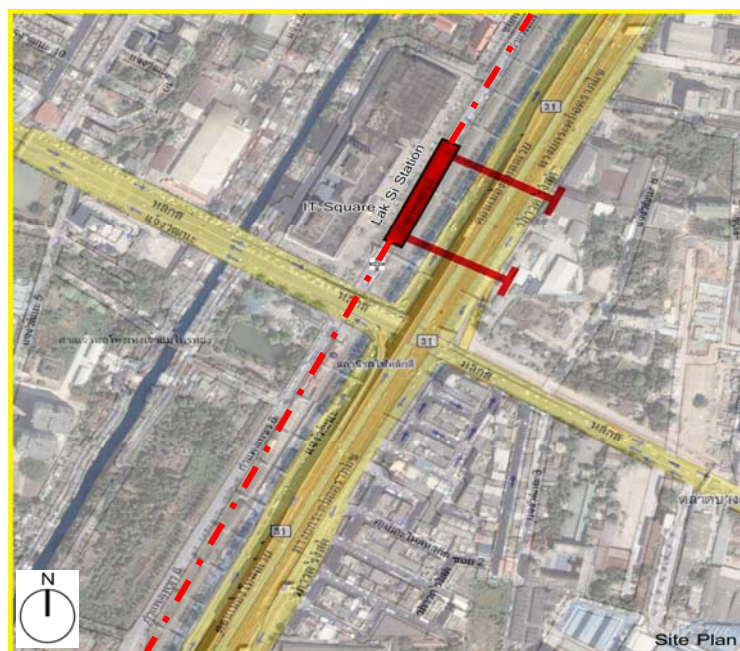
รูปที่ 2.6 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีบางเขน

5) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีทุ่งสองห้อง



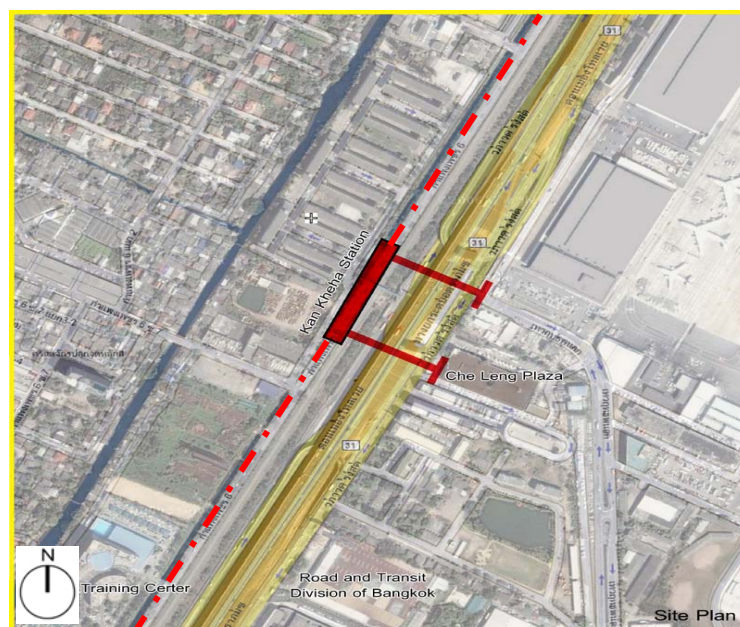
รูปที่ 2.7 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีทุ่งสองห้อง

6) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักสี่



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักสี่

7) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีการเคหะ



รูปที่ 2.9 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีการเคหะ

8) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีดอนเมือง



รูปที่ 2.10 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีดอนเมือง

9) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักหก



รูปที่ 2.11 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีหลักหก

10) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีรังสิต



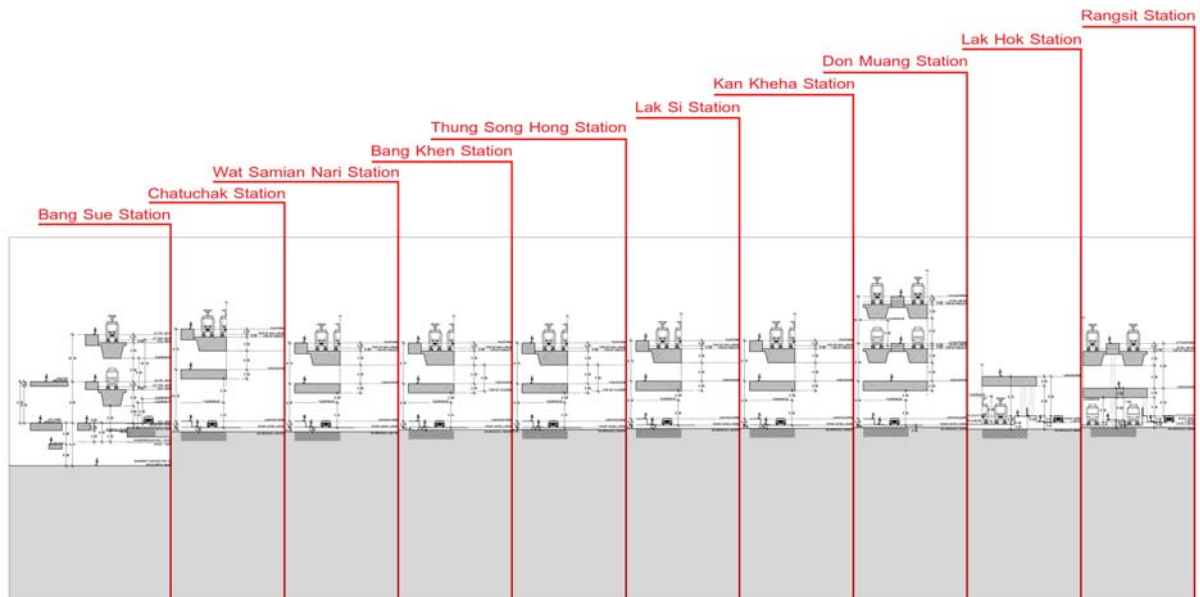
รูปที่ 2.12 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีรังสิต

2.3

แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม

- จัดสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับการใช้งานของผู้พิการและผู้ใช้รถเข็น เอื้อต่อผู้พิการและคนชรา
- ออกแบบและจัดวางตำแหน่งทางเข้าออกสำหรับผู้โดยสารให้สามารถรองรับการเข้าถึงสถานีได้ทุกทิศทาง
- พื้นที่สถานีรายทางโดยทั่วไปเป็นแบบเปิดโล่ง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉพาะในบริเวณที่จำเป็น
- รูปแบบอาคารเป็นแบบร่วมสมัย เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย
- ใช้วัสดุแบบสมัยใหม่มีคุณสมบัติทนทานต่อภูมิอากาศและการใช้งาน บำรุงรักษาได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางด้านต่าง ๆ ผลิตและหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย
- ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้โดยสาร คนสัญจรไปมา และผู้อยู่อาศัยบริเวณสถานี
- การประหยัดพลังงาน
- การวางผังโครงข่ายทางสัญจรที่มีประสิทธิภาพ
- ความสามารถในการเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสารกับระบบขนส่งมวลชนอื่น ๆ
- การแบ่งใช้ที่ดินของ รฟท. ให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการวางแผนล่วงหน้าเพื่อเอื้อต่อการพัฒนาที่ดินของ รฟท. โดยรอบ
- การวางแผนล่วงหน้าเพื่อการขยายเส้นทางเดินรถในอนาคต

2.4 การกำหนดความสูงของอาคาร



รูปที่ 2.13 ความสูงของระดับรางในแต่ละสถานี

2.5 หลักเกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม

หลักเกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบงานสถาปัตยกรรมในโครงการระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ – รังสิต รวมสถานีรถไฟฟ้าบางซื่อ ประกอบด้วย

- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
 - การคำนวณจำนวนสุขภัณฑ์สำหรับห้องสุขา
 - การคำนวณการอพยพผู้โดยสารตาม NFPA 130
- ข้อพิจารณาด้านความสวยงาม
- ข้อกำหนดด้านการใช้งาน
- การคำนวณสำหรับการออกแบบ
- ข้อพิจารณาสำหรับพื้นที่สาธารณะและอุปกรณ์ใช้งานต่างๆ
- การออกแบบป้ายและสัญลักษณ์
- การรักษาความปลอดภัยในสถานี

2.6

ปรัชญาในการออกแบบสถานีกลางบางซื่อ

- ภาพลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม และแนวโน้มการพัฒนาของการออกแบบสถานี
- ความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม
- การใช้พลังงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- การออกแบบที่มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับการขยายตัวในอนาคต
- พื้นที่ใช้สอยภายในสถานีเหมาะสมกับการใช้งาน

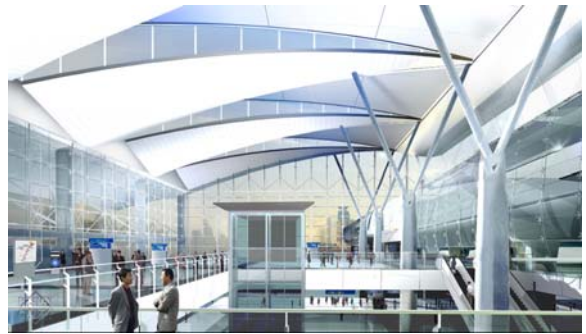
การเลือกใช้โครงสร้าง วัสดุ และระบบต่างๆ ภายในอาคาร

- โครงสร้างอาคารไม่ซับซ้อน ตรงไปตรงมา ก่อสร้างและดูแลรักษาได้ง่าย ในขณะเดียวกันก็มีความงดงามจากความเรียบง่ายในตัวเอง
- เลือกใช้วัสดุที่มีความคงทนถาวร เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เป็นวัสดุที่ดูแลรักษาได้ง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถหาได้ง่ายภายในประเทศ
- ผนังส่วนใหญ่ทั้งสี่ด้านของอาคารชั้นชานชาลาทั้งสองชั้นจะมีลักษณะเปิดโล่ง เพื่อให้สามารถถ่ายเทอากาศได้โดยสะดวกทั้งจากลมธรรมชาติ และการเคลื่อนไหวยาเข้าออกของขบวนรถไฟ ในขณะเดียวกันก็ทำให้เปิดรับแสงสว่างธรรมชาติจากภายนอกในเวลากลางวัน ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเบื้องต้น และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้เป็นจำนวนมากมหาศาล

ทั้งนี้งานออกแบบก่อสร้างอาคารสถานีระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ต่างๆ ทั้งสถานีรถไฟสนามบิน ที่ผ่านมามีในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่จะแสดงออกและสื่อให้เห็นถึงลักษณะของความเคลื่อนไหว ไม่หยุดนิ่ง โดยอาศัยลักษณะของโครงสร้างและองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่เป็นรูปทรงโค้ง เช่น สถานีรถไฟกรุงเทพ (สถานีหัวลำโพง) สถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง มักกะสัน และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 2.14 สถานีรถไฟกรุงเทพ (สถานีหัวลำโพง)

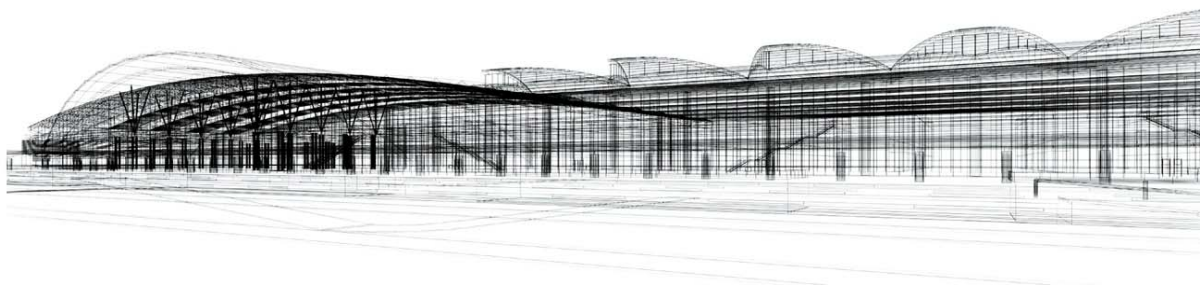


รูปที่ 2.15 สถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง มักกะฮ์



รูปที่ 2.16 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เพื่อให้เกิดเอกลักษณ์ของอาคารสถานีกลางบางซื่อที่มีความโดดเด่น สง่างาม สัมกับเป็นศูนย์กลางการคมนาคมระบบรางที่สำคัญของประเทศในอนาคต นอกจากนั้น แนวคิดในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมยังคำนึงถึงความเป็นไทย โดยอาศัยองค์ประกอบต่างๆ เช่น พันธุ์ไม้ไทยที่ดูแลรักษาง่ายเหมาะสมกับสภาพอากาศในประเทศ นำน้ำเข้ามาเป็นส่วนประกอบสำคัญในบริเวณพื้นที่ เป็นการสร้างบรรยากาศและความรื่นรมย์ด้วยการจัดภูมิสถาปัตยกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสวยงามของอาคารสถานีจากมุมมองภายนอกได้เป็นอย่างดี



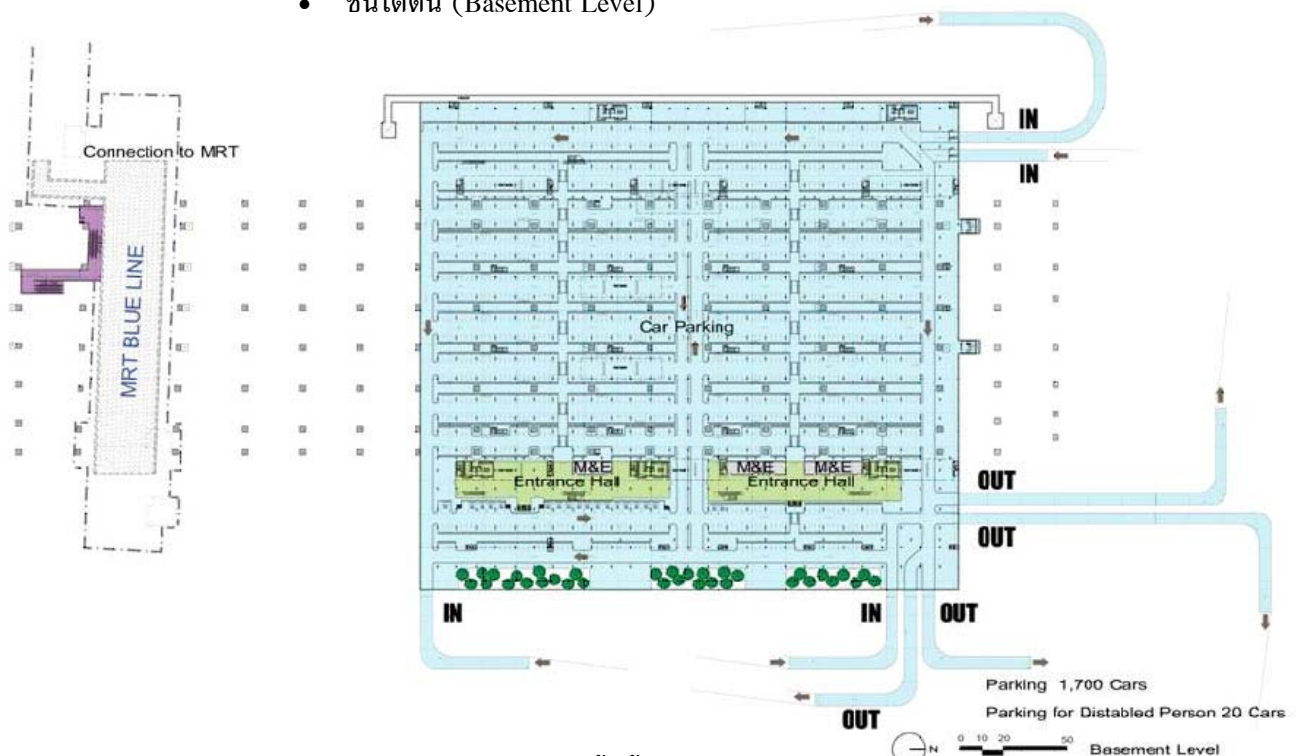


รูปที่ 2.17 ทศนียภาพภายนอกสถานีกลางบางซื่อ

2.7

การใช้พื้นที่ในสถานีกลางบางซื่อ

- ชั้นใต้ดิน (Basement Level)



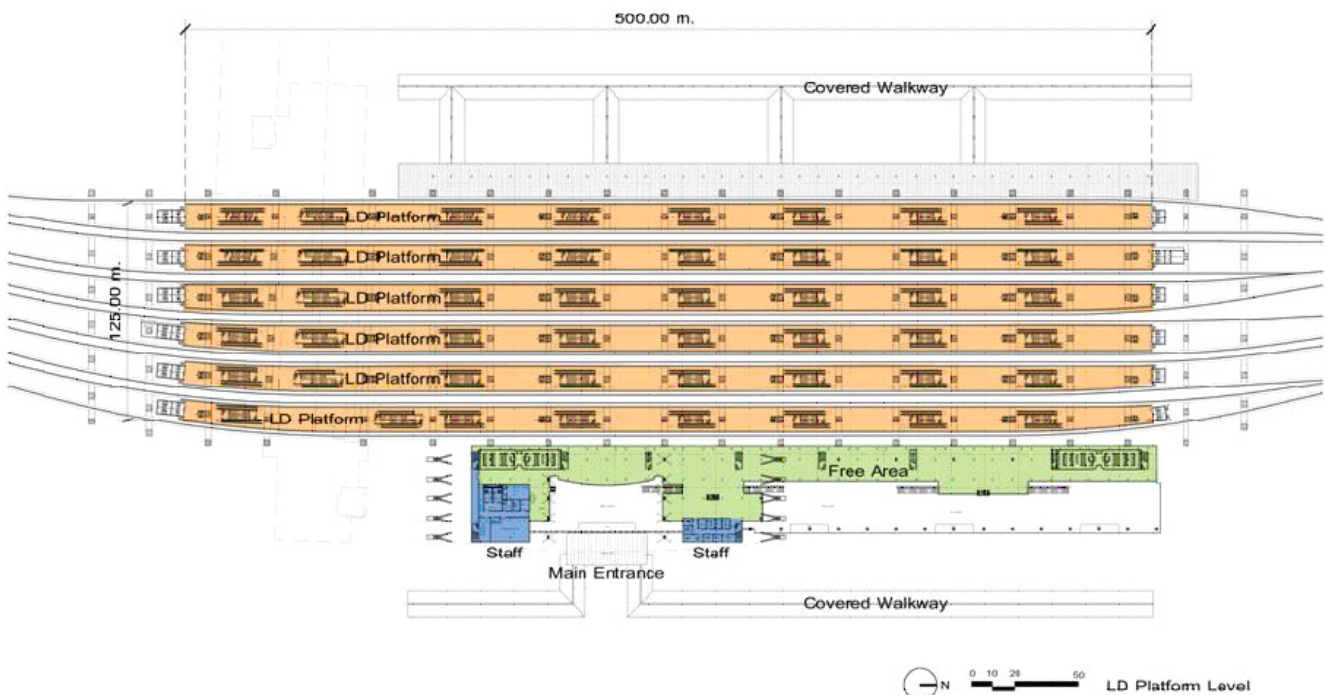
รูปที่ 2.18 ผังพื้นที่ชั้นใต้ดินสถานีกลางบางซื่อ

- ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse Level) และชั้นลอย (Mezzanine Level)



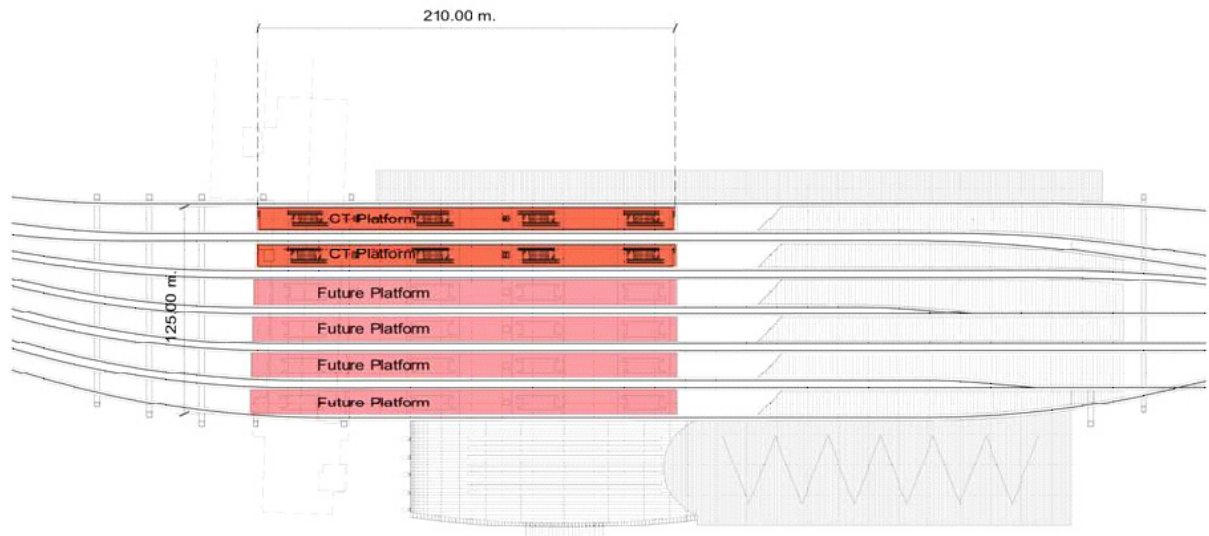
รูปที่ 2.19 ผังพื้นที่จำหน่ายตั๋วโดยสารสถานีกลางบางซื่อ

- ชั้นชานชาลารถไฟทางไกล (LD Platform Level)



รูปที่ 2.20 ผังพื้นที่ชั้นชานชาลารถไฟทางไกล สถานีกลางบางซื่อ

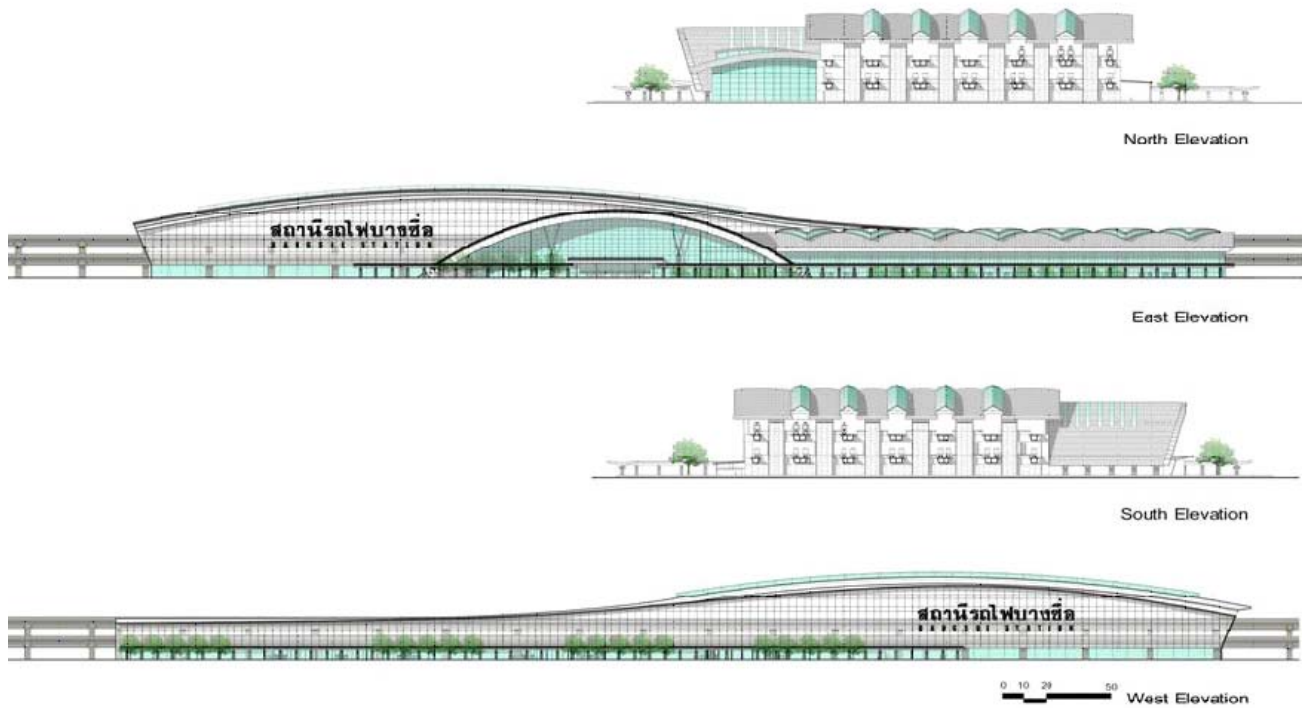
- ชั้นชานชาลารถไฟชานเมือง (CT Platform Level)



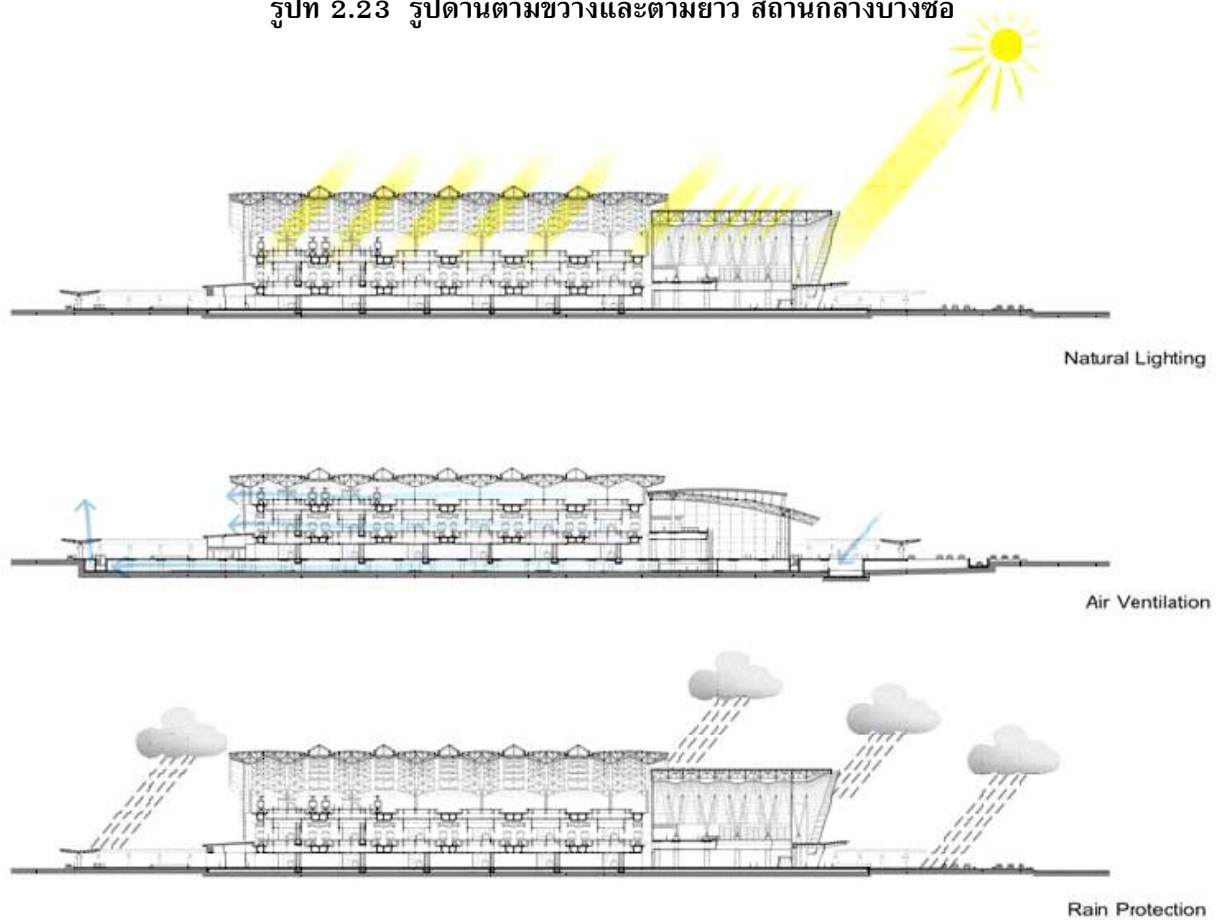
รูปที่ 2.21 ผังพื้นที่ชั้นชานชาลารถไฟชานเมือง สถานีกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.22 รูปตัดตามขวางและตามยาว สถานีกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.23 รูปด้านตามขวางและตามยาว สถานีกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.24 การวิเคราะห์ทิศทางแสงแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.25 ทักษิณภาพภายนอกสถานีกกลางบางซื่อ



รูปที่ 2.26 ทักษะภาพภายในสถานีกลางบางซื่อ

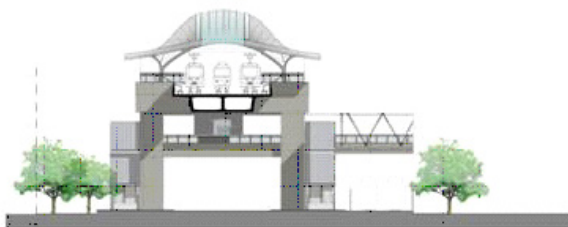
2.8 การออกแบบสถานีวิทยทาง

สถานีวิทยทางในโครงการปรับแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ – รังสิต รวมสถานีรถไฟบางซื่อ มีจำนวนทั้งสิ้น 9 สถานี ทั้งนี้สามารถแบ่งรูปแบบและลักษณะของสถานีวิทยทางออกได้เป็น 4 ประเภท

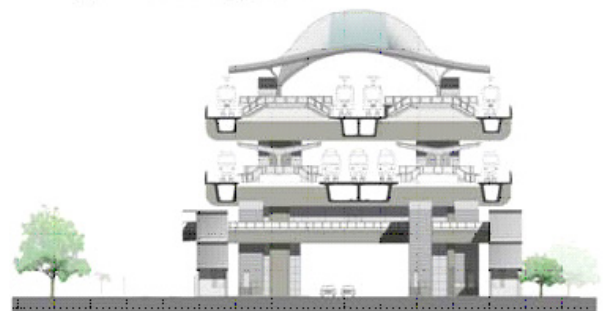
- 1) สถานีประเภทที่ 1 ได้แก่ สถานีจตุจักร สถานีวัดเสมียนนารี สถานีบางเขน สถานีทุ่งสองห้อง สถานีหลักสี่ และสถานีการเคหะ รวม 6 สถานี
- 2) สถานีประเภทที่ 2 ได้แก่ สถานีดอนเมือง
- 3) สถานีประเภทที่ 3 ได้แก่ สถานีหลักหก
- 4) สถานีประเภทที่ 4 ได้แก่ สถานีรังสิต

Intermediate Station

Type 1 : Chatuchak Station, Wat Samian Nari Station, Bang khen Station, Thung Song Hong Station, Lak Si Station, Kan Kheha Station



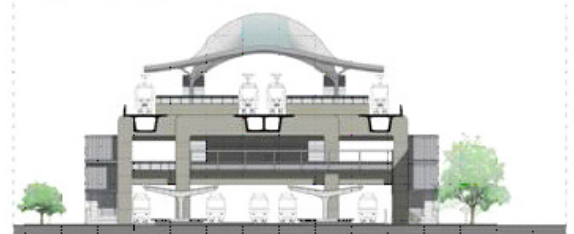
Type 2 : Don Muang Station



Type 3 : Lak Hok Station



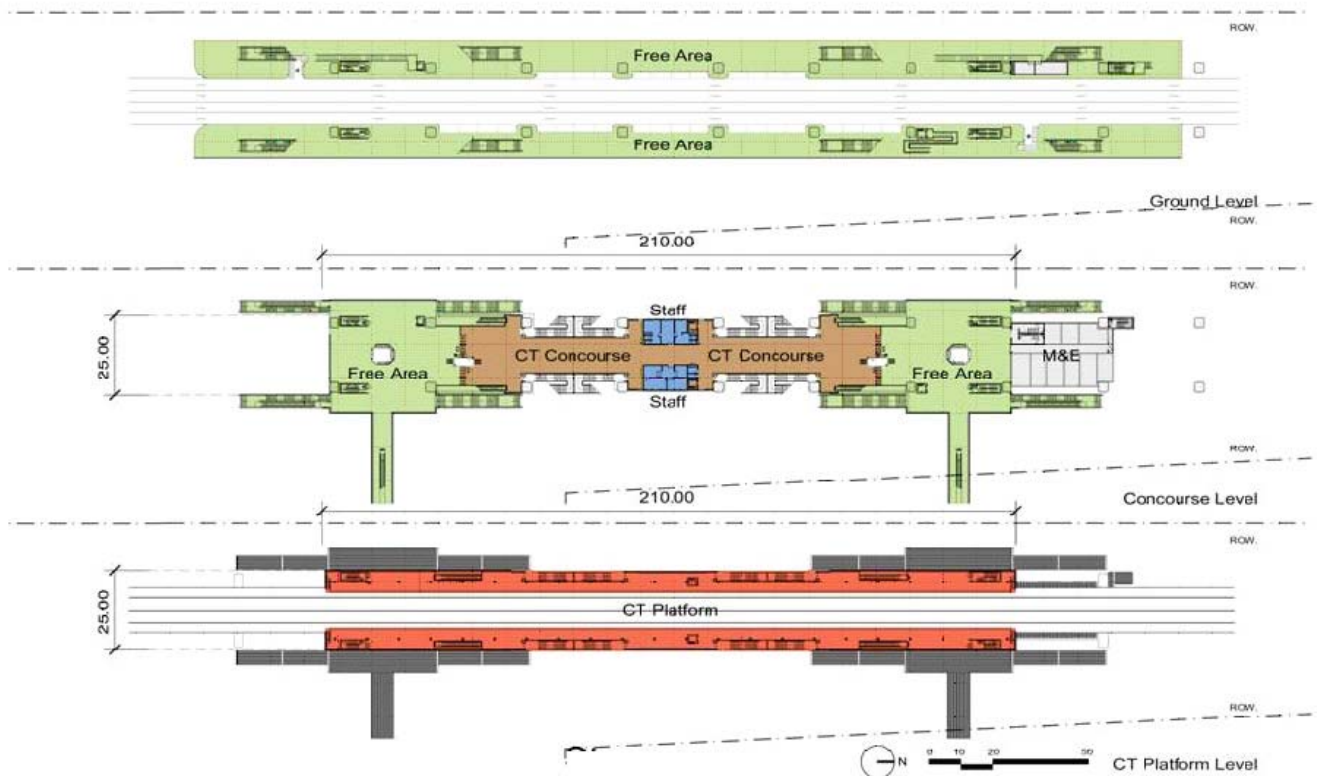
Type 4 : Rangsit Station



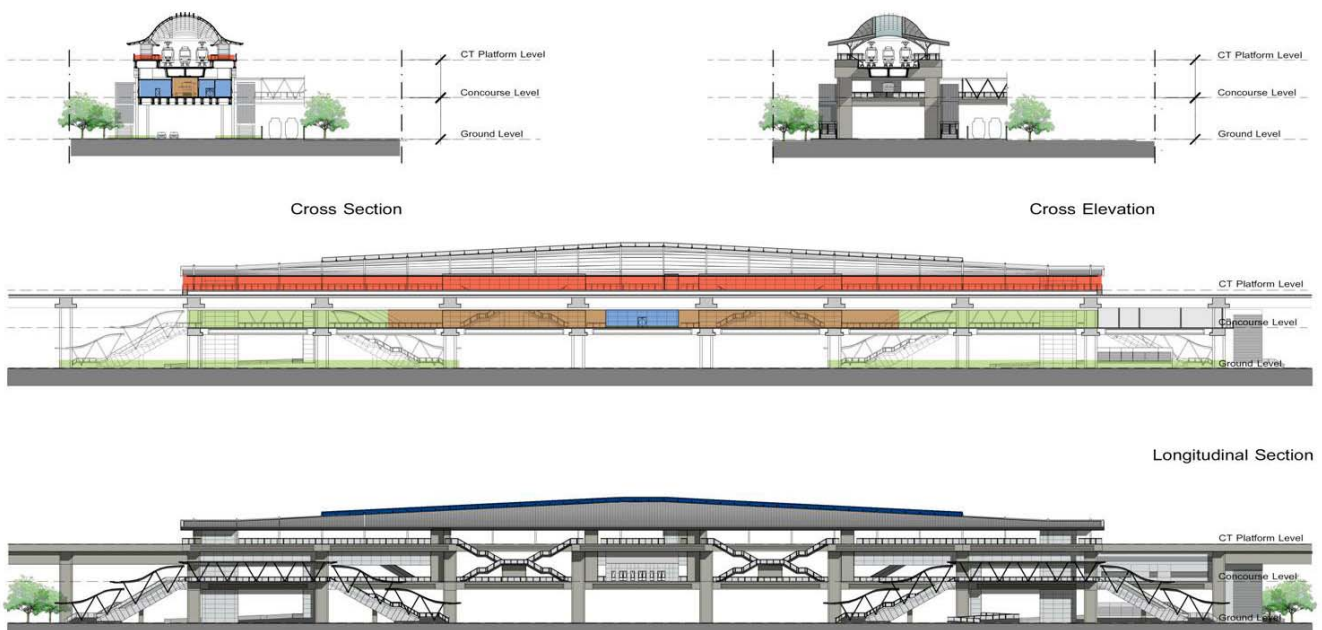
รูปที่ 2.27 รูปแบบสถานีวิทยทาง

2.8.1 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีวิทยทางรูปแบบที่ 1

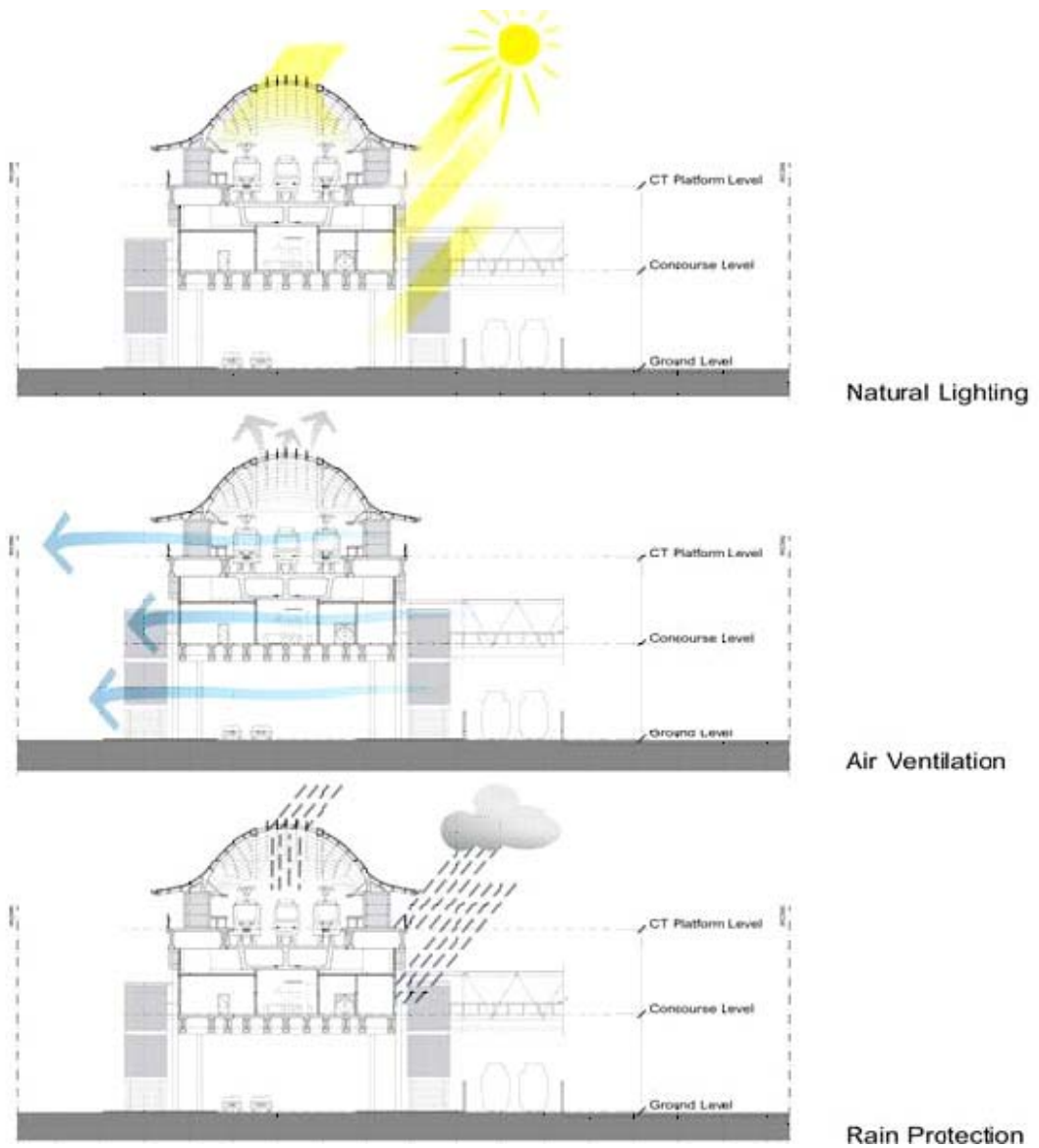
- ชั้นพื้น (Ground Floor Level)
- ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse Level)
- ชั้นชานชาลารถไฟชานเมือง (Platform Level)



รูปที่ 2.28 ผังพื้นสถานีวิทยทางรูปแบบที่ 1



รูปที่ 2.29 รูปด้านและรูปตัดสถานีวิทยทางรูปแบบที่ 1



รูปที่ 2.30 การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศสถานีวิทยุทางรูปแบบที่ 1



รูปที่ 2.31 ทศนียภาพภายนอกสถานีจตุจักร



รูปที่ 2.32 ทศนียภาพภายนอกสถานีวัดเสมียนนารี



รูปที่ 2.33 ทศนียภาพภายนอกสถานีบางเขน



รูปที่ 2.34 ทศนียภาพภายนอกสถานีทุ่งสองห้อง



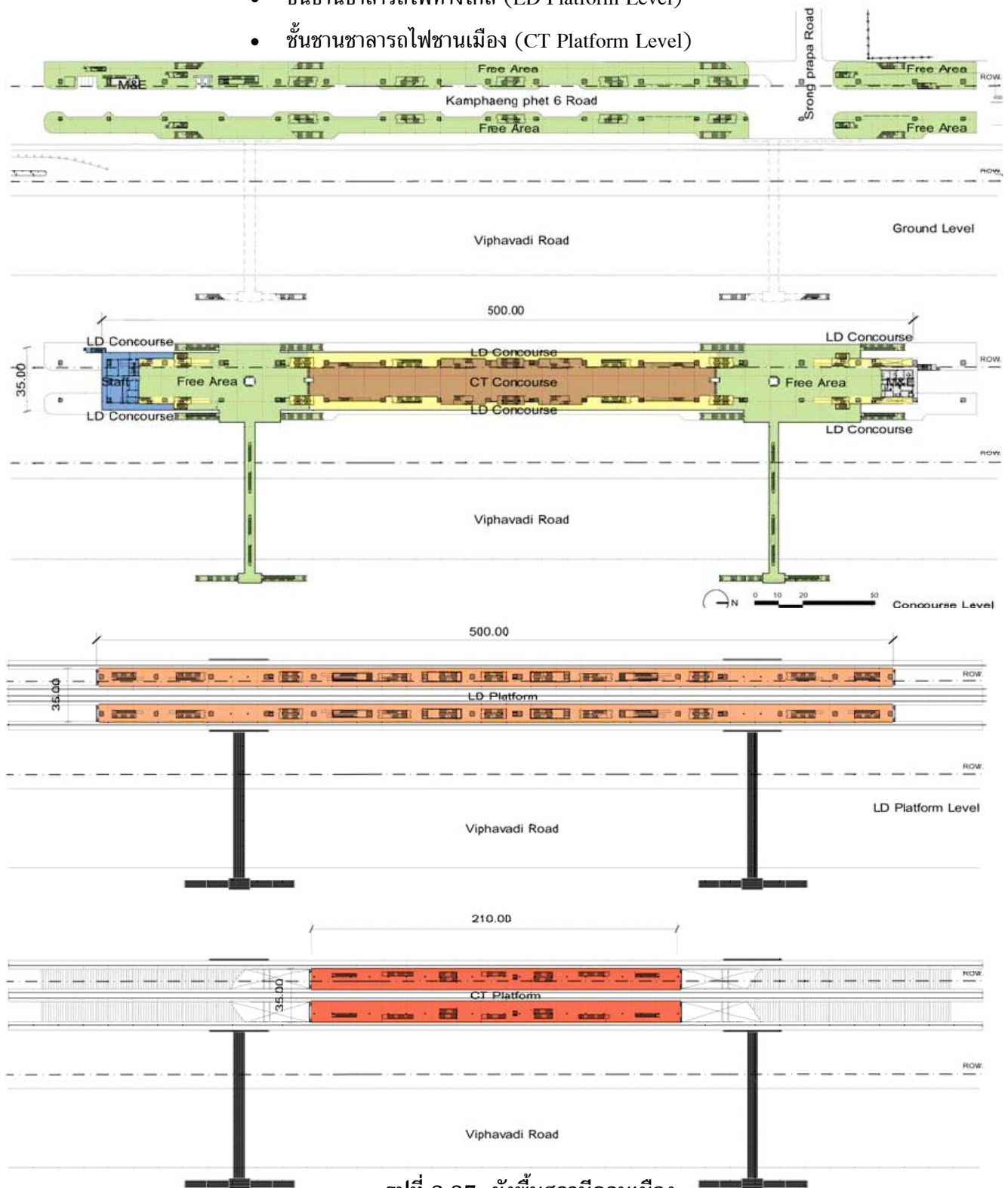
รูปที่ 2.35 ทักษณภาพภายนอกสถานีหลักสี่



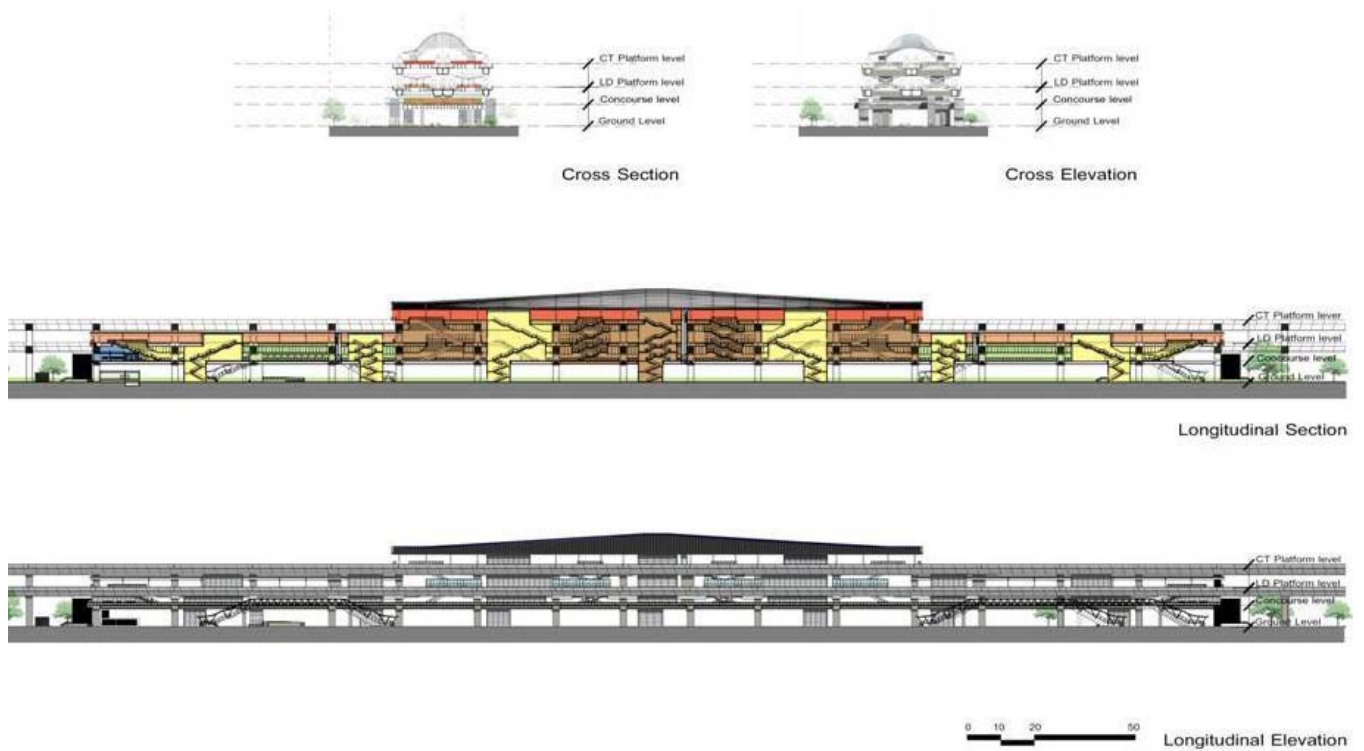
รูปที่ 2.36 ทักษณภาพภายนอกสถานีการเคหะ

2.8.2 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีวิทยทางรูปแบบที่ 2 (สถานีตอนเมือง)

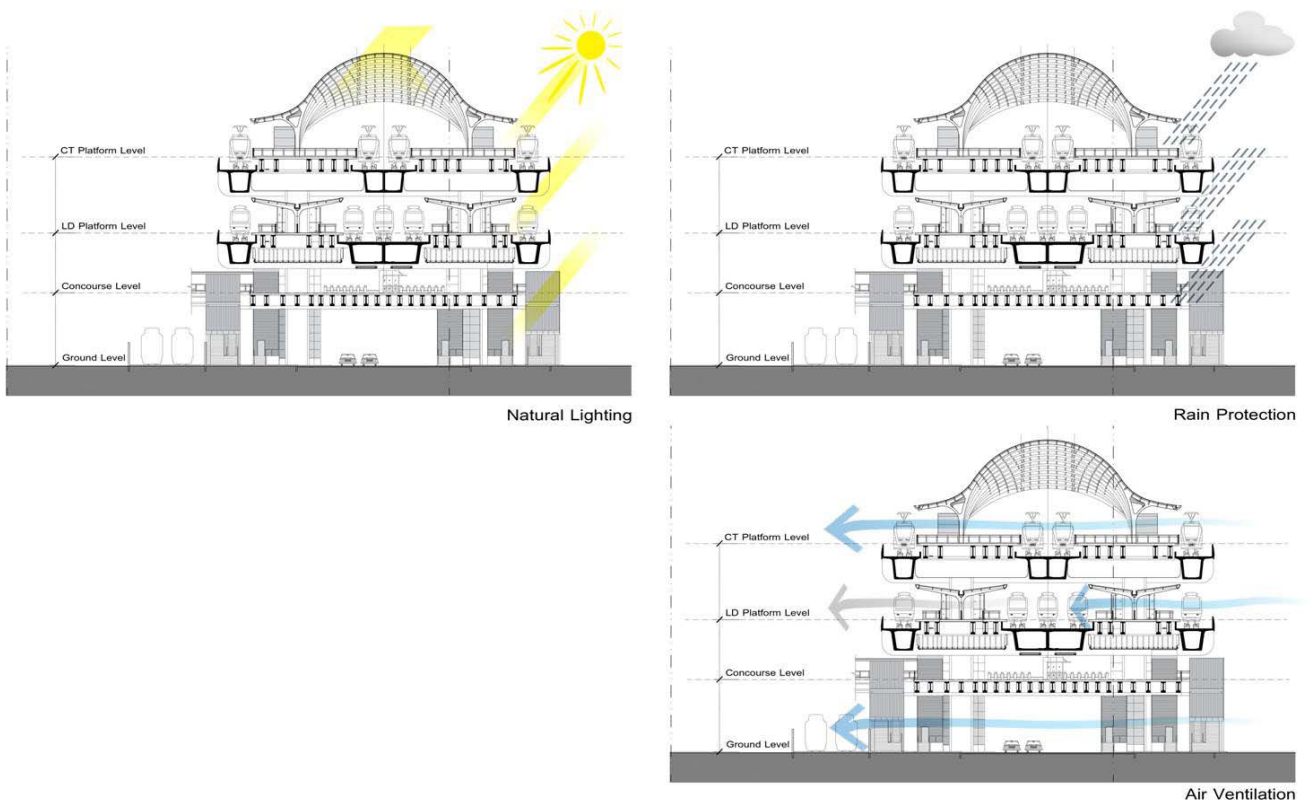
- ชั้นพื้น (Ground Floor Level)
- ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse Level)
- ชั้นชานชาลารถไฟทางไกล (LD Platform Level)
- ชั้นชานชาลาไฟฟ้าชานเมือง (CT Platform Level)



รูปที่ 2.37 ผังพื้นที่สถานีตอนเมือง



รูปที่ 2.38 รูปด้านและรูปตัดสถานีดอนเมือง



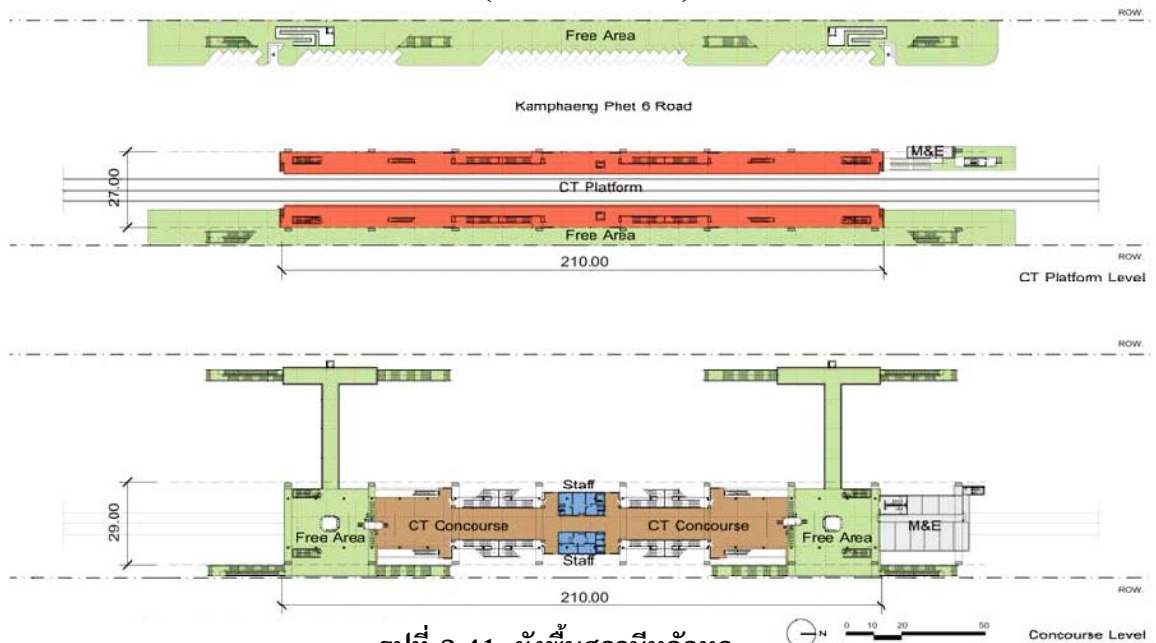
รูปที่ 2.39 การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีดอนเมือง



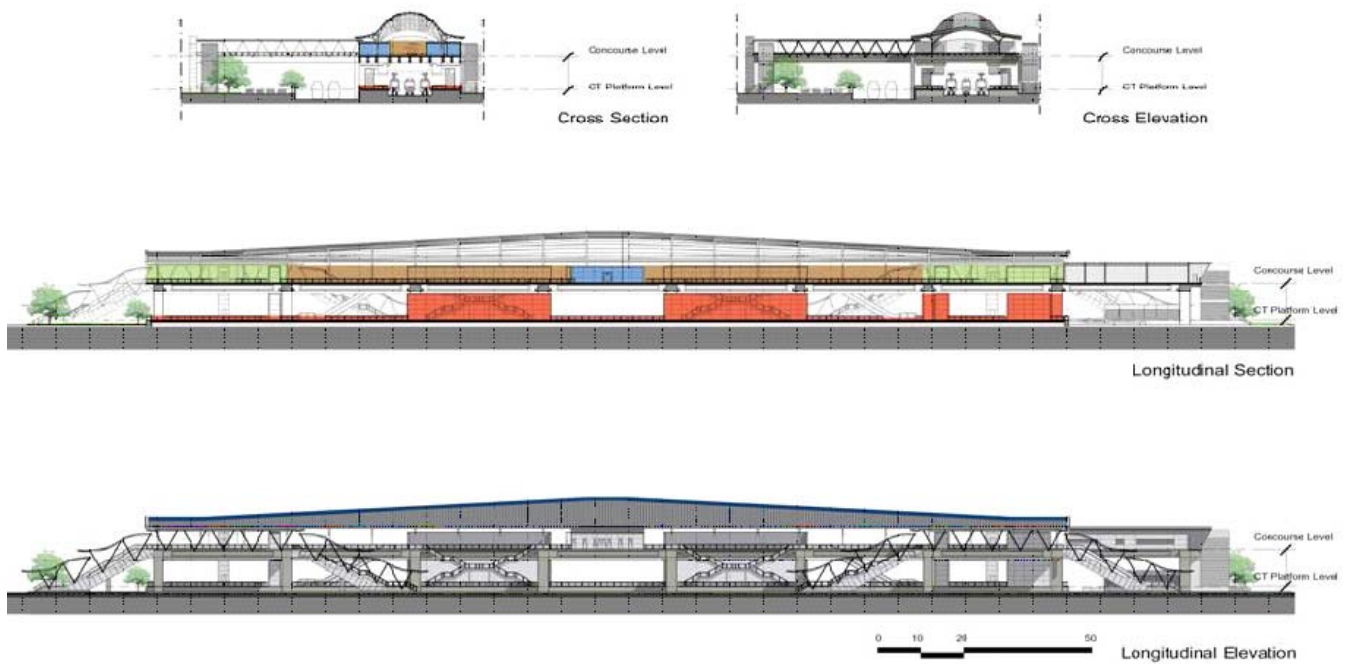
รูปที่ 2.40 ทักษณภาพภายนอกสถานีดอนเมือง

2.8.3 ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีวิทยทางรูปแบบที่ 3 (สถานีหลักหก)

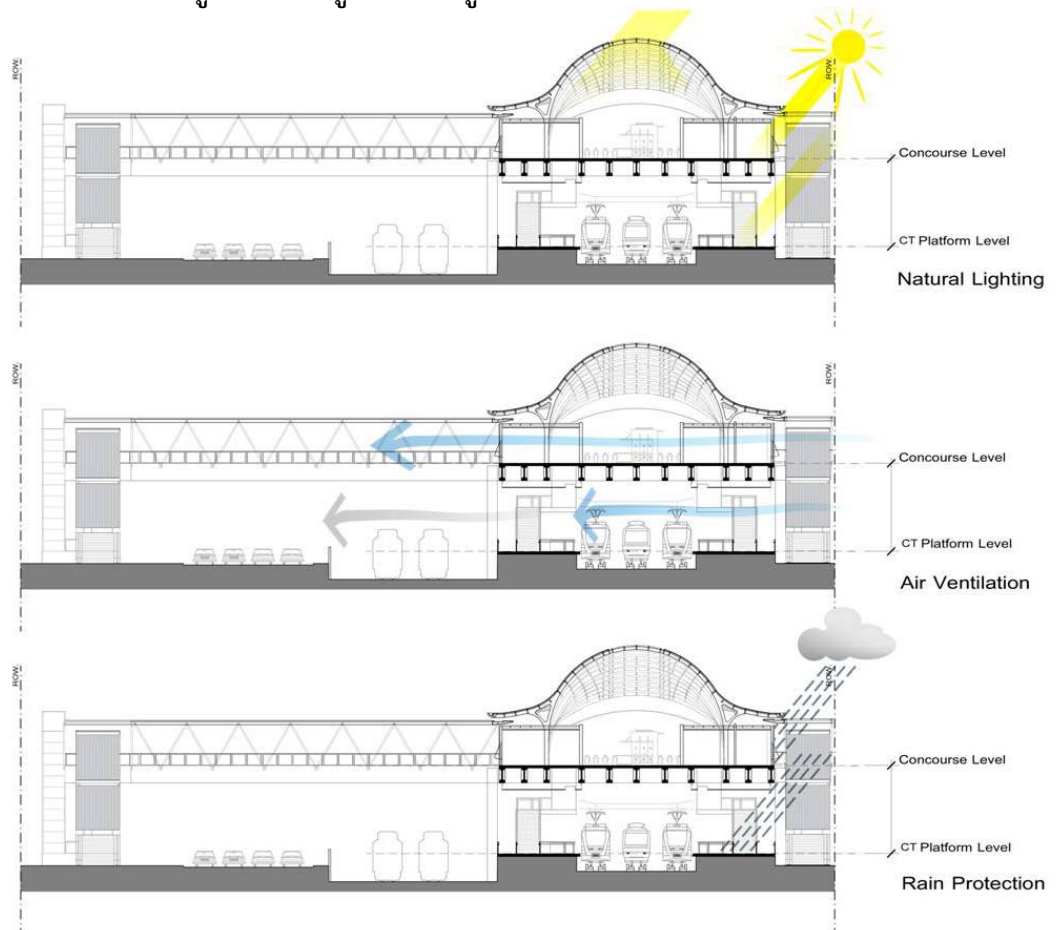
- ชั้นชานชาลา (Platform Level)
- ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse Level)



รูปที่ 2.41 ผังพื้นที่หลักหก



รูปที่ 2.42 รูปด้านและรูปตัดสถานีหลักหก



รูปที่ 2.43 การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศสถานีหลักหก

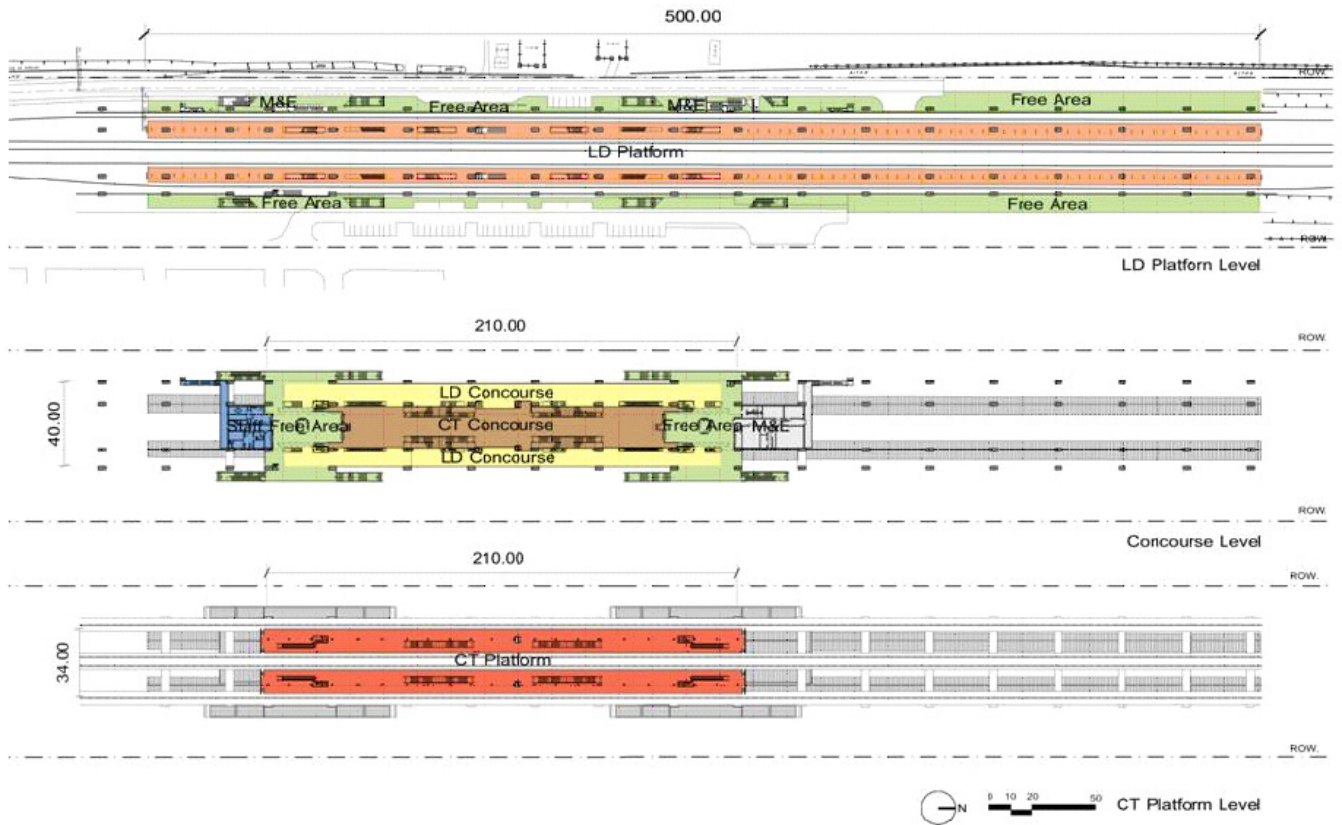


รูปที่ 2.44 ทศนียภาพภายนอกสถานีหลักหก

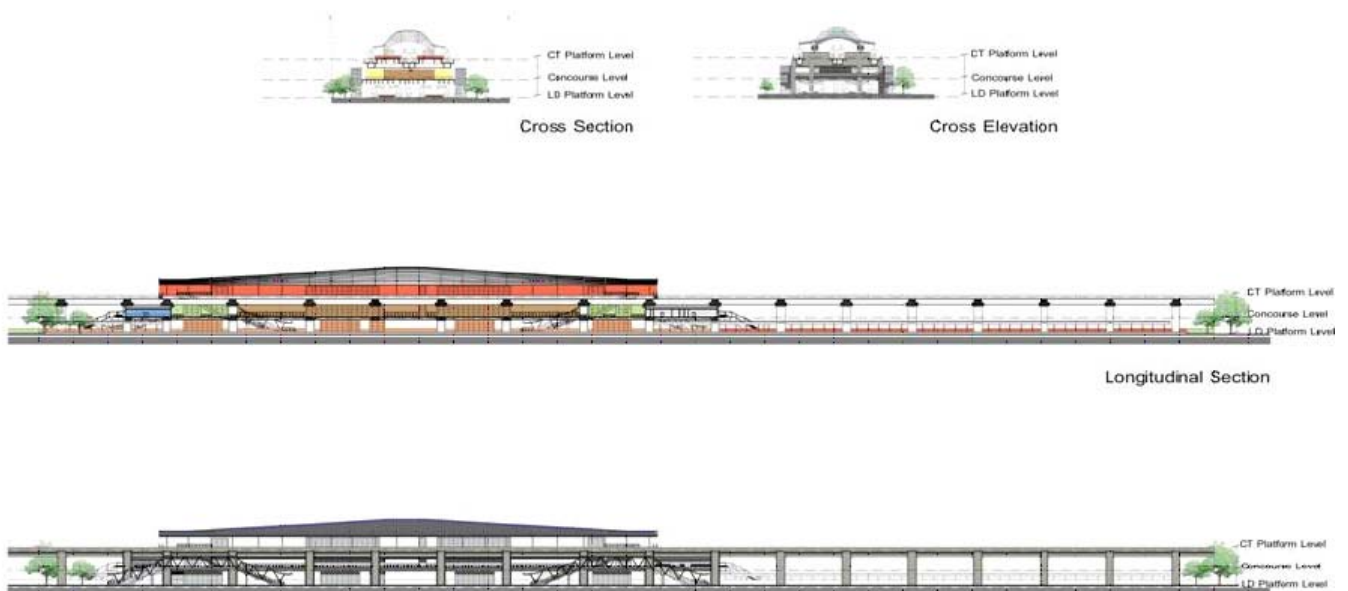
2.8.4

ลักษณะสถานีและการใช้พื้นที่ในสถานีรายนทางรูปแบบที่ 4 (สถานีรังสิต)

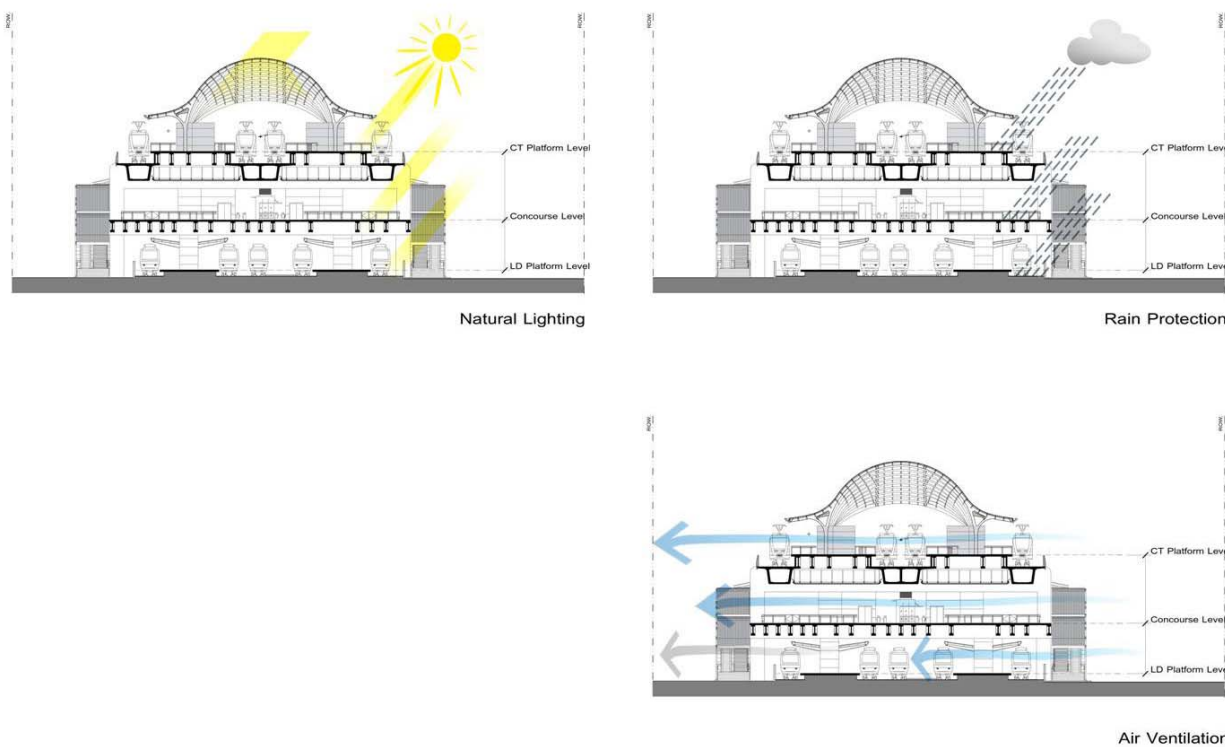
- ชั้นพื้น (Ground Floor Level) และชั้นชานชาลารถไฟทางไกล (LD Platform Level)
- ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse Level)
- ชั้นชานชาลาไฟฟ้าชานเมือง (CT Platform Level)



รูปที่ 2.45 ผังพื้นที่สถานีรังสิต



รูปที่ 2.46 รูปด้านและรูปตัดสถานีรังสิต



รูปที่ 2.47 การวิเคราะห์ทิศทางแดด ฝน และการระบายอากาศ สถานีรังสิต



รูปที่ 2.48 ทศนียภาพภายนอกสถานีรังสิต

3. งานวิศวกรรมโครงสร้างและงานปรับปรุงโครงสร้างเดิม

3.1 งานวิศวกรรมโครงสร้าง

โครงสร้างทางรถไฟยกระดับได้ถูกออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานของรถไฟฟ้ามหานคร และรถไฟทางไกลตามมาตรฐานของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยมีความยาวช่วงเสา ระหว่าง 20 - 50 เมตร ความยาวช่วงเสาส่วนมากเป็น 25 30 และ 35 เมตร สำหรับ โครงสร้างใหม่ และ 22.5 เมตร ในช่วงที่ผ่านโครงสร้างเดิมของโครงการโฮปเวลล์ ซึ่งต้องทำ การลดความยาวช่วงเสาเดิมลงจาก 45 เมตร เป็น 22.5 เมตร โดยการก่อสร้างเสาตอม่อ เพิ่มเติมที่กลางช่วงเดิม เพื่อลดน้ำหนักที่เสาตอม่อเดิมต้องแบกรับ

3.1.1 รูปแบบโครงสร้างส่วนบน

ในการคัดเลือกรูปแบบโครงสร้างส่วนบนโดยทั่วไป ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาได้แก่ ราคา ค่าก่อสร้าง ความสวยงาม วิธีการก่อสร้าง สิ่งก่อสร้างข้างเคียง วัสดุที่จะนำมาใช้ก่อสร้าง ความสามารถของผู้รับเหมาท้องถิ่น และระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง จึงได้เลือกใช้ โครงสร้างรองรับทางรถไฟเป็นคานาคอนกรีตช่วงเดียวรูปกล่องชนิดหล่อสำเร็จจากโรงงาน (Pre-cast segmental box girders) วางต่อกันบนโครงสร้างส่วนล่าง แบบ WET (Epoxied) Joint แล้วมีลวดอัดแรงกำลังสูงอัดแรงแบบภายนอกตลอดความยาวคานาเพื่อให้มีกำลัง เพียงพอในการรับน้ำหนักบรรทุก

ชิ้นส่วนหล่อสำเร็จของคานารูปกล่องโดยทั่วไปมีความยาวขึ้นละประมาณ 2.15 - 3.10 เมตร สำหรับกล่องด้านใน และ 2.4-3.20 เมตร สำหรับกล่องหัวเสา หน้าตัดตามขวางเป็นรูป กล่องเซลล์เดี่ยว (Single Cell) สำหรับทางรถไฟรางเดี่ยว และสองเซลล์ (Double Cells) สำหรับทางรถไฟรางคู่และสามราง ความสูงของคานารูปกล่องมีขนาดคงที่ตลอดช่วงความยาว คานา โดยมีความสูงระหว่าง 2.40 - 3.50 เมตร ขึ้นกับความยาวช่วงสะพาน

โครงสร้างพื้นสะพานมีการเสริมเหล็กเสริมธรรมดาทั้งตามแนวยาวและแนวขวาง เพื่อให้พื้น สะพานสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกจากรถไฟและจากอุปกรณ์อื่น ๆ บนพื้นทางรถไฟ อัน ได้แก่ พื้นคอนกรีตรองรับรางรถไฟ แผงกันตก กล่องเหลี่ยม และเสาไฟ เป็นต้น

โครงสร้างส่วนบนได้กำหนดให้มีการทดสอบความแข็งแรงชนิด Non-Destructive Test จนถึงกำลังรับสูงสุดตามที่ออกแบบไว้

3.1.2 รูปแบบโครงสร้างส่วนล่าง

รูปแบบโครงสร้างส่วนล่างโดยทั่วไป (ความยาวช่วงเสาไม่เกิน 35.0 เมตร) จะถูกกำหนดตามจำนวนรางรถไฟ กล่าวคือ สำหรับรถไฟรางเดี่ยว โครงสร้างส่วนล่างจะเป็นชนิดเสาเดี่ยว (Single Column) โดยมีขนาดหน้าตัดเสาเป็น 2.00 x 2.55 เมตร และ 2.50 x 2.75 เมตร ที่ระดับความสูงเสาซึ่งวัดจากระดับหลังฐานรากจนถึงระดับหัวเสาไม่เกิน 19.0 เมตร และไม่เกิน 26.0 เมตร ตามลำดับ ที่ปลายเสาด้านบนจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับตำแหน่งที่รองรับของคานกล่อง

สำหรับรถไฟรางคู่และชนิดสามราง จะใช้โครงสร้างส่วนล่างแบบโครงหักฉาก (Portal Frame) ขนาดหน้าตัดเสาโดยทั่วไปเป็น 2.00 x 2.55 เมตร ที่ระดับความสูงเสาซึ่งวัดจากระดับหลังฐานรากจนถึงระดับหัวเสาไม่เกิน 17.5 เมตร ที่ด้านบนของเสาต่อม่อจะมีคานขวาง (Cross Beam) ยึดระหว่างปลายเสาแต่ละด้านเข้าด้วยกัน เสาต่อม่อที่มีความสูงเกินกว่า 11.5 เมตรโดยประมาณ จะมีคานยึด (Tie Beam) ระหว่างกลางช่วงเสาทั้งสองข้าง

ฐานรากที่ใช้ในโครงการนี้จะแยกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1) ฐานรากที่ใช้ฐานรากเดิมจากโครงการโฮปเวลล์ทั้งหมด 2) ฐานรากที่ก่อสร้างขึ้นใหม่ทั้งหมด และ 3) ฐานรากที่ส่วนหนึ่งจะใช้เสาเข็มเดิมของโครงการโฮปเวลล์และอีกส่วนหนึ่งจะก่อสร้างเสาเข็มแซมขึ้นใหม่ เสาเข็มเดิมของโครงการโฮปเวลล์เป็นเสาเข็มเจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร เสาเข็มที่จะก่อสร้างขึ้นใหม่ในโครงการนี้เป็นเสาเข็มเจาะเช่นกันและมีสองขนาดคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 และ 1.50 เมตร มีความยาวเข็มโดยประมาณ 55 - 60 เมตร เพื่อลดการทรุดตัวไม่เท่ากันของฐานราก

3.2 การออกแบบโครงสร้างอาคารสถานีและโรงซ่อมบำรุงรถจักรและล้อเลื่อน

แนวทางในการออกแบบโครงสร้างอาคารสถานีจอดรถไฟและโรงซ่อมบำรุงรถจักรและล้อเลื่อน ได้มีการพิจารณาออกแบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการทางด้านสถาปัตยกรรมและความต้องการด้านการใช้งาน โดยยึดหลักความแข็งแรง ทนทาน และความปลอดภัยในเชิงวิศวกรรม โดยถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบระดับสากล ซึ่งอาคารสถานีประกอบไปด้วย อาคารสถานีบางซื่อ สถานีบางเขน สถานีหลักสี่ สถานีดอนเมือง สถานีรังสิต โดยมีสถานีจตุจักร สถานีวัดเสมียนนารี (อนาคต) สถานีทุ่งสองห้อง สถานีการเคหะ และสถานีหลักหก (อนาคต) เพิ่มเติม

3.3 งานออกแบบสะพานคอนกรีตสำหรับรถยนต์

งานสะพานคอนกรีตสำหรับรถยนต์ในโครงการปรับแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ-รังสิต รวมสถานีรถไฟบางซื่อ ประกอบด้วยรายการหลัก ๆ ดังนี้

- สะพานขนาด 2 ช่องจราจรที่ กม. 24+910
- สะพานขนาด 2 ช่องจราจรที่ กม. 27+650
- สะพานขนาด 2 ช่องจราจรที่ บริเวณย่านสถานีบางซื่อ

3.3.1 ข้อกำหนดการออกแบบ

งานออกแบบสะพานในโครงการนี้ ออกแบบโดยใช้ข้อกำหนดด้านการออกแบบสะพานสำหรับทางหลวง (Standard Specifications for Highway Bridges) พิมพ์ครั้งที่ 17 ปี ค.ศ. 2002 โดย American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ร่วมกับข้อกำหนดการออกแบบของ ACI PCI และ BS ในกรณีที่มีรายละเอียดไม่สอดคล้องกันของแต่ละข้อกำหนด จะยึดข้อกำหนดด้านการออกแบบสะพานสำหรับทางหลวง (Standard Specifications for Highway Bridges) เป็นหลัก

3.3.2 รูปแบบโครงสร้างสะพานและทางขึ้นลง

การออกแบบจะออกแบบให้สอดคล้องกับ ACI-318 และข้อกำหนดอื่นๆ ที่กล่าวถึงในหัวข้อ “มาตรฐานและข้อบัญญัติในการออกแบบ”

การออกแบบรายละเอียด

งานออกแบบโครงสร้างส่วนบนออกแบบโดยใช้พื้นฐานของ finite element analysis รวมถึงการพิจารณาถึงผลของน้ำหนักกระทำโดยล้อรถยนต์ ทั้งที่กระทำแบบเป็นจุด และน้ำหนักที่กระทำแบบแผ่สม่ำเสมอ โดยใช้ orthotropic plate theory สำหรับการออกแบบพื้นรวมถึง grid analysis ร่วมกับ finite element method สำหรับออกแบบคานและพื้นสะพานจากการวิเคราะห์นี้ โมเมนต์ดัดทั้งตามยาวและตามขวาง แรงเฉือน และแรงบิด จะถูกนำมาใช้สำหรับการคำนวณเพื่อกำหนดขนาดของโครงสร้าง

โครงสร้างสะพานและทางขึ้นลง

รูปแบบของโครงสร้างโดยทั่วไปจะเป็นดังนี้

- คาน ใช้คานคอนกรีตอัดแรง มีความยาวช่วงของสะพาน 20.00-33.00 เมตร
- พื้นสะพาน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ผิวของพื้นสะพานเป็นยางมะตอย
- เสาสถาบัน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่

- ฐานรากสะพาน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ร่วมกับเสาเข็มตอกแบบกลวง
- แผงกันกันตก ใช้หล่อสำเร็จจากโรงงาน
- ช่วงสะพานโดยทั่วไปจะมีความยาวเสาถึงเสา 22.00 – 30.00 ม. และความยาวสูงสุด 34.00 ม.
- ใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จเป็นแบบถาวร เพื่อลดเวลาในการก่อสร้างและลดขั้นตอนการก่อสร้าง

โครงสร้างทางขึ้นลงและโครงสร้างสำหรับเปลี่ยนระดับ

รูปแบบของโครงสร้างโดยทั่วไปจะเป็นดังนี้

- คาน ใช้คอนกรีตอัดแรงลักษณะเป็นแผ่น มีความยาวช่วงของสะพาน 10.00-12.00 เมตร
- พื้นสะพาน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ผิวของพื้นสะพานเป็นยางมะตอย
- เสาสะพาน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่
- ฐานรากสะพาน ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ร่วมกับเสาเข็มตอกหลายความยาว
- แผงกันกันตก ใช้หล่อสำเร็จจากโรงงาน
- พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่สำหรับเชื่อมต่อโครงสร้างสุดท้ายกับระดับดิน

3.4 การปรับปรุงโครงสร้างเดิม (Improvement of existing structure)

3.4.1 ผลจากการตรวจพินิจ (Visual Inspection)

ผลจากการตรวจพินิจ (Visual Inspection) โครงสร้างเสาตอม่อของโครงการระบบขนส่งทางรถไฟในกรุงเทพมหานครสายเหนือ (ช่วงบางซื่อ – รังสิต) โดยสำนักวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ตลอดระยะทาง 24.22 กิโลเมตร จำนวนทั้งสิ้น 1,539 ต้น พบว่า โครงสร้างเสาตอม่อส่วนใหญ่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ปกติ ส่วนความเสียหายของเสาตอม่อซึ่งนำมาใช้ในโครงการที่ตรวจพบมีทั้งหมด 22 โครงสร้าง ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุดังต่อไปนี้

- การหลุดร่อนของผิวคอนกรีตเฉพาะที่ ซึ่งเกิดจากแร่ไพไรต์ (Pyrite) ในมวลรวม หรืออาจเรียกว่า “ผิวดาสนคอนกรีต”
- การแตกร้าวของโครงสร้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเหล็กเสริมเป็นสนิม
- การเกิดรอยต่อขึ้นในโครงสร้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้างไม่ดี
- การเกิดโพรงที่ผิวคอนกรีต ซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้างไม่ดี

- การแตกร้าวของโครงสร้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการหดตัวของคอนกรีต
- การเกิดรุกรานที่ผิวโครงสร้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้างไม่ดี
- การกะเทาะของคอนกรีต ซึ่งมีสาเหตุมาจากการโดนกระแทกด้วยของแข็งอย่างแรง

ปัญหาความเสียหายของเสาตอม่อเดิม สามารถซ่อมแซมและปรับปรุงให้อยู่ในสภาพปกติได้ ซึ่งอาจจะทุบคอนกรีตส่วนบนออกให้จนถึงเหล็กเสริมแล้วทำการหล่อเทใหม่ หรือทำ Patching ที่ผิวหน้าของคอนกรีตบริเวณเสียหาย หรือซ่อมรอยร้าวคอนกรีต โดยการฉีดยึด Epoxy

3.4.2 การตรวจสอบกำลังอัดของคอนกรีตโดยใช้การเจาะเก็บแท่งคอนกรีตตัวอย่าง

ในกรณีที่มีการนำเสาตอม่อเดิมของโครงการโฮปเวลล์มาใช้ กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบกำลังอัดของคอนกรีตก่อน โดยใช้การเจาะเก็บแท่งคอนกรีตตัวอย่าง ในกรณีที่เสาต้นนั้นไม่เคยมีการเจาะเก็บแท่งตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย หรือจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ทำการเจาะเก็บแท่งคอนกรีตตัวอย่างจำนวน 2 ตำแหน่งๆ ละ 2 ตัวอย่างต่อเสา เพื่อตรวจสอบกำลังอัดของคอนกรีต ส่วนเสาต้นใดที่ได้มีการทดสอบจากสถาบันใดสถาบันหนึ่งแล้ว ให้ยึดถือผลทดสอบตามนั้น ถ้าค่ากำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานมีค่าไม่น้อยกว่า 350 กก./ตร.ซม. ไม่ต้องทำการเจาะเก็บแท่งคอนกรีตตัวอย่างเพิ่มเติม

ทั้งนี้จำนวนเสาตอม่อของโครงสร้างเดิมที่จะต้องทำการเจาะแท่งคอนกรีตเพื่อทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้าง มีจำนวน 123 ต้น แบ่งออกเป็น

- 1) บริเวณโคนเสาสูงจากผิวดินประมาณ 1.0 เมตร จำนวน 123 ตำแหน่ง 246 ตัวอย่าง
- 2) บริเวณหัวเสา ระยะ 0.5-1.0 เมตร จากตำแหน่งสูงสุดของคอนกรีตบริเวณหัวเสา จำนวน 123 ตำแหน่ง 246 ตัวอย่าง

3.4.3 การสำรวจโครงสร้างเดิมเพิ่มเติม

การสำรวจโครงสร้างเดิมเพิ่มเติม ย้อนลงมาทางด้านทิศใต้ของสถานีกลางบางซื่อจนถึงถนนประดิพัทธ์พบโครงสร้างเดิมจำนวนไม่มาก และไม่ได้นำมาใช้รองรับโครงสร้างใหม่ จึงไม่มีการสำรวจคุณภาพของโครงสร้างเดิมเพิ่มเติม

4. งานออกแบบคันทางรถไฟระดับดินและเสาเข็มฐานราก

การเพิ่มสถานีและการเปลี่ยนแปลงแนวทางรถไฟทำให้ต้องคำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มในตำแหน่งที่เปลี่ยนไป มีการเจาะสำรวจสภาพชั้นดินเพิ่มเติมและนำไปเสริมกับข้อมูลเดิม เพื่อจำแนกลักษณะชั้นดินหาค่า Parameter ในการคำนวณกำลังการรับน้ำหนักของเสาเข็มต่อไป

กำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเป็นผลรวมของกำลังรับน้ำหนักจากความเสียดทานระหว่างเสาเข็มและดิน และกำลังแรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม โดยใช้ Parameter ที่ได้จากการทดสอบในสนามและในห้องทดสอบ และมีการปรับแก้ค่าด้วยค่าที่ใช้ทั่วไปในดินกรุงเทพฯ ผลการคำนวณสรุปได้ว่าควรเจาะวางปลายเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) และเสาเข็มทรงเหลี่ยม (Barrett Pile) ไว้ที่ความลึก 55 เมตรจากผิวดิน และได้คำนวณกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มตอกที่ระดับความลึกต่าง ๆ จาก 10 เมตร ถึง 23 เมตร จากผิวดินเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบคันทางรถไฟส่วน Transition Zone ระหว่าง Abutment Structure และ Embankment คันทางรถไฟ

ที่ปรึกษาได้นำ Parameter ของการทดสอบ One-Dimensional Consolidation มาประเมินการทรุดตัวของฐานรากเสาเข็ม ทั้งเสาเข็ม Bored Pile, Barrett Pile และที่ระดับความลึก 55 เมตร พบว่ามีการทรุดที่แตกต่างกัน (Differential Settlement) ไม่เกิน 10 มม. ไม่รวมผลการทรุดตัวเนื่องจาก Land Subsidence และได้มีการประมาณการทรุดตัวของเสาเข็มตอกที่ความลึกต่าง ๆ ในส่วนที่เป็น Transition Zone เพื่อพิจารณาค่า Differential Settlement ที่สามารถปรับระดับชั้น Ballast จาก Abutment ไปยังคันทางปกติ

5. งานออกแบบถนนเลียบทางรถไฟ (Local Road Design)

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเข้าออกสถานีบางชื่อและมีสถานีปลายทางเพิ่มขึ้นมาใหม่อีก 5 สถานี จึงต้องออกแบบรายละเอียดถนน Local Road เพิ่มเติมตามความเหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ประชาชนและแบ่งเบาปริมาณจราจรในสายหลัก ที่มีการตัดผ่านซอยแยกและถนนสายหลักต่าง ๆ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และมาตรฐานงานทางและส่วนราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อันประกอบด้วย การออกแบบทางด้านเรขาคณิต เครื่องหมายจราจร และป้ายจราจร สิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยด้านจราจร โดยสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1 การออกแบบทางด้านเรขาคณิต

โดยใช้มาตรฐานของการออกแบบทางทั้งของประเทศไทยและสากล เป็นแนวทางในการออกแบบมาตรฐานที่นำมาเป็นแนวทาง ได้แก่

- A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, AASHTO 2004

- คู่มือการออกแบบทาง ฝ้ายฝีกอบรมด้านโยธา กองฝีกอบรม กรมทางหลวง 2539
- STANDARD DRAWINGS FOR HIGHWAY CONSTRUCTION กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม 1994
- การออกแบบทางแนวราบ (Horizontal Alignment) ให้มีระยะและรัศมีที่มีความปลอดภัยในการขับขี่เพียงพอ มีความต่อเนื่อง และความเร็วในแต่ละช่วงให้เป็นไปในลักษณะสอดคล้องกันตลอดแนวเส้นทาง ทุกๆ จุดบนแนวทางราบจะต้องได้ระยะทางในการหยุดรถที่เพียงพอ (Stopping Sight Distance) ที่ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- ในการออกแบบทางตามแนวดิ่ง (Vertical Alignment) เป็นการกำหนด Grade Line คือ ระดับของผิวจราจร โดยที่ปรึกษาจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้
 - 1) ค่าระดับผิวจราจรจะต้องกำหนดให้สูงกว่าระดับน้ำสูงสุดอย่างน้อย 30 ซม.
 - 2) สภาพดินและการทรุดตัวของคันทางโดยเฉพาะคันทางใหม่
 - 3) ความสัมพันธ์กับค่าระดับของถนนและโครงสร้างเดิมต่างๆที่เกี่ยวข้อง
 - 4) ระยะมองเห็น (Sight Distance) ซึ่งจะต้องมีระยะเพียงพอต่อการหยุดรถ (stopping sight distance)

รายละเอียดของรูปแบบทางเรขาคณิตของถนนทั่วไปในโครงการดังแสดงในตาราง

รายละเอียด	หน่วย	
1. ความกว้างช่องจราจร	ม.	3.0 – 3.5
2. Maximum Grade	%	5.0
3. Maximum Super – Elevation	%	6.0
4. Minimum Vertical Clearance	ม.	5.5
5. Minimum Lateral Clearance	ม.	0.3
6. Minimum Turning Radius	ม.	15
7. Design Speed	kph.	30-60

5.2

การออกแบบโครงสร้างผิวทาง

- การออกแบบความหนาของถนนผิวทางลาดยาง

วิธีการออกแบบถนนผิวทางลาดยางอ้างอิงจาก The Asphalt Institute of U.S.A.

ขั้นตอนการออกแบบถนนผิวทางลาดยาง

1) น้ำหนักของการจราจร (Traffic Loading)

น้ำหนักของการจราจร จะใช้ในรูปแบบของจำนวนการจราจรที่ใช้ออกแบบ (DTN) ซึ่งหมายถึง ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรในช่วงอายุการออกแบบของค่าเทียบเท่าเพลาเดี่ยวมาตรฐาน (ESA) นก 18,000 ปอนด์ และพิจารณาแนวโน้มของรถบรรทุกที่จะเพิ่มขึ้นเป็น 30 ตัน

แผนภูมิที่ใช้ในการออกแบบความหนาของชั้นทาง ตามมาตรฐานของ The Asphalt Institute ได้กำหนดอายุการออกแบบไว้ที่ 20 ปี แต่ในประเทศไทยแล้ว อายุการออกแบบกำหนดไว้ 15 ปี และต้องมีการปรับปรุงผิวทางหลังจากเปิดใช้งานแล้วเมื่อครบ 7-8 ปี ค่า DTN ที่ 15 ปี และ 7 ปี สามารถหาได้จาก

$$DTN_{15} = (ESA)_{15} / (365 \times 20)$$

$$DTN_7 = (ESA)_7 / (365 \times 20)$$

โดยที่ $(ESA)_{15}$ และ $(ESA)_7$ คือ ค่าเทียบเท่าเพลาเดี่ยวมาตรฐานที่อายุการออกแบบ 15 ปี และ 7 ปี ตามลำดับ

2) กำลังรับน้ำหนักของดินคั่นทาง (Subgrade Strength)

กำลังรับน้ำหนักของดินคั่นทางจะแสดงในรูปแบบของ CBR ซึ่งค่า CBR จะได้จากการทดสอบหาการยุบตัวของผิวทาง และค่าที่แน่นอนของ CBR จะได้จากการทดสอบดินในบริเวณพื้นที่โครงการที่จะใช้ทำ Subgrade โดยจะใช้ค่า 80 Percentile เป็นค่า CBR ออกแบบผิวทาง

3) การออกแบบความหนาของโครงสร้างผิวทาง

หลังจากได้น้ำหนักของการจราจร และกำลังรับน้ำหนักของดินคั่นทางแล้ว จะทำการออกแบบความหนาของโครงสร้างผิวทาง โดยวิธีการของ The Asphalt Institute ที่กรมทางหลวงได้นำมาใช้ในปัจจุบันนี้ ความหนาที่ได้จะอยู่ในรูปของการออกแบบความหนาทั้งหมด (TA)

วิธีการคำนวณความหนาของชั้นผิวทางต่าง ๆ ที่อยู่เหนือชั้นดินเดิมจะอยู่ในรูปความหนาของแอสฟัลติกคอนกรีต (หน่วย ซม.) แล้วจึงใช้ค่าเทียบเท่าแปลงเป็นค่าความหนาจริง ๆ ของชั้นทางต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$TA = 2.54(9.19 + 3.97 \log DTN) / (CBR)^{0.4}$$

ค่าความหนาทั้งหมด (TA) เป็นความหนาของ Asphaltic Concrete (AC.) ที่ได้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของความหนาของชั้นวัสดุที่ถูกต้องกว่า มาแทนบางส่วนของความหนาแอสฟัลติกคอนกรีต โดยใช้อัตราส่วนเทียบเท่า (Substitution ratio : S_r) ซึ่ง The Asphalt Institute ได้กำหนดค่า S_r ไว้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{AC : วัสดุชั้นพื้นทาง : วัสดุชั้นรองพื้นทาง : วัสดุคัตเลือก} \\ = 1 : 2.0 : 2.7 : 3.5 \end{aligned}$$

5.3 การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัย

สิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยนี้ ได้แก่

ป้ายจราจร

ป้ายบนถนนโดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ ป้ายบังคับ ใช้เพื่อให้ผู้ขับขี่บังคับยานตามความหมายที่ระบุ ป้ายเตือน ใช้เพื่อเตือนผู้ใช้ทางหลวงให้รับรู้ว่าจะมีอันตรายเกิดขึ้น ป้ายแนะนำ ใช้เพื่อบอกหรือนำการจราจรไปตลอดเส้นทาง หรือไปยังจุดหมายปลายทาง

เครื่องหมายจราจร

เครื่องหมายจราจรก็เช่นเดียวกับป้ายจราจร คือ มีหน้าที่ในการควบคุมการจราจรให้เป็นไปอย่างปลอดภัย และสะดวก การทาสีเครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งจะใช้เสริมกฎข้อบังคับ หรือการเตือนของป้ายจราจร เพื่อให้ปฏิบัติไปตามกฎและเตือนถึงอันตราย สำหรับทางหลวงและถนนทั่วไปมีเครื่องหมาย 3 แบบ คือ ทาสีบนผิวจราจร ทาสีวัตถุ และเครื่องหมายนำทาง (Delineators)

สำหรับมาตรฐานของป้ายและเครื่องหมายจราจรนั้น จะยึดถือตามคู่มือ Traffic Control Device (เครื่องมือในการควบคุมการจราจร) ของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) และกรมทางหลวงฉบับปัจจุบัน

งานระบบไฟสัญญาณจราจร

ไฟสัญญาณจราจร (ถ้ามี) มาตรฐานของระบบไฟสัญญาณจราจร จะเป็นไปตามคู่มือเครื่องมือในการควบคุมการจราจรของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) และหรือหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง

6. งานออกแบบระบบระบายน้ำ (Drainage Design)

การออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการ มีดังนี้

การศึกษา สำรวจ และวิเคราะห์พื้นที่ โดยทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำสูงสุด และเข้าทำการสำรวจสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ กับขนาดของทางระบายน้ำเดิมภายในโครงการ และทางน้ำที่ไหลตัดผ่านพื้นที่โครงการ ผลการวิเคราะห์พื้นที่นั้น ปรากฏว่า สถานีบางซื่อ จตุจักร วัดเสมียนนารี (สถานีอนาคต) บางเขน หุ่นสองห้อง หลักสี่ การเคหะ ดอนเมือง และหลักหก (สถานีอนาคต) อยู่ในเขตป้องกันน้ำท่วมของ กทม. ดังนั้น ระดับสถานีจึงสามารถอยู่ในระดับเดิมหรือสูงขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย ส่วนสถานีรังสิตมีบางบริเวณยังต่ำกว่า

ระดับน้ำสูงสุด (ระดับน้ำในคลองรังสิตสูงสุดภายหลังสร้างเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์แล้วมีค่า 36.91 ม.) จึงจำเป็นต้องปรับยกระดับบริเวณโดยรอบสถานีให้มีระดับต่ำสุดที่ 37.50 ม. ของค่าระดับที่ใช้ในการออกแบบ (ค่าระดับที่ใช้ในการออกแบบ 35.03 ม. เท่ากับ ± 0.00 ของค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง)

การออกแบบระบบระบายน้ำของพื้นที่โครงการนั้น ออกแบบโดยพิจารณาสมรรถภาพของทางระบายน้ำโครงการ และปรับปรุงหรือออกแบบใหม่ให้สามารถระบายน้ำสู่ทางน้ำสาธารณะที่ไหลตัดผ่านพื้นที่โครงการได้ดี เนื่องจากการแบ่งพื้นที่รับน้ำและระบายน้ำในพื้นที่โครงการนั้น แต่ละพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) มีขนาดน้อยกว่า 10 ตร.กม. จึงใช้วิธี Rational Method ในการออกแบบระบบระบายน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปสำหรับพื้นที่รับน้ำขนาดน้อยกว่า 10 ตร.กม.

แนวทางในการออกแบบมีดังนี้

- พื้นที่บนทางรถไฟยกระดับ และถนน ความสูงของน้ำฝนบริเวณ Gutter Inlet (ช่องระบายน้ำ) ไม่เกิน 5 ซม.
- ค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจะใช้ตามคาบเวลา (Return Period) 10 ปี สำหรับถนนและ 25 ปี สำหรับทางรถไฟ
- อัตราความเร็วของน้ำต่ำสุดในการระบายน้ำจะกำหนดไว้ที่ประมาณ 0.9 เมตรต่อวินาที เนื่องจากบางพื้นที่เป็นที่ราบทำให้ระบบระบายน้ำมีความลาดชันน้อย จะออกแบบอัตราความเร็วของน้ำที่ประมาณ 0.75 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าที่อนุโลมได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องสูบน้ำ

7. งานระบบเครื่องกลและไฟฟ้าประกอบอาคาร (Building Mechanical and Electrical System)

7.1 ระบบเครื่องกล

ในส่วนของงานระบบเครื่องกลประกอบอาคาร ได้มีการจัดเตรียมระบบต่างๆ เพื่อรองรับการใช้งานของอาคาร โดยประกอบด้วย ระบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ระบบเครื่องกล
- 2) ระบบประปาและสุขาภิบาล
- 3) ระบบป้องกันอัคคีภัย

7.1.1 แนวความคิดการออกแบบ

- ความปลอดภัยผู้ใช้และผู้อื่น เช่น จะไม่ใช้วัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงหรือลามไฟ ป้องกันการลุกลามของไฟและป้องกันการแพร่กระจายของควันเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระบบระบายควันและป้องกันควันในทางหนีไฟ ไม่ใช้สารที่ทำลายสภาวะแวดล้อม เช่น สาร CFC เป็นต้น
- ความสบายของผู้ใช้ สำหรับส่วนที่เป็นพื้นที่ปรับอากาศ เช่น โถงต้อนรับ โถงพักคอย โถงผู้โดยสารขาเข้า ห้องสำนักงาน ห้องรับประทานอาหาร ร้านค้า เป็นต้น จะปรับอากาศให้มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้มีอากาศที่สบายไม่ร้อนหรือหนาวเกินไปให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าตามมาตรฐาน
- การอนุรักษ์พลังงาน จะปฏิบัติตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน และออกแบบให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน
- ระบบปรับอากาศที่เลือกใช้เหมาะสมกับอาคาร และต้องการการบำรุงรักษาน้อยและง่าย
- ใช้ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วยเสริมให้บรรลุเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานและด้านความปลอดภัยได้ดีขึ้น
- การป้องกันการก่อการร้าย เช่น ตำแหน่งห้องเครื่องหลัก หรือห้องเครื่องส่งลมเย็น มีระบบป้องกันมิให้บุคคลภายนอก เข้า-ออกได้โดยง่าย

7.1.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบทำความเย็น

เนื่องจากภาวะการทำความเย็นของอาคารมีขนาดใหญ่ ดังนั้น จึงเลือกใช้ระบบปรับอากาศเป็นชนิดรวมศูนย์ใช้น้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Central Chilled Water System, Water Cooled) ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถใช้น้ำยาทำความเย็นที่ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ระบบทำน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ มีห้องเครื่องทำน้ำเย็นรวมอยู่ชั้นล่างและจ่ายน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็นตามบริเวณต่างๆ ที่มีการปรับอากาศ

ระบบส่งลมเย็นและกระจายลมเย็น

เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ ชนิดตั้งพื้น เป็นแบบชนิดผนัง 2 ชั้น และมีฉนวนกันเสียงและความร้อนอยู่ระหว่างผนังทั้ง 2 ชั้น สำหรับบางพื้นที่มีการใช้เครื่องชนิดผนังชั้นเดียวเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่การติดตั้ง

เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก ใช้เป็นชนิดแขวนฝ้าเพดานในแต่ละพื้นที่

การกรองอากาศ

เพื่อให้อากาศที่หมุนเวียนในอาคารมีคุณภาพอากาศตามมาตรฐานสากล ซึ่งการกรองอากาศได้มีการออกแบบไว้ดังนี้

- เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ และเครื่องปรับอากาศที่มีการดูดอากาศจากภายนอกโดยตรง ออกแบบให้มีแผงกรองอากาศ 2 ชั้น
- เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กตามห้องต่าง ๆ ออกแบบให้มีแผงกรองอากาศชั้นเดียว

7.1.3

ระบบระบายอากาศ

การเติมอากาศเข้าในอาคาร (Fresh Air/Outdoor Air Make Up)

ระบบเติมอากาศ (Fresh Air/Make up Air) ในอาคารปรับอากาศจะต้องมีระบบเติมอากาศจากภายนอกเพื่อให้สภาวะอากาศภายในอาคาร มีคุณภาพอากาศที่ดี (Indoor Air Quality, IAQ) โดยอัตราการเติมอากาศไม่น้อยกว่าอัตราตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และตาม ASHRAE Standard

ก่อนที่อากาศจากภายนอกจะถูกส่งเข้า หน่วยส่งลมบริสุทธิ์จะมีการกรองอากาศด้วย GAS & ODOR Filter ซึ่งจะกรองกลิ่นและแก๊สต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่นๆ ก่อนส่งลมเย็นไปยังเครื่องปรับอากาศอื่นๆ

การระบายอากาศทิ้งนอกอาคาร (Exhaust Air)

พื้นที่ในอาคารทั้งส่วนที่มี และไม่มีการปรับอากาศ จะมีการระบายอากาศที่เหมาะสม ตามกฎหมายควบคุมอาคาร และตามมาตรฐาน ASHRAE

7.1.4

ระบบความปลอดภัยต่าง ๆ

- สำหรับบันไดหนีไฟ ที่ปิดทึบจะออกแบบให้มีระบบลมอัด (Pressurized) โดยใช้พัดลมอัดอากาศให้มีความดันอากาศในบันไดสูงกว่าภายนอก ซึ่งจะทำให้ควัน-ไฟไม่ลามเข้าบันไดหนีไฟ
- โดยระบบอัดลมนี้อาจทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุไฟไหม้ของตึกทำงานและหยุดทำงานโดยคนไปปิดเครื่องเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และฉบับที่ 50 พ.ศ. 2540

ระบบระบายควัน (Smoke Extraction)

- ระบบระบายควันของชั้นผู้โดยสารขาออกที่เปิดโล่งถึงกันหลาย ๆ ชั้น เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ควันไฟจะลอยมาสะสมกันที่จุดสูงสุดของชั้นผู้โดยสารขาออก จึงให้มีการดูดควันหรือระบายควันอัตโนมัติจากบริเวณด้านบนสุดของชั้นผู้โดยสารขาออก ตามข้อกำหนดในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 50 พ.ศ. 2540
- การระบายควันจะใช้พัดลมดูดควัน ที่ใช้มอเตอร์ทนความร้อน

7.2 การออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาล และดับเพลิง

7.2.1 ระบบประปา

- ระบบประปาของโครงการ จะรับน้ำจากการประปานครหลวง ลงสู่ถังเก็บน้ำใต้ดินซึ่งจะสำรองน้ำใช้สำหรับอุปโภค บริโภค ระบบปรับอากาศ และระบบป้องกันอัคคีภัยภายในอาคาร
- ถังเก็บน้ำใต้ดินจะแบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อความสะดวกในการทำความสะดวก และซ่อมบำรุง
- ในการควบคุมระดับน้ำจะใช้ Electrode Level Switch
- น้ำจากถังเก็บน้ำใต้ดินจะถูกส่งไปยังสุขภัณฑ์ในชั้นต่าง ๆ ภายในอาคาร โดยเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดัน
- ท่อจ่ายน้ำประปาจะแบ่งเป็น 2 ท่อเมน โดยแต่ละท่อเมนจะแบ่งจ่ายให้ห้องสุขา ห้องอาหาร รวมทั้งระบบปรับอากาศ ในอัตราส่วนการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน

7.2.2 ระบบระบายน้ำเสีย

- ระบบท่อน้ำเสียจะแยกท่อน้ำโสโครก (Soil Pipe) จากโถส้วมและโถปัสสาวะ ออกจากท่อน้ำเสีย (Waste Pipe)
- ระบบท่อน้ำเสียจะไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมสำเร็จรูป ภายหลังจากการบำบัดแล้ว จะถูกสูบส่งไปยังระบบระบายน้ำ

7.2.3 ระบบระบายน้ำฝน

- การระบายน้ำฝนจากหลังคา จากรางรถไฟ จะใช้รางระบายน้ำร่วมกับหัวรับน้ำฝน ในจำนวนและตำแหน่งที่เหมาะสม
- ท่อน้ำฝนจากหลังคาอาคารผู้โดยสาร (Terminal) จะถูกรวบรวมลงมายังชั้น Ground และระบายลงสู่บ่อพักน้ำฝน ซึ่งต่อกับระบบท่อระบายน้ำฝน รอบโครงการ
- ท่อน้ำฝนจากหลังคาส่วนชานชาลา (Platform) จะถูกรวบรวมและระบายลงทางรถไฟ บนชั้นชานชาลา
- ระบบระบายน้ำสำหรับชั้นจอดรถ จะจัดเตรียมรางระบายน้ำและบ่อพักน้ำซึ่งติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อทำการสูบน้ำที่เกิดจากชั้นจอดรถออกไปสู่ระบบระบายน้ำ

7.2.4

ระบบบำบัดน้ำเสีย

- ระบบบำบัดน้ำเสีย เลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป
- น้ำทิ้งจากห้องครัว ร้านอาหาร และส่วนเตรียมอาหาร จะผ่านบ่อดักไขมันสำเร็จรูป ก่อนที่จะถูกรวบรวมเข้าสู่ถังดักไขมันแบบฝังดิน (บ่อกอนกรีต) ก่อนที่จะระบายลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย และถังบำบัดน้ำเสียรวมของโครงการ

7.3

ระบบป้องกันอัคคีภัย

สำหรับโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายการออกแบบและติดตั้งระบบดับเพลิง ซึ่งโครงการนี้จัดเป็นอาคารประเภทที่มีความเสี่ยงในระดับอันตรายปานกลาง โดยจัดให้มีระบบดับเพลิงภายในพื้นที่ดังกล่าวดังต่อไปนี้

1) ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler)

- การออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler) ตามมาตรฐาน NFPA 13
- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ครอบคลุมพื้นที่ทุกส่วนในอาคารทั้งหมดอย่างทั่วถึง รวมทั้งใต้บันไดเลื่อน ยกเว้นพื้นที่บางส่วนซึ่งจำเป็นต้องใช้ระบบดับเพลิงแบบพิเศษ
- หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ จะเป็นชนิดอุณหภูมิปานกลาง (Ordinary Temperature Standard Response)

2) ระบบท่อเย็นและสายฉีดน้ำดับเพลิงภายในและภายนอกอาคาร

- การออกแบบระบบท่อเย็นและสายฉีดน้ำดับเพลิงภายในและภายนอกอาคาร ตามมาตรฐาน NFPA 14
- ระบบท่อเย็นออกแบบครอบคลุมพื้นที่ทุกส่วนในอาคารทั้งหมดอย่างทั่วถึง รวมถึงใต้บันไดเลื่อน
- ระบบท่อเย็นออกแบบการใช้งานเป็นระบบท่อร่วม คือการใช้ระบบท่อเย็นร่วม โดยใช้ร่วมกับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง
- ระบบท่อเย็นออกแบบการใช้งานเป็นแบบประเภทที่ 3
- ตู้สายฉีดน้ำดับเพลิงออกแบบให้สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ ในระยะ 30 เมตร จากสายฉีดน้ำดับเพลิงของตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง

3) ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

- การออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เพื่อใช้ในระบบท่อเปียก (Wet Pipe System) อ้างอิงมาตรฐานของ NFPA20 และ ว.ส.ท.

- แหล่งน้ำดับเพลิง จะใช้น้ำจากถังเก็บน้ำใต้ดิน และมีการต่อหัวรับน้ำดับเพลิงจากภายนอก
- ปริมาณการเก็บสำรองน้ำไม่น้อยกว่า 30 นาที ตามมาตรฐาน NFPA 22

4) ระบบสารดับเพลิงสะอาด FM200

- ระบบสารดับเพลิงสะอาด FM200 ถูกออกแบบตามมาตรฐานของ NFPA2001
- ระบบสารดับเพลิงสะอาด FM200 ถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับลักษณะของเชื้อเพลิงในห้องระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- ระบบสารดับเพลิงสะอาด FM200 ถูกออกแบบให้ใช้ร่วมกับระบบตรวจจับควัน

5) เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

ตามมาตรฐาน NFPA 10

7.4 งานระบบไฟฟ้าประกอบอาคาร

งานระบบไฟฟ้าประกอบอาคาร ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบไฟฟ้าสื่อสาร

7.4.1 ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง (POWER AND LIGHTING SYSTEM)

ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับอาคาร ระบบไฟฟ้าสำรอง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบสื่อสาร และระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสายดิน

7.4.2 ระบบไฟฟ้าสื่อสาร (COMMUNICATION SYSTEM)

ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ประกอบด้วย ระบบโทรศัพท์ ระบบโทรทัศนวงจรปิด ระบบควบคุมการเข้า-ออก ระบบเสียงประกาศ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบบริหารการใช้พลังงานและควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

7.4.3 ขอบเขตงานออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้ากำลัง

- 1) ระบบไฟฟ้าที่ใช้ด้านแรงสูง เพื่อจ่ายให้กับหม้อแปลงไฟฟ้า มีขนาด 24 KV. เมื่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว จะได้ระบบไฟฟ้าแรงต่ำชนิด 3 Ø, 4 WIRE, 415/240 V. เพื่อใช้สำหรับอาคาร เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) พร้อมระบบไฟฟ้าสำรอง โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2) ระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับการใช้งานของระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ระบบสุขาภิบาล ลิฟท์ บันไดเลื่อน และระบบอื่น ๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร รวมถึงบริเวณภายนอกอาคารด้วย ยกเว้นระบบไฟฟ้าของ RAILWAY SYSTEM และ OCS (OVERHEAD CATENERY SYSTEM)
- 3) ชุดตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ แยกออกเป็น 2 ชุด คือ MDB1 และ MDB2 เพื่อแบ่งจ่ายและป้องกันความผิดพลาดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่นำจ่ายเข้าอาคาร กรณีหม้อแปลงตัวใดตัวหนึ่งเสียหายและมีระบบไฟฟ้าสำรองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กรณีที่ กฟน. ไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้อาคารได้ เพื่อใช้ป้องกันความเสียหายต่อระบบต่างๆ ภายในอาคารและอพยพผู้ใช้อาคาร
- 4) จากหม้อแปลงไฟฟ้า จ่ายระบบไฟฟ้าแรงต่ำมายังตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ MDB1, MDB2 พร้อมกับติดตั้ง CAPACITOR BANK เข้าไปในระบบแรงต่ำเพื่อช่วยปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ของระบบไฟฟ้าเพื่อลดการสูญเสียพลังงานในระบบ และเพิ่มความสามารถในการรับภาระโหลดของหม้อแปลงและสายไฟฟ้าได้มากขึ้น

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- 1) ในการออกแบบพิจารณาปริมาณการส่องสว่างของโคมไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าและการประหยัดพลังงาน โคมไฟฟ้าที่ใช้เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด ใช้บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากบัลลาสต์ดังกล่าวใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าในการจุดติดหลอดน้อย และค่าความเสื่อมของหลอดที่เป็นข้อต่อของบัลลาสต์ชนิดเดิมลงอีก ทำให้ประหยัดพลังงานและมีอายุการใช้งานนานขึ้น
- 2) จัดรูปแบบโคมไฟฟ้า ให้มีปริมาณความส่องสว่างในบริเวณใช้ ปริมาณแสงจากมาตรฐานที่กำหนดของแต่ละพื้นที่ใช้งาน
- 3) ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ สามารถแสดงสถานการณ์ทำงานของแสงสว่างได้ทุกพื้นที่ พร้อมควบคุมการ ปิด-เปิด และจัดรูปแบบการปิด-เปิด ได้

7.4.4

ขอบเขตงานออกแบบระบบไฟฟ้าสื่อสาร

- 1) ระบบโทรศัพท์วงจรปิด จะติดตั้งเพื่อดำเนินการด้านความปลอดภัยต่าง ๆ ของอาคาร รวมถึงสังเกตการณ์สถานการณ์โดยรอบของอาคาร และผู้โดยสารสามารถควบคุมกล้องบันทึกข้อมูล และสามารถรองรับการเรียกดูข้อมูลได้ด้วยระบบ ONLINE ผ่านระบบ INTERNET
- 2) ระบบเสียงประกาศ ออกแบบให้สามารถประกาศได้จากส่วนกลางพร้อมกันทั้งอาคาร หรือเลือก ZONE ประกาศได้โดยผ่านอุปกรณ์ SOUND SELECTOR CONTROL
- 3) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ใช้ระบบ MULTIPLEX SYSTEM หรือ ADDRESSABLE SYSTEM เพื่อให้สามารถทราบ และเข้าถึงตำแหน่งของจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างทันทีทันใด เนื่องจากระบบดังกล่าวสามารถแจ้งตำแหน่งและสถานะของอุปกรณ์ตรวจจับได้ โดยระบุเป็นชื่อและตำแหน่งที่ติดตั้งจริง ทำให้สามารถเข้าควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างรวดเร็ว และปลอดภัย อีกทั้งยังออกแบบให้แจ้งเหตุทั้งรูปแบบของเสียงไซเรน และเสียงประกาศสำหรับคนทั่วไป แสงกระพริบสำหรับ ผู้พิการทางหูให้รู้ถึงสถานการณ์แจ้งเหตุได้อย่างทั่วถึง มีระบบโทรศัพท์ติดต่อกภายในของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อให้พนักงานดับเพลิงได้ใช้กรณีเกิดเพลิงไหม้และโทรศัพท์ปกติไม่สามารถใช้งานได้
- 4) ระบบ ACCESS CONTROL SYSTEM ให้ผู้เข้าออกในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดเท่านั้น เพื่อป้องกันความปลอดภัยของระบบต่าง ๆ หรือห้องต่าง ๆ ระบบดังกล่าวสามารถบันทึกการเข้าออก และกำหนดระยะเวลาการเข้าออก
- 5) ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน โดยการติดตั้ง EMERGENCY LIGHT ไว้ตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่เป็นเส้นทางสัญจรออกจากตัวอาคาร เพื่อใช้ในกรณีระบบไฟฟ้าทั้งหมดของตัวอาคารเสียหาย
- 6) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสายดิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าของอาคารติดตั้งบนชั้นหลังคาตามมาตรฐานของ กสท. พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันกระชากที่เกิดจากฟ้าผ่าที่ตู้ MDB1 และ MDB2 เพื่อลดความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบสายดินมีการทำระบบทั่วอาคาร มีแท่งทองแดงประสานศักย์ไปยังห้องไฟฟ้า และห้องติดตั้งระบบสื่อสารทั้งหมด เพื่อประสานศักย์ของระบบ และสายนำลงดินไปยังหลักดิน ที่ความต้านทานดินของระบบสายดินไม่เกิน 5 โอห์ม

8. การออกแบบแนวเส้นทางรถไฟ (Track Alignment Design)

การเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานีได้พิจารณาตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- 1) เป็นจุดศูนย์กลางของพื้นที่อยู่อาศัย และ/หรือ ย่านธุรกิจ
- 2) เป็นทางเข้าออกสู่ถนน และ/หรือ สู่การขนส่งสาธารณะระบบอื่น ๆ
- 3) อยู่ในเขตทางของ รฟท. เท่าที่จะสามารถเป็นไปได้
- 4) อยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบต่อการเดินรถปัจจุบันของ รฟท. ในระหว่างการก่อสร้าง

ชานชาลา เป็นส่วนสำคัญหลักของสถานีที่ได้ออกแบบตามเกณฑ์การออกแบบหลัก (Major Rules) ที่ได้รับการเห็นชอบจาก รฟท. แล้ว คือ ชานชาลาสำหรับขบวนรถไฟชานเมืองมีความยาว 210 เมตร และสูง 1.1 เมตร และสำหรับขบวนรถไฟทางไกลมีความยาว 500 เมตร และสูง 0.5 เมตร ความกว้างของชานชาลาออกแบบโดยพิจารณาถึงภาวะการอพยพโดยใช้มาตรฐานของ National Fire Protection Association (NFPA)

โถงสถานีและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในสถานีก็เป็นส่วนสำคัญหลัก ในการวางแผนได้พิจารณาถึงการเข้าออกของผู้โดยสาร การให้บริการแก่ผู้โดยสารและการบริหารสถานี

โครงการนี้ออกแบบให้มีดังนี้

- 1) ย่านจอดรถสำหรับตู้โดยสารรถไฟทางไกลและตู้รถสินค้า มีรางรวม 49 ราง มีความยาวรวมทั้งสิ้น 19,300 เมตร โดยไม่รวม 6 รางทางด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของสถานีบางซื่อใหม่ สำหรับโรงทำความสะอาดและตรวจสอบประจำวัน ซึ่งสามารถรองรับตู้โดยสารและตู้รถสินค้าเข้าจอดได้จำนวน 965 คัน
- 2) ศูนย์ซ่อมบำรุงตู้โดยสารรถไฟทางไกลแห่งใหม่ ซึ่งสามารถรองรับการซ่อมบำรุงตู้โดยสารทั้งหมดของ รฟท. พร้อมด้วยโรงซ่อมบำรุงตามวาระ 4/5 เดือนและโรงซ่อมบำรุงตามวาระ 20 เดือน และยังรวมถึงโรงเจียรไนล้อและโรงทาสีซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อใหม่ และ
- 3) ศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟชานเมืองใหม่ ซึ่งสามารถรองรับการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟชานเมืองทั้งหมด (400 คัน) ตั้งอยู่บริเวณด้านเหนือของย่านรถสินค้าบางซื่อปัจจุบัน

แนวเส้นทางรถไฟของโครงการได้ออกแบบตามเกณฑ์การออกแบบหลัก (Major Rules) โดยพิจารณาถึง

- 1) ทางโค้งแนวราบสามารถรองรับความเร็วขบวนรถสูงสุด 120 กม./ชม. ในเขตกทม. และ 160 กม./ชม. ในเขตชานเมือง ยกเว้นบริเวณสถานีบางซื่อ ซึ่งแนวเส้นทางถูกจำกัดด้วยเขตทางของ รฟท.
- 2) ความลาดชันในแนวดิ่งสูงสุด 3.5% สำหรับขบวนรถไฟฟ้าชานเมืองใหม่ 1% สำหรับขบวนรถไฟฟ้าทางไกล แต่ 1.5% สำหรับทางรถไฟเข้าออกสู่ศูนย์ซ่อมบำรุงซึ่งได้ทำการหารือกับฝ่ายการช่างกลของ รฟท. และดัดแปลงตามเงื่อนไขข้อจำกัดเขตทางของ รฟท.

แนวทางรถไฟที่ออกแบบ ประกอบด้วย 3 ทาง โดยเป็นทางร่วมระหว่างรถไฟชานเมืองและรถไฟทางไกล จำนวน 2 ทาง และทางกลางใช้สำหรับรถสินค้าและรถไฟทางไกลในชั่วโมงเร่งด่วน นอกจากนี้ ยังได้พิจารณาและออกแบบทางยกระดับเพิ่มเติมสำหรับขบวนรถไฟทางไกล ซึ่งสามารถทำการก่อสร้างได้ในอนาคตบริเวณด้านตะวันออกของทางรถไฟสามทาง เพื่อให้ขบวนรถไฟทางไกลสามารถเดินรถได้โดยอิสระบนทางคู่ เมื่อความต้องการเดินทางโดยขบวนรถไฟทางไกลเพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต

แนวเส้นทางรถไฟที่สถานีบางซื่อได้ออกแบบโดยยึดตามเงื่อนไขต่อไปนี้

- 1) ชั้นที่ 2 เป็นรถไฟทางไกล มี 12 ราง และ 6 ขานชานา ชั้นที่ 3 เป็นรถไฟชานเมือง มี 4 ราง 2 ขานชานา ใช้ร่วมกับ 2 หรือ 4 ราง พร้อมด้วย 1 หรือ 2 ขานชานา สำหรับขบวนรถไฟเชื่อมท่าอากาศยาน และ 4 หรือ 6 ราง พร้อม 2 หรือ 3 ขานชานา สำหรับรถไฟความเร็วสูงในอนาคต โถงผู้โดยสารอยู่ที่ชั้นล่างระดับพื้นดิน
- 2) ทางรถไฟสายเหนือ-ใต้ จะอยู่ทางด้านตะวันตก และทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก จะอยู่ทางด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อ
- 3) ทางรถไฟสายเหนือ-ใต้ จะข้ามทางรถไฟสายตะวันออก-ตะวันตก ทางด้านเหนือของสถานีบางซื่อ
- 4) การออกแบบทางรถไฟชานเมืองที่สถานีบางซื่อ ออกแบบให้สะดวกต่อการเดินทางของผู้โดยสาร โดยผู้โดยสารสายเหนือ-ใต้ (ขึ้นเหนือ) และสายตะวันออก-ตะวันตก (ไปตะวันตก) สามารถเปลี่ยนถ่ายขบวนรถโดยใช้ขานชานาเดียวกัน ซึ่งเช่นเดียวกับผู้โดยสารสายเหนือ-ใต้ (ลงใต้ : ไปหัวลำโพง) และสายตะวันออก-ตะวันตก (ตะวันออก : ไปหัวหมาก)
- 5) ทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานและรถไฟความเร็วสูงได้วางแผนให้อยู่ทางด้านตะวันออกของสถานีบางซื่อแห่งใหม่

แนวเส้นทางรถไฟได้ออกแบบโดยพิจารณาถึง

- 1) ใช้โครงสร้าง Hopewell เดิมให้มากที่สุด
- 2) เตรียมพื้นที่ไว้สำหรับเส้นทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้
- 3) เตรียมพื้นที่ไว้สำหรับรถไฟความเร็วสูงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
- 4) ไม่รบกวนการเดินรถปัจจุบันของ รฟท.
- 5) สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในโครงการจะติดตั้งภายในเขตทางของ รฟท. ยกเว้นที่สถานีดอนเมืองจะติดตั้งนอกเขตทางของ รฟท. แต่ก็ยังคงอยู่ในเขตทางของถนนสาธารณะ
- 6) ให้มีระยะปลอดภัยในที่ซึ่งข้ามผ่านถนน สะพานและทางรถไฟในปัจจุบัน

9. การเดินขบวนรถ (Train Operation)

9.1 การวางแผนการเดินขบวนรถ

สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้ในการวางแผนการเดินขบวนรถช่วงบางซื่อ-รังสิต ให้มีความปลอดภัย มีดังนี้

- ปริมาณผู้โดยสารผ่านทางสูงสุดต่อวัน
 - ปี พ.ศ.2555 ประมาณ 50,520 คนต่อวัน
 - ปี พ.ศ.2565 ประมาณ 129,640 คนต่อวัน
 - ปี พ.ศ.2575 ประมาณ 210,260 คนต่อวัน
 - ปี พ.ศ.2585 ประมาณ 232,250 คนต่อวัน
- ประเภทของการให้บริการ
 - การให้บริการเดินขบวนรถไฟทางไกล/ขบวนรถสินค้าและขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดา/ขบวนรถไฟชานเมืองด่วน ในปี พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565
 - การให้บริการเดินขบวนรถไฟทางไกล/ขบวนรถสินค้าและขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดา ในปี พ.ศ. 2575 ถึง พ.ศ. 2585
- การเดินรถแบบสองทิศทางในทางประธานทั้ง 3 ทาง
- ขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดาและขบวนรถไฟชานเมืองด่วนจะให้บริการถึงปี พ.ศ. 2565 หลังจากนั้น จะให้บริการเฉพาะขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดาเท่านั้น

- ขบวนรถด่วนพิเศษ รถด่วน รถเร็ว และรถธรรมดาของ รฟท. จะจอดที่สถานีบางซื่อ
- ขบวนรถไฟชานเมืองของ รฟท. จะจอดนอกพื้นที่โครงการฯ
- ขบวนรถสินค้าของ รฟท. จอดที่สถานีบางซื่อ

9.2

สมมติฐานของการศึกษา

สมมติฐานที่ตั้งขึ้นและพิจารณาเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเดินรถ

- การศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากตารางการเดินรถของ รฟท. (มิถุนายน พ.ศ. 2546)
- ขบวนรถไฟของ รฟท. ประกอบด้วย ตู้รถโดยสารธรรมดาและหัวรถจักรดีเซลหรือ DMU
- ขบวนรถไฟชานเมืองและขบวนรถไฟชานเมืองด่วนจะประกอบด้วย EMU จำนวน 4 ถึง 10 ตู้ ขึ้นอยู่กับปริมาณผู้โดยสารในแต่ละตู้
- ระยะเวลาจอดรับส่งผู้โดยสารของขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดาที่สถานีบางซื่อ สถานีบางเขน สถานีหลักสี่ สถานีดอนเมือง และสถานีรังสิต เท่ากับ 30 วินาที ในทั้งสองทิศทาง สำหรับที่สถานีจตุจักร สถานีทุ่งสองห้อง และสถานีการเคหะ ใช้เวลา 20 วินาที
- ระยะเวลาจอดรับส่งผู้โดยสารของขบวนรถไฟชานเมืองด่วนที่สถานีบางซื่อ สถานีดอนเมือง และสถานีรังสิต เท่ากับ 30 วินาที ในทั้งสองทิศทาง
- ขบวนรถไฟทางไกลขึ้นเหนือของ รฟท. สมมติให้ออกจากสถานีบางซื่อตามเวลาที่กำหนดไว้และระยะเวลาจอดรับส่งผู้โดยสารเท่ากับ 2 นาที ที่สถานีดอนเมืองและสถานีรังสิต
- ขบวนรถไฟทางไกลลงใต้ของ รฟท. สมมติให้ออกจากสถานีรังสิตตามเวลาที่กำหนดไว้และระยะเวลาจอดรับส่งผู้โดยสารเท่ากับ 2 นาที ที่สถานีรังสิตและสถานีดอนเมือง และเท่ากับ 5 นาที ที่สถานีกลางบางซื่อ
- ความเร็วขบวนรถสูงสุด 120 กม./ชม. สำหรับขบวนรถไฟชานเมือง 100 กม./ชม. สำหรับขบวนรถไฟทางไกล 70 กม./ชม. สำหรับขบวนรถไม่มีสินค้าของ รฟท. และ 55 กม./ชม. สำหรับขบวนรถบรรทุกสินค้าของ รฟท.

9.3

สรุปผลการศึกษา

แผนการเดินทาง ช่วงบางซื่อ – รังสิต

- ทางรถไฟประธาน 3 ทาง เพียงพอที่จะเดินขบวนรถไฟของ รฟท. และขบวนรถไฟชานเมือง จนถึงปี พ.ศ. 2585

- ในปี พ.ศ. 2555, 2565, 2575 หรือ 2585 การเดินรถจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อมีเพียงการให้บริการเดินขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดาและขบวนรถโดยสารทางไกลของ รฟท. เท่านั้น
- รถไฟชานเมืองด่วนจะไม่มี เมื่อเวลาห่างระหว่างขบวนรถไฟชานเมืองด่วนและขบวนรถไฟชานเมืองธรรมดาที่ออกก่อนขบวนรถด่วนน้อยกว่า 8 นาที ดังนั้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเดินรถเพียงพอกับปริมาณผู้โดยสาร จึงควรวางแผนและเดินรถตามสถานการณ์ดังกล่าว
- กำหนดให้ขบวนรถไฟทางไกลของ รฟท. เดินรถบนทางรถไฟเส้นกลางในระหว่างชั่วโมงเร่งด่วนของการให้บริการเดินขบวนรถไฟชานเมือง (06.00-09.00 น. และ 17.00-20.00 น.) และในระหว่างนอกชั่วโมงเร่งด่วนจะเดินรถบนทางรถไฟด้านข้าง ซึ่งจะใช้ร่วมกับขบวนรถไฟฟ้าชานเมือง ส่วนขบวนรถสินค้าจะเดินรถบนทางรถไฟเส้นกลางนอกชั่วโมงเร่งด่วนหรือบนทางรถไฟปัจจุบัน
- แผนผังทางรถไฟและชานชาลาที่เสนอ ช่วงบางซื่อ-รังสิต รวมทั้งทางเข้าย่านสินค้าบางซื่อ สามารถรองรับขบวนรถได้ถึงปี พ.ศ.2585 โดยตั้งแต่ปี พ.ศ.2575 ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนจะไม่มีขบวนรถชานเมืองด่วน
- การพิจารณาในอนาคตควรจัดให้มีทางรถไฟเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งทางสำหรับขบวนรถไฟทางไกลเพื่อเพิ่มการเดินรถในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน

10. โครงสร้างทางรถไฟ (Track Structure)

การออกแบบโครงสร้างทางรถไฟใช้น้ำหนักขบวนรถไฟของ รฟท. และขบวนรถไฟชานเมืองดังนี้

- 1) ขบวนรถไฟของ รฟท. น้ำหนักกดเพลลา 20 ตัน ที่ความเร็ว 120 กม./ชม. หรือ
- 2) ขบวนรถไฟชานเมือง น้ำหนักกดเพลลา 16 ตัน ที่ความเร็ว 160 กม./ชม.

ทางรถไฟระดับดินเป็นทางประเภทมีหินโรยทางซึ่งจะเหมือนกับทางรถไฟมาตรฐานปัจจุบันของ รฟท. ส่วนทางยกระดับเป็นทางประเภทไม่มีหินโรยทาง ซึ่งจะเหมือนกับทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยาน (Airport Rail Link : ARL) ทางรถไฟทั้ง 2 ประเภทใช้รางขนาด UIC60 สำหรับทางประธานและ UIC54 สำหรับศูนย์ซ่อมบำรุงและย่านสถานี เครื่องยึดเหนี่ยวรางแบบยึดหยุนที่ใช้ในทางรถไฟประเภทไม่มีหินโรยทางจะช่วยไม่ให้เกิดเสียงดังและลดการสั่นสะเทือน นอกจากนี้ ยังสามารถปรับตำแหน่งรางได้เล็กน้อยทั้งในแนวตั้งและแนวนอน (เพื่อวัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษา)

ทางรถไฟบนทางยกระดับจะมีการป้องกันขบวนรถไฟตกรางซึ่งประกอบด้วย ขอบคอนกรีตเสริมเหล็กสูงเท่าระดับสันราง ติดตั้งห่างจากจุดศูนย์กลางทาง 1,000 มิลลิเมตร ขอบป้องกันขบวนรถไฟตกรางจะเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างทางรถไฟ

ประแจทางหลัก ประกอบด้วย โค้ง เพื่อให้การเดินรถผ่านประแจด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่กำหนดโดยผู้โดยสารรู้สึกสบายมากที่สุด ในโครงการนี้ใช้ประแจขนาด 1:16 ซึ่งสามารถทำให้เดินรถด้วยความเร็วที่สูงกว่าการใช้ประแจขนาด 1:12 ของ รฟท. เดิม

ข้อกำหนดรายการจำเพาะงานทางรถไฟจะอยู่บนพื้นฐานข้อกำหนดรายการจำเพาะงานทางเดิมของ รฟท. ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นการง่ายขึ้นที่จะได้รับความเห็นชอบจาก รฟท. และเป็นที่คุ้นเคยของผู้รับเหมางานทาง

11. ระบบควบคุมการเดินรถ (Train Operation Control System)

11.1 ภูมิหลังโครงการ

รัฐบาลกำลังดำเนินการพัฒนาระบบการขนส่งทางรถไฟภายใต้ความรับผิดชอบของ รฟท. โดยการเพิ่มการเดินขบวนรถไฟชานเมือง ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวนี้นี้ประกอบไปด้วย โครงการต่าง ๆ และกฎเกณฑ์ทางด้านวิศวกรรมที่หลากหลาย

โครงการทางรถไฟสายสีแดงสำหรับโครงการนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- สถานีบางซื่อ และย่านสถานี (กม.6+000- กม.12+201)
- ทางรถไฟช่วงบางซื่อ-รังสิต (กม.12+201-กม.32+350)
- ทางรถไฟช่วงบางซื่อ-ตลิ่งชัน (ระยะทาง 12.253 กม.)

11.2 ข้อกำหนดที่สำคัญในการออกแบบ

ทางรถไฟที่ออกแบบมีขนาดกว้าง 1.0 เมตร เท่ากับขนาดของ รฟท. เดิม มีทางวิ่งหลายทาง ทางยกระดับที่ออกแบบใหม่จะไม่กระทบต่อการเดินรถเดิม สถานีบางซื่อใหม่จะเป็นศูนย์กลางการเปลี่ยนถ่ายการเดินทาง สถานีใหม่จะติดตั้งระบบป้องกันขบวนรถไฟอัตโนมัติ (Automatic Train Protection : ATP)

11.3 สภาวะแวดล้อม

การดำเนินงานต่างๆ จะสอดคล้องกับสภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะสภาพต่างๆ ดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิและความชื้น

- มลพิษ
- รั้งสี
- แสงสว่าง
- ความสั่นสะเทือน
- ลมและฝน
- ความเสียหายเนื่องจากสัตว์เลื้อยคลาน แมลง และหนู

ผู้ยื่นประมูลงานจะต้องพิจารณาเกณฑ์ รายละเอียดของพัสดุต่างๆ ที่แท้จริงตามสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

เอกสารการประมูลจะต้องแจ้งรายละเอียดของพัสดุต่างๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อม ซึ่งเครื่องมืออุปกรณ์และระบบที่ใช้จะทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามข้อกำหนดของรายการจำเพาะ และจะต้องมีคุณสมบัติสูงเกินกว่าสภาวะการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ในประเทศไทย

11.4

ระบบควบคุมงานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมในปัจจุบัน

งานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมของแต่ละสถานีที่ถือปฏิบัติอยู่ในปัจจุบันเป็นการดำเนินงานโดย รฟท.

- สถานีบางซื่อ และย่านสถานี (กม. 6+000 – ก.ม. 12+201)

จุดเริ่มต้นโครงสร้างยกระดับ : โครงสร้างยกระดับเริ่มก่อสร้างจาก กม. 6+000 (ด้านใต้ของสถานีบางซื่อ) ถึง กม. 12+201 ส่วนโครงการอื่นๆ จะก่อสร้างโครงสร้างทางด้านตะวันตกและด้านใต้ของบางซื่อ

การเริ่มต้นงานก่อสร้างโครงสร้างที่บางซื่อ : จะทำการก่อสร้างโครงสร้างใหม่ซึ่งทางรถไฟใหม่จะสร้างไว้บนโครงสร้างใหม่นี้ โดยยังคงรักษาสภาพทางรถไฟปัจจุบันรวมทั้งการจัดเดินขบวนรถไว้เช่นเดิมในช่วงเวลาของงานก่อสร้าง ในระหว่างนั้นจะมีการเพิ่มระบบการควบคุมขบวนรถพร้อมทำการทดสอบการใช้งาน หลังจากนั้น โครงสร้างใหม่และทางรถไฟใหม่พร้อมทั้งสถานีบางซื่อใหม่ จะทำการทดสอบการใช้งานต่อไป

เส้นทางเข้าสู่สถานีบางซื่อใหม่ : ทางรถไฟสายใหม่จะมีการก่อสร้างทั้งบนโครงสร้างยกระดับและระดับดิน ทางรถไฟเข้าชานชาลาสถานีจะแยกออกเป็นสองระดับ โดยรถไฟทางไกลของ รฟท. จะอยู่ชั้นที่ 2 ชานชาลาขบวนรถชานเมืองจะอยู่ชั้นที่ 3 ศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot) จะก่อสร้างบนระดับพื้นดิน ในระหว่างงานก่อสร้างจำเป็นต้องรื้อย้ายทางรถไฟเดิมและเปลี่ยนแปลงการเดินขบวนรถ ซึ่งรวมไปถึงการเชื่อมต่อกับ

เส้นทางสายตะวันตก ย่านสินค้า และศูนย์ซ่อมบำรุง รวมทั้งการจัดทำสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่

- **ทางรถไฟช่วงบางซื่อ - รังสิต (กม. 12+201 - กม. 32+350)**

ที่สถานีรังสิต จะจัดทำทางเบี่ยงและอาณัติสัญญาณผ่านพื้นที่สถานี โทรคมนาคมและอาณัติสัญญาณของทางรถไฟปัจจุบันจะมีการทดแทนชั่วคราว งานเสาเข็มและงานฐานรากจะดำเนินการในตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ เมื่อแล้วเสร็จ ทางรถไฟ ระบบควบคุมอาณัติสัญญาณและระบบโทรคมนาคมก็จะถูกก่อสร้างขึ้นมาใหม่ ระบบควบคุมใหม่ตามที่กำหนดไว้ในรายการจำเพาะนี้จะเริ่มต้นที่สถานีรังสิต โดยผู้รับเหมาจะต้องเชื่อมต่อประสานเข้ากับระบบปัจจุบันที่ใช้กันอยู่ทางด้านเหนือของสถานี และปรับแต่งระบบให้ทำการสื่อสารกันระหว่างระบบได้อย่างราบรื่นและปลอดภัย หลังจากนั้นจึงรื้อถอนทางเบี่ยงและระบบอาณัติสัญญาณชั่วคราว

ทางด้านใต้ของสถานีรังสิตจนถึงโครงสร้างใหม่ : อุปกรณ์อาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทางปัจจุบันมีการติดตั้งไว้กับทางประธานซึ่งเป็นทางคู่ จะก่อสร้างทางรถไฟใหม่ 3 ทาง โดยยังคงรักษาการเดินขบวนรถปัจจุบันไว้เช่นเดิม ตามสัญญาจะต้องทำการติดตั้งทางรถไฟเพื่อทดสอบ ATC โดยใช้รหัสวงจรไฟตอนและใช้ตำแหน่งการวางระบบทางรถไฟที่นำเสนอโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ทางทดสอบนี้จะใช้เพื่อการทดสอบขบวนรถกำหนดตำแหน่งสำหรับการออกแบบ และการจัดเดินขบวนรถ โดยวงจรไฟตอนที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะถูกแทนที่ด้วยวงจรไฟตอนใช้รหัสที่นำเสนอและจะใช้กับอาณัติสัญญาณปัจจุบันในระหว่างที่ทำการทดสอบ สำหรับขบวนรถที่ไม่ได้ทดสอบ อาณัติสัญญาณปัจจุบันจะทำงานกับขบวนรถโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ และคงให้ความปลอดภัยและสมรรถนะในการเดินรถเช่นเดียวกับที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

จุดเริ่มต้นโครงสร้างยกระดับ : โครงสร้างยกระดับจะเริ่มต้นก่อสร้างจากทางด้านเหนือของดอนเมือง จนถึง กม. 12+201 ใกล้สถานีบางซื่อ โครงการอื่นๆ จะก่อสร้างโครงสร้างทางด้านตะวันตกและด้านใต้ของสถานีบางซื่อ

11.5 ระบบการควบคุมขบวนรถตามที่เสนอไว้

ระบบอาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทาง จะประกอบด้วย

- 1) สัญญาณเริ่มต้นจะติดตั้งอยู่ที่ปลายทางวงจรปิด (Loop) ที่ชานชาลาสถานีและจุดอื่นๆ ที่ขบวนรถต้องจอดรอทาง
- 2) พิกัดช่วงระยะของสัญญาณทางสับเปลี่ยน (Shunt board) กำหนดไว้ที่ระยะ 700 ม. จากประแจกลับบังคับสัมพันธ์ตัวแรกสุดเมื่อเดินขบวนรถเข้าสู่สถานี

- 3) สัญญาณประจำที่ (Home signal) กำหนดไว้ที่ระยะ 700 ม. ต่อจากฟักัดช่วงระยะของสัญญาณทางสับเปลี่ยน ระยะ 700 ม. นี้จะทำให้มีช่วงระยะหยุดขบวนรถฉุกเฉินเหลื่อมซ้อนผ่านสัญญาณประจำที่
- 4) ระยะทางจุดเตือนการลงห้ามล้อหยุดขบวนรถจากจุดสัญญาณประจำที่ความเร็วขบวนรถ 160 กม./ชม. กำหนดไว้ 2,100 ม. และที่ความเร็วขบวนรถ 120 กม./ชม. กำหนดไว้ 1,400 ม.

สัญญาณเริ่มต้นและสัญญาณประจำที่จะถูกควบคุมจากแผงบังคับควบคุมประจำท้องถิ่นซึ่งติดตั้งไว้ที่สถานีหรือจากศูนย์ควบคุมส่วนกลางที่ได้นำเสนอไว้สำหรับสถานีบางชื่อใหม่

เพื่อให้การก่อสร้างสามารถดำเนินการได้ จำเป็นต้องมีการติดตั้งชั่วคราวหลายประเภทดังนี้

- ทางเบี่ยงที่สถานีรังสิตปัจจุบัน ต้องทำการย้ายอาณัติสัญญาณและโครงสร้างทางรถไฟทั้งหมดเพื่อทำการก่อสร้างฐานรากและก่อสร้างสถานีแห่งใหม่ จากนั้นทำการติดตั้งระบบควบคุมขบวนรถใหม่ที่สถานีรังสิต การติดตั้งวงจร ATC จะเริ่มต้นจากอาณัติสัญญาณประจำที่ทางด้านเหนือของสถานีรังสิต Block circuits จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นจนถึงเชิงราก
- ประมาณ 2 กม. ทางด้านใต้ของสถานีรังสิต ต้องทำการติดตั้งประแจกลเพื่อให้ขบวนรถสามารถเดินรถได้ระหว่างทางรถไฟเก่าและทางรถไฟใหม่
- ที่สถานีบางซื่อจะต้องทำการย้ายทางรถไฟเพื่อการสับเปลี่ยนจำนวนหนึ่งออกจากพื้นที่ก่อสร้างทางยกระดับ และต้องทำการเชื่อมต่อกับทางรถไฟประธานใกล้กับสถานีบางซื่อปัจจุบัน
- บริเวณ กม.10 ที่ขบวนรถสินค้าเชื่อมต่อกับทางประธานเดิม จะต้องเพิ่มอุปกรณ์อำนวยความสะดวกบังคับสัมพันธ์ เพื่อการเดินรถสินค้า และการเชื่อมต่อกับทางรถไฟที่ก่อสร้างบนทางยกระดับ
- ตลอดความยาวของการก่อสร้างทางยกระดับอาจจำเป็นต้องมีงานติดตั้งอาณัติสัญญาณเพิ่มเติม ทางผ่านเสมอระดับอาจจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ อาจจำเป็นต้องมีการรื้อย้ายเครื่องอุปกรณ์อาณัติสัญญาณ

ระบบควบคุมขบวนรถอัตโนมัติ (Automatic Train Control : ATC) ประกอบด้วย ระบบป้องกันขบวนรถอัตโนมัติ (Automatic Train Protection : ATP) ระบบการเดินขบวนรถอัตโนมัติ (Automatic Train Operation : ATO) และระบบกำกับขบวนรถอัตโนมัติ (Automatic Train Supervision : ATS) และควบคุมความเร่งขบวนรถและความเร็ว การหยุดรระหว่างและเมื่อเข้าใกล้อาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทาง รหัสควบคุมความเร็วซึ่งขึ้นอยู่กับสมรรถนะขบวนรถไฟขานเมืองที่นำเสนอ คือ ที่ความเร็วขบวนรถ 160 กม./ชม. 120 90 60 และ 35 25 และ 0 กม./ชม.

ขบวนรถซึ่งอุปกรณ์ ATP ไม่ทำงานหรือไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์นี้ไว้จะบังคับควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ให้สอดคล้อง กับอาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทาง ตลอดจนข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ (ขตร.) สภาพการทำงานของอุปกรณ์ ATP ที่ติดตั้งไว้บนขบวนรถจะมีการตรวจสอบ ซึ่งทั้งอุปกรณ์อาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทางและบนขบวนรถจะได้รับการปรับตั้งให้สอดคล้อง กับสภาพการตรวจสอบ ศูนย์ควบคุมการเดินรถและนายสถานีประจำท้องถิ่นจะได้รับการแจ้งให้ทราบ รหัสควบคุมระดับของวงจรไฟตอนในช่วงระหว่างจุดสัญญาณประจำที่และพิคคช่วงระยะของสัญญาณการสับเปลี่ยนจะถูกปิดไม่แสดงรหัส หากตรวจสอบพบว่าอุปกรณ์ ATP บนขบวนรถไม่ทำงานหรือไม่มีการติดตั้งไว้ เครื่องมืออุปกรณ์ใด ๆ บนขบวนรถที่ทำงานผิดปกติจะถูกปิดไม่ใช้งาน เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนกับรหัสที่ตรวจได้จากทางหรืออุปกรณ์อาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทาง

ในระยะเริ่มต้นโครงการ ขอเสนอให้ติดตั้งอุปกรณ์บนขบวนรถ (train borne) ไว้กับหัวรถจักร และทำการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์อาณัติสัญญาณติดตั้งข้างทาง ซึ่งติดตั้งบนทางรถไฟ ปัจจุบันทางด้านใต้ของสถานีรังสิต การทดสอบนี้จะกระทำเพื่อกำหนดการออกแบบที่ดีที่สุด สำหรับการติดตั้งทั้งอุปกรณ์ train borne และอุปกรณ์อาณัติสัญญาณข้างทาง ผลที่ได้จากการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการใช้งานจะได้รับก่อนงานก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟใหม่ และการติดตั้งระบบการควบคุมขบวนรถขั้นสุดท้ายแล้วเสร็จ

โดยหลักการแล้ว ระยะช่วงของสัญญาณไฟตอนส่วนใหญ่จะเสนอให้กำหนดไว้ที่ระยะ 700 ม. ระยะช่วงของสัญญาณไฟที่แตกต่างไปจากนี้จะเป็นการกำหนดขึ้นตามความจำเป็นของการกำหนดจุดที่ตั้งของสถานี ประแจ และโครงสร้างของเสาส่งกำลังไฟฟ้าเหนือทาง ระยะช่วงสัญญาณไฟตอน 2 ช่วง จะทำให้ระยะหยุดขบวนรถเท่ากับ 1,400 ม. สำหรับความเร็วขบวนรถที่ 120 กม./ชม. และระยะช่วงสัญญาณไฟตอน 3 ช่วง จะมีระยะหยุดขบวนรถเท่ากับ 2,100 ม. สำหรับความเร็วขบวนรถที่ 160 กม./ชม. การรวมระยะช่วงสัญญาณไฟตอนที่สั้นกว่านี้เข้าด้วยกันก็มีการใช้เพื่อจัดช่วงระยะที่ต้องการใช้งาน วงจรไฟตอนสำหรับทางรถไฟทางเดี่ยวช่วงระยะ 700 ม. จะทำให้มีการเหลื่อมซ้อนของช่วงวงจรที่เพียงพอต่อการหยุดขบวนรถโดยใช้วิธีการห้ามล้อฉุกเฉิน ช่วงระยะเหล่านี้ช่วยให้มีระยะทางสำหรับหยุดขบวนรถที่เพียงพอสำหรับการจัดเดินขบวนรถขานเมือง ซึ่งจะมีการลงห้ามล้อ และการเร่งอัตราความเร็วขบวนรถที่อำนวยความสะดวกต่อความสบายในการโดยสาร

การทดสอบที่นำเสนอจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ ATC บนขบวนรถเพื่อทดสอบการหยุดขบวนรถ และเพื่อพิจารณากำหนดความเร็วขบวนรถสูงสุดที่จะตอบสนองต่อรหัสระดับความเร็วของวงจรไฟตอน ปัจจัยด้านความปลอดภัยถูกกำหนดขึ้นเพื่อให้ครอบคลุมตัวแปรอื่นๆ การพัฒนาในด้านการทดสอบการห้ามล้อขอเสนอให้เป็นความต้องการเบื้องต้นของการพัฒนาด้านระบบ ATC โดยใช้ทางรถไฟเพื่อการทดสอบตามที่เสนอไว้

ตำแหน่งอาณัติสัญญาณประจำที่และสัญญาณเริ่มต้นจะควบคุมรหัสระดับวงจรไฟตอน ณ ตำแหน่งที่กำหนดให้ เพื่อให้เป็นไปตามวิธีแสดงผลของอาณัติสัญญาณ สัญญาณแจ้งให้ทำการปฏิบัติของสัญญาณประจำที่ เมื่อแสดงคำสั่ง “proceed” จะทำให้รหัสของวงจรไฟตอนทั้งหมดในเส้นทางไปยังสัญญาณเริ่มต้นปิดการทำงานไม่แสดงสัญญาณ ในขณะที่ขบวนรถเดินอยู่ในช่วงทางควบคุมซึ่งเป็นช่วงทางสะดวก กรณีนี้จะเป็นเช่นเดียวกันกับช่วงทางระหว่างสัญญาณเริ่มต้นกับพิกัดทางสับเปลี่ยน (Limit of shunt board) เมื่อป้ายสัญญาณแสดงคำสั่ง “proceed” ขบวนรถจะเคลื่อนออกไปได้โดยการบังคับควบคุมของพนักงานขับรถ

อุปกรณ์ Train borne ATC ขอเสนอให้ติดตั้งบนหัวรถจักรและขบวนรถสปรีนเตอร์ของ รฟท. ขบวนรถเหล่านี้จะได้รับการทดสอบเพื่อกำหนดการออกแบบที่ดีที่สุดสำหรับทั้ง อุปกรณ์ Train borne ATC และการติดตั้ง ATC ข้างทางวิ่ง งานของผู้รับจ้างที่กล่าวไว้ในข้อกำหนดรายการจำเพาะนี้จะรวมถึงงานติดตั้งอุปกรณ์เครื่องทดสอบข้างทางวิ่งซึ่งจะใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ถาวรขั้นสุดท้ายและอุปกรณ์บนขบวนรถสองขบวน รวมทั้งการทดสอบ ผลที่ได้จากการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการใช้งานจะได้รับก่อนงานโครงสร้างทางรถไฟที่สร้างใหม่ และการติดตั้งระบบการควบคุมขบวนรถขั้นสุดท้ายแล้วเสร็จ

11.6

แผนดำเนินการศูนย์ซ่อมบำรุงที่สถานีบางซื่อตามที่เสนอไว้

มีแผนขยายศูนย์ซ่อมบำรุงปัจจุบันที่สถานีบางซื่อเพื่อใช้ในการจอดขบวนรถและบำรุงรักษา แทนศูนย์ซ่อมบำรุงเดิมที่สถานีหัวลำโพง แผนการเดินทางและการบำรุงรักษาได้กำหนดไว้ที่ศูนย์ซ่อมบำรุงบางซื่อ ดังนี้

- 1) ขบวนรถโดยสารทางไกลที่มาถึงสถานีบางซื่อ จะเคลื่อนย้ายออกจากรางที่ชานชาลาไปยังรางตั้งขบวนที่อยู่ระดับพื้นดิน รางที่ชานชาลาจำนวน 6 ราง ที่อยู่ด้านตะวันตกของสถานี ซึ่งเป็นทางที่รถไฟสายเหนือที่เข้าและออกจากสถานีจะใช้ราง 1 ราง ลงไปสู่รางตั้งขบวน ส่วนอีก 6 ราง บนชั้นชานชาลาด้านตะวันออก จะมีอีก 1 ราง ลงไปสู่รางตั้งขบวน หัวรถจักรจะปลดออกจากขบวนรถที่รางตั้งขบวน หรือรางที่ชานชาลาเพื่อรับการบำรุงรักษา
- 2) ตู้รถโดยสารจะเคลื่อนย้ายออกจากรางที่ชานชาลาไปยังรางจอดพักรถเพื่อเก็บรักษา ทำความสะอาด และตรวจตราความเรียบร้อย
- 3) การเคลื่อนย้ายขบวนรถในข้อ 1 และ ข้อ 2 ที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น จะต้องจัดทำเป็นตารางแผนงานเพื่อคงเวลาเดิมที่ขบวนรถโดยสารมาถึงและออกจากสถานีบางซื่อ ขบวนรถมุ่งไปยังทางใต้และทางตะวันออกจะมาถึงและออกทางรางรถไฟของสายเหนือ จนกว่าโครงการทางด้านใต้ของสถานีบางซื่อจะแล้วเสร็จสมบูรณ์ ขบวนรถไฟเหล่านี้จะรวมอยู่กับขบวนรถไฟสายเหนือในการเข้าสู่ศูนย์ซ่อมบำรุง เพื่อรับบริการ เก็บรักษา หรือบำรุงรักษา

- 4) ที่ปลายทั้งสองด้าน ชั้นแรกทางปลายด้านทิศใต้ จะต้องทำการสับรางตู้รถโดยสารเพื่อให้ตู้รถโดยสารที่ต้องทำการบำรุงรักษาสามารถถูกลากไปยังศูนย์ซ่อมบำรุงตู้รถโดยสารได้
- 5) หัวรถจักรที่ถูกแยกออกจากขบวนรถโดยสารจะเคลื่อนย้ายไปยังศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรเพื่อตรวจสอบและเติมน้ำมัน ศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรปัจจุบันซึ่งอยู่ทางด้านตะวันตกของสถานีบางซื่อจะใช้เพื่อการบำรุงรักษา
- 6) ขบวนรถสินค้าที่เดินทางมาถึงและออกจากทางรถไฟสายเหนือ และสายตะวันตก จะเริ่มการควบคุมขบวนรถอัตโนมัติ (Automatic Train Control : ATC) ตั้งแต่จุดที่ออกจากย่านจอดขบวนรถสินค้าและจะสิ้นสุดการปฏิบัติการ ATC เมื่อเดินทางมาถึงจุดเดียวกันนี้

การเดินทางขบวนรถในย่านซ่อมบำรุงจะมีจุดที่เสี่ยงต่อการชนกันหลายตำแหน่งจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงนี้ ดังนั้น Workstation ควบคุมศูนย์ซ่อมบำรุงจะต้องติดตั้งแผนควบคุมประจำที่ในศูนย์ควบคุมการเดินทางที่บางซื่อใหม่ แผนควบคุมการเดินทางจะต้องตั้งอยู่ที่ปลายทั้งสองด้านของรางจอดพักรถ เพื่อควบคุมประจำและควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถภายในย่าน แผนควบคุมการเดินทางเหล่านี้จะเข้าควบคุมปลายรางจอดพักรถเมื่อมีความจำเป็นและได้รับอนุญาตจาก Workstation เพื่อป้องกันความสับสน การสื่อสารด้วยระบบวิทยุสื่อสารระหว่างศูนย์ควบคุมการเดินทางและขบวนรถเป็นสิ่งสำคัญมาก

12. ระบบกำลังไฟฟ้า (Electrification System)

ระบบกำลังไฟฟ้าลากจูงที่เสนอสำหรับระบบรถไฟสายสีแดงในกรุงเทพมหานครนั้น จะต้องออกแบบและดำเนินการให้ประสานกันระหว่างระบบรับกำลังไฟฟ้าและระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

แหล่งกำลังไฟฟ้าได้รับจากระบบเครือข่าย 115 เควี. ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) โดยจะรับจากสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยของ กฟน. ใกล้กับสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยที่เสนอสำหรับระบบรถไฟสายสีแดงซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ของ รฟท. ที่บางซื่อ แหล่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงนี้จะมีการจัดวางสายป้อนให้สามารถสลับวงจรเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแหล่งกำลังไฟฟ้าหลัก

เงื่อนไขการออกแบบที่สำคัญบางประการซึ่งนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดข้อกำหนดรายการจำเพาะมีดังนี้

- ความน่าเชื่อถือของระบบ
- ความเป็นไปได้ในการจัดหา
- การบำรุงรักษา และ
- ความปลอดภัย

การจ่ายกำลังไฟฟ้าขับเคลื่อนซึ่งเลือกใช้ในโครงการนี้ คือ AT (Autotransformer) ระบบสายป้อน 50 เควี. ซึ่งจะสามารถจ่ายไฟจากสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยสถานีหนึ่งได้ในรัศมี 50 กม. แต่ไม่เกิน 100 กม. สำหรับช่วงทางรถไฟที่มีความยาวมาก ระบบ AT สามารถลดจำนวนสถานีไฟฟ้าย่อยลงได้ นอกจากนี้ ยังลดค่าใช้จ่ายสำหรับสถานีไฟฟ้าย่อยลงได้อย่างมาก (สถานีละประมาณ 10,000,000 ดอลลาร์สหรัฐ)

Autotransformer จะติดตั้งไว้ทุก 15 กม. จ่ายไฟฟ้าขนาด 25 เควี. แบบมาตรฐานหรือแบบดั้งเดิมให้กับมอเตอร์ขับเคลื่อนขบวนรถ ระบบสายส่งเหนือหัวต้องเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบ

จุดสำคัญที่เน้นหนัก คือ กระบวนการต่อสายลงดินและการทำให้กระแสไฟฟ้ามีศักย์เท่ากันต้องเป็นไปตามมาตรฐานของไทยและมาตรฐานสากลเพื่อลดและควบคุมระบบแรงดันไฟฟ้าที่เกินปกติจากระบบขับเคลื่อนให้ต่ำสุด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของระบบความปลอดภัยและระบบรถไฟ

ระบบจ่ายไฟฟ้าจาก AT ได้ผ่านการอนุมัติทางเทคนิคและมีการใช้งานแล้วในประเทศญี่ปุ่นและสหราชอาณาจักร การตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบนี้เป็นการตัดสินใจร่วมกันระหว่างกลุ่มบริษัทที่ปรึกษา สายเหนือ สายตะวันตก และ โครงการ Missing Link

สำหรับโครงการรถไฟสายสีแดงเสนอให้ใช้ระบบกำลังไฟฟ้าขับเคลื่อนขนาด 50 MVA พร้อมหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงสองลูก แปลงไฟฟ้า จาก 115 KV เป็น 50 KV หม้อแปลงแต่ละลูกสามารถรองรับการใช้ไฟฟ้าทั้งโครงการสายสีแดงและโครงการ Missing Link แต่ทั้งสองลูกจะจ่ายไฟขนานกันเพื่อว่าหากลูกใดลูกหนึ่งมีปัญหา จะไม่เกิดผลกระทบกับการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการเดินทางเชื่อมต่อบางช่วง รังสิต และตลิ่งชัน ไม่ควรให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงเพียงลูกเดียว เนื่องจากการเปลี่ยนหม้อแปลงลูกใหม่จะใช้เวลานาน 8 ถึง 10 เดือน

ระบบไฟฟ้าบริการจะได้รับกระแสไฟจาก กฟน. ระบบ 24 เควี หรือ 0.4 เควี ขึ้นกับสภาพการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ระบบเหล่านี้จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับสถานี ศูนย์ควบคุมการเดินทาง ศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีย่อยไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบกระแสไฟฟ้าเหล่านี้ได้รับการออกแบบให้จ่ายกระแสไฟฟ้าที่เพียงพอ ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีระบบไฟฟ้าสำรอง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ระบบไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นจะไม่มีไฟฟ้าสำรองในกรณีไฟฟ้าของ กฟน. มีปัญหา

ระบบไฟฟ้าบริการเหล่านี้ได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง น่าเชื่อถือในการจ่ายไฟฟ้าให้กับสถานีย่อยไฟฟ้าขับเคลื่อน (Traction Substation : TSS) ระบบควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ควบคุมและสั่งการ (OCC Supervisory Control) ระบบควบคุมและส่งข้อมูล (SCADA) และระบบปฏิบัติการที่สำคัญ ตลอดจนการสื่อสารระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ในการสื่อสารกันระหว่างศูนย์ควบคุมการเดินทางและ outstations ทุกแห่ง หลักการ

การออกแบบอยู่บนพื้นฐานที่หลีกเลี่ยงการล่มของระบบ อันเนื่องจากอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา

13. ระบบสื่อสาร (Communication Systems)

13.1 ระบบสื่อสาร

เกณฑ์การออกแบบ

มาตรฐานและรหัสที่ใช้ในการออกแบบจะต้องยึดมาตรฐานของประเทศไทยและมาตรฐานสากลอย่างเคร่งครัดในการออกแบบสาธารณูปโภค เครื่องมือสื่อสาร และระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของระบบสื่อสาร

วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบ คือ ระบบสื่อสารต้องมีโครงสร้างพื้นฐานของระบบที่น่าเชื่อถือและต้องพร้อมใช้งานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อรองรับระบบการขนส่งทางรถไฟโครงการรถไฟสายสีแดงจากกรุงเทพมหานครไปยังรังสิตและตลิ่งชัน

การออกแบบระบบสื่อสารต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่และแนวเส้นทางที่หลากหลายเพื่อวางสายเคเบิลใยแก้วนำแสง (Fibre Optic Cable) ซึ่งจะเป็นเส้นทางสื่อสารหลักของระบบทั้งหมด นอกจากนั้น การออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือและการจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องมั่นใจได้ว่าไม่มีความผิดพลาดแม้แต่จุดเดียวที่จะลดความสามารถของระบบได้

อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ซึ่งได้รับการทดสอบเพื่อใช้ในระบบการขนส่งทางรถไฟแล้วเท่านั้น จะได้รับการยอมรับให้นำมาใช้งานในระบบได้

ระบบสื่อสารจะประกอบด้วย ระบบย่อยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบรับส่งข้อมูล (Data Transmission System : DTS)
- ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communication System : TETRA)
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television : CCTV) (รวมการตรวจตราบนขบวนรถ)
- ระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสาร (Passenger Information System : PIS)
- ระบบการสื่อสารกับสาธารณชน (Public Address (PA) System)
- ระบบโทรศัพท์และส่วนประกอบ (Telephone and Ancillary System : PABX)
- ระบบนาฬิกา (Clock System)
- ระบบบริหารจัดการสถานี (Station Management System : SMS)

- ระบบอุปกรณ์สำนักงานอัตโนมัติและระบบสารสนเทศ (Office Automation & IT system : OA&IT)
- ระบบควบคุมการเข้าออกและรักษาความปลอดภัย (Controlled Access Security System : CASS)

มาตรฐานการออกแบบ

ในทุก ๆ กรณี มาตรฐานการออกแบบและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้ (หรือเทียบเท่า) จะใช้ฉบับล่าสุดเป็นมาตรฐานในการออกแบบ ได้แก่

- มาตรฐานอุตสาหกรรมไทย (มอก.)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- International Telecommunication Union (ITU) Telecommunication Sector (ITU-T)
- ITU Radio communication Sector (ITU-R)
- American National Standards Institute (ANSI)
- British Standard Specifications
- European Normal Standards (EN)
- IEC
- IEEE

เงื่อนไขการออกแบบ

1) สถานี (Station)

แต่ละสถานีต้องมีระบบย่อยดังต่อไปนี้

- ระบบรับส่งข้อมูล (Data Transmission System : DTS)
- ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communication System : TETRA)
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television (CCTV) System)
- ระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสาร (Passenger Information System : PIS)
- ระบบการสื่อสารกับสาธารณะชน (Public Address (PA) System)
- ระบบโทรศัพท์และส่วนประกอบ (Telephone and Ancillary System)
- ระบบนาฬิกา (Clock System)
- ระบบบริหารจัดการสถานี (Station Management System : SMS)

- ระบบอุปกรณ์สำนักงานอัตโนมัติและระบบสารสนเทศ (Office Automation & IT system : OA&IT)
- ระบบควบคุมการเข้าออกและรักษาความปลอดภัย (Controlled Access Security System : CASS)
- จอรับภาพจากโทรทัศน์วงจรปิดด้านหัวรถ เพื่อแสดงภาพพื้นที่ชานชาลาและประตูของขบวนรถไฟให้กับพนักงานควบคุมรถ (Head wall CCTV monitor shall display platform/train door area to the train driver)

2) ศูนย์ควบคุมการเดินรถ (Operations Control Center : OCC)

ศูนย์ควบคุมการเดินรถจะต้องมีระบบย่อยดังต่อไปนี้

- ระบบรับส่งข้อมูล (Data Transmission System : DTS)
- ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communication System : TETRA)
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television (CCTV) System)
- ระบบสื่อสารกับสาธารณะชน (Public Address (PA) System)
- ระบบโทรศัพท์และส่วนประกอบ (Telephone and Ancillary System)
- ระบบนาฬิกา (Clock System)
- ระบบบริหารจัดการสถานี (Station Management System : SMS)
- ระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสาร (Passenger Information System : PIS)
- ระบบควบคุมการเข้าออกและรักษาความปลอดภัย (Controlled Access Security System : CASS)
- ระบบควบคุมและส่งข้อมูล (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA))
- ระบบอุปกรณ์สำนักงานอัตโนมัติและระบบสารสนเทศ (Office Automation & IT system : OA&IT)

3) ข้างทางรถไฟ (Trackside)

ข้างทางรถไฟจะต้องมีระบบย่อยดังต่อไปนี้

- เคเบิลใยแก้วนำแสงสำหรับระบบรับส่งข้อมูลดิจิทัล (Optical Fibre for Digital Transmission System)
- สาย Coaxial สำหรับระบบวิทยุสื่อสาร (Coaxial Cables for Radio Communication System)

- ลำโพงระบบการสื่อสารกับสาธารณะชน (Public Address System Loudspeakers)
- ระบบโทรศัพท์ และ/หรือ ส่วนประกอบ (Telephone and/or Ancillary System)

4) ขบวนรถไฟ (Train)

ขบวนรถไฟจะต้องมีระบบย่อยดังต่อไปนี้

- ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communication System)
- อุปกรณ์ควบคุมการสื่อสารบนขบวนรถไฟ (Vehicle Communication Controller : VCC) ประกอบด้วย ระบบข้อมูลสำหรับผู้โดยสารและการประกาศอัตโนมัติ
- ระบบการสื่อสารบนขบวนรถไฟ รวมทั้งระบบโทรศัพท์วงจรปิดเพื่อการตรวจตราบนขบวนรถไฟ

5) ศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot)

ศูนย์ซ่อมบำรุงจะต้องมีระบบย่อยดังต่อไปนี้

- ระบบรับส่งข้อมูลดิจิทัล (Digital Transmission System)
- ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communication System)
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television System)
- ระบบสื่อสารกับสาธารณะชน (Public Address System)
- ระบบโทรศัพท์และส่วนประกอบ (Telephone and Ancillary System)
- ระบบนาฬิกา (Clock System)
- ระบบควบคุมการเข้าออกและรักษาความปลอดภัย (Controlled Access Security System : CASS)
- ระบบควบคุมและส่งข้อมูล (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA)
- ระบบอุปกรณ์สำนักงานอัตโนมัติและระบบสารสนเทศ (Office Automation & IT system : OA&IT)

6) แหล่งจ่ายไฟฟ้าและสายเคเบิล (Power Supplies and Cabling)

ต้องมีการจัดเตรียมแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ในระบบสื่อสารในสถานี ศูนย์ควบคุมการเดินรถ และศูนย์ซ่อมบำรุง รวมถึงแผงจ่ายไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟฟ้างดงามนี้ได้รับกระแสไฟฟ้ารวมกันจากการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าภูมิภาค

พื้นที่หน้างานทั้งหมดของโครงการจะต้องมีการป้องกันการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องด้วย เครื่องกำเนิด ไฟฟ้าดีเซลและแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองต่อเนื่อง อันประกอบด้วย ตัวแปลง กระแสไฟฟ้า/แบตเตอรี่/อินเวอร์เตอร์ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับ อุปกรณ์ระบบที่สำคัญมากให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

7) การประสานงานกับระบบอื่น ๆ (Interfacing with Other Systems)

การออกแบบการประสานงาน การวางแผนงาน การติดตั้ง การปฏิบัติงาน การเชื่อมต่อ การทดสอบและการทำงานของอุปกรณ์ระบบสื่อสารบนขบวนรถไฟ สถานี ข้างทางรถไฟ ศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมการเดินรถ จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานของไทยและ มาตรฐานสากลตามที่ได้ระบุไว้ในระบบการสื่อสารทั่วไปและการสื่อสารเฉพาะ

การเชื่อมประสานที่ใช้ในระบบสื่อสารมาตรฐานจะสามารถเชื่อมต่อกันระหว่างระบบย่อย ทั้งหมดในโครงการและยังสามารถเชื่อมต่อระหว่างกันกับระบบต่าง ๆ ของโครงการอื่น ในอนาคตได้

8) ความน่าเชื่อถือ (Reliability)

จัดเตรียมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในภาวะฉุกเฉินให้เพียงพอสำหรับระบบที่สำคัญ และระบบย่อยที่จำเป็น เพื่อพร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา

ระบบทั้งหมดออกแบบให้มีความน่าเชื่อถือ 99.95%

13.2

ระบบรับส่งข้อมูลและระบบนาฬิกา

สภาพโดยทั่วไป

ระบบรับส่งข้อมูลดิจิทัล (Digital Transmission System : DTS) เป็นแกนหลักของ โครงข่ายการสื่อสาร DTS มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้หลายชนิด เช่น เสียง โสต เกี่ยวกับเสียง วิดีทัศน์ ข้อมูลนาฬิกาจากระบบระบุตำแหน่งผ่านดาวเทียม (Global Positioning System : GPS) และอื่นๆ ระหว่างศูนย์ควบคุมการเดินรถ (Operations Control Center : OCC) สถานีต่างๆ ศูนย์ซ่อมบำรุง และสถานีย่อยไฟฟ้าขับเคลื่อน

เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบระบบที่มีการสำรองเพื่อไว้ั้น การขัดข้องของ องค์ประกอบเดียวจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสมรรถภาพการทำงานของระบบโดยรวม ดังนั้น DTS จะทำงานบนสายเคเบิลใยแก้วนำแสงที่แยกกันเป็นอิสระสองเส้น ซึ่งมีการต่อ เครือข่ายแบบวงแหวนที่วางรูปแบบให้สลับไปมา และเพื่อให้ได้ความสามารถในการทำงาน สูงสุด ในทางกายภาพวงเส้นใยแก้วนำแสงทั้งสองดังกล่าวจะแยกเป็นสายเคเบิลใยแก้ว นำแสงสองเส้น ซึ่งจะติดตั้งไว้ที่ข้างทางรถไฟในรางสายเคเบิลแยกจากกันตลอดความยาว เส้นทางโครงการ

ระบบย่อยจะตั้งอยู่ในพื้นที่หน่วยงานต่างทำเลกันตามที่กำหนดไว้และจะเชื่อมต่อไปยังวงแหวนใยแก้วนำแสงผ่านทางจุดต่อร่วมเข้าออกการรับส่ง ที่จุดเชื่อมต่อภาคออกของจุดต่อร่วมจะมีสัญญาณหลายชนิดถูกส่งเข้าไปในวงแหวนส่งต่อสัญญาณและจะมีการทำงานอย่างต่อเนื่องบนวงแหวนทั้งสองวงที่ทุกตำแหน่งของจุดต่อร่วม ในทางตรงข้าม ที่ภาครับเข้าของจุดต่อร่วมก็จะมีการทำงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือเป็นการเชื่อมต่อของภาคออกหลายจุดในเวลาเดียวกัน

DTS ที่ศูนย์ควบคุมการเดินรถและบริเวณที่ตั้งของโครงการทั้งหมดได้รับการออกแบบให้ปฏิบัติงานพร้อมด้วยอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่มีระบบสำรองเผื่อไว้ เพื่อรักษาสภาพการทำงานของการสื่อสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต TCP/IP บนเครือข่ายระยะไกลส่วนต่อขยายและบนเครือข่ายระยะไกลหรือนครหลวง

DTS ได้รับการออกแบบให้สามารถส่งสัญญาณเชื่อมต่อการสื่อสารจากผู้ใช้ทั้งหมด ระดับความกว้างของสัญญาณที่จะถูกส่งจาก DTS จะต้องเพียงพอกับความต้องการส่งสัญญาณโดยพิจารณาจากความเร็วของข้อมูลทั้งหมดของการเชื่อมต่อระบบย่อย

14. ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection System)

ภาพรวม

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection System : AFC) ได้รับการออกแบบให้เป็นระบบปิดสำหรับปฏิบัติการระบบขนส่งทางรถไฟโครงการรถไฟฟ้าสายสีแดงจากกรุงเทพมหานครไปยังรังสิตและตลิ่งชัน โดยสามารถต่อขยายรวมไปถึงโครงการอื่นๆ ในอนาคตได้ อาทิเช่น โครงการ Missing Link ระบบจะมีโครงสร้างการจัดเก็บค่าโดยสารตามพื้นที่ซึ่งอัตราค่าโดยสารจะแปรผันตามระยะทางที่เดินทาง อย่างไรก็ตาม คาดการณ์ไว้ว่าในอนาคตจะกำหนดให้มีนโยบายตั๋วโดยสารร่วมและศูนย์จัดสรร (central clearing house) ในการจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวนี้ เครื่องอ่านบัตรและเหรียญทั้งหมดต้องติดตั้งโปรแกรม เพื่อให้สามารถอ่านสื่อตั๋วโดยสารชนิดใด ๆ ก็ได้ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงโปรแกรมในภายหลัง ซึ่งผู้รับเหมาจะต้องให้การยืนยันต่อผู้ว่าจ้างว่าระบบของผู้รับเหมาจะสามารถใช้กับตั๋วโดยสารร่วมและจะสื่อสารไปยังศูนย์จัดสรรได้อย่างไร เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง โดยคาดว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการจำหน่ายตั๋วของ รฟท.

ข้อกำหนดพื้นฐาน

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (AFC) เป็นส่วนที่สำคัญของอุปกรณ์ในระบบขนส่งทางรถไฟและได้รับการออกแบบให้เจ้าของ/เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถควบคุมจำนวนของผู้โดยสารเข้าสู่ขบวนรถได้ เพื่อให้แน่ใจว่าค่าโดยสารที่เก็บได้นั้นเป็นจำนวนที่ถูกต้องตรงตามแผนการเดินรถที่วางไว้ เพื่อให้ค่าโดยสารถูกเก็บรักษาไว้อย่างปลอดภัย เพื่อที่เงินสด

และตัวโดยสารจะถูกเก็บสะสมไว้ทุกขั้นตอนของระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติในระบบขนส่งทางรถไฟ และเพื่อให้ผู้โดยสารสามารถซื้อตัวโดยสารในระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

การทำงานร่วมกันของระบบ

ระบบฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้ต้องได้รับการออกแบบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม สามารถนำโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์มาใช้งานได้ประโยชน์สูงสุดเท่าที่จะปฏิบัติได้ อย่างไรก็ตาม ระบบตัวโดยสารดังกล่าวนี้เป็นระบบที่มีความเฉพาะตัว อาจจำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะระบบ ซึ่งไม่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปได้ การปฏิบัติงานประสานร่วมกันในอนาคตระหว่างทุกระบบการขนส่งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นประเด็นที่นอกเหนือขอบเขตงานของโครงการนี้

การออกแบบระบบ

อุปกรณ์ในระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติแต่ละสถานีจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ของสถานี โดยเครือข่ายระยะใกล้ Ethernet ที่ความเร็ว 10/100 เมกกะบิตต่อวินาที และเครือข่ายระยะใกล้ของแต่ละสถานีจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางผ่าน DTS ซึ่งเป็นระบบส่งสัญญาณการสื่อสารหลักที่สำคัญที่สุด อุปกรณ์ในอาคารบริหารจัดการและศูนย์ซ่อมบำรุง ถ้าจำเป็น อาจจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางโดยผ่านระบบเชื่อมต่อเครือข่ายระยะใกล้

ข้อมูลนาฬิกาแสดงเวลาจากระบบระบุตำแหน่งผ่านดาวเทียม GPS จะถูกส่งโดยระบบการรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในสถานี

คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ รวมทั้งเครื่องออกตัวโดยสารอัตโนมัติ ตลอดจนประตูกันที่ติดตั้งในสถานีทั้งหมด จะได้รับการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับ “โหลดทางไฟฟ้าที่สำคัญ” ซึ่งมีการป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าขัดข้องจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน เพื่อรักษาสภาพการทำงานของระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติให้ได้ความน่าเชื่อถือของระบบที่มีค่าถึง 99.5%

ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติได้รับการออกแบบให้ใช้ตัวโดยสารแบบบัตรสมาร์ตการ์ดชนิดไม่ต้องสัมผัส สำหรับใช้เป็นตัวโดยสารหลายเที่ยว และใช้เหรียญโดยสารชนิดไม่ต้องสัมผัสสำหรับการเดินทางเที่ยวเดียว ซึ่งจะสามารถตรวจสอบได้ที่ทางเข้าและออกจากระบบขนส่งทางรถไฟด้วยประตูอัตโนมัติของระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ

มาตรฐานการออกแบบ

ในทุกกรณีกำหนดให้มาตรฐานอุตสาหกรรมไทยและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องฉบับล่าสุดเป็นมาตรฐานอ้างอิงสำหรับระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ อุปกรณ์ การเชื่อมประสานของอุปกรณ์ การเชื่อมประสานการสื่อสาร และซอฟต์แวร์ปฏิบัติงาน

15. ศูนย์ซ่อมบำรุงและโรงซ่อม (Depot and Workshop)

15.1 ศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซล

การเดินขบวนรถไฟโดยสารและขบวนรถสินค้าทั้งหมดเป็นการลากจูงโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล ปัจจุบัน รฟท. มีหัวรถจักรดีเซลที่สามารถใช้งานได้ทั้งหมด 212 คัน และปัจจุบันโรงซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซลที่อยู่ใกล้สถานีบางซื่อจะใช้เพื่อการบำรุงรักษาหัวรถจักรตามวาระเป็นหลัก

ในโครงการนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงศูนย์ซ่อมบำรุงแห่งนี้แต่อย่างใด นอกจากการรื้อย้ายทางรถไฟบางส่วน เพื่อสร้างสถานีบางซื่อแห่งใหม่ รวมทั้งถนนและที่จอดรถยนต์

15.2 ศูนย์ซ่อมบำรุงตู้รถโดยสาร

การออกแบบศูนย์ซ่อมบำรุงตู้รถโดยสาร ได้พิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- เพื่อให้บรรลุตามแผนการบำรุงรักษาตู้รถโดยสารตามวาระของ รฟท. อย่างสมบูรณ์
- การตรวจสอบ การให้บริการและการซ่อมหลักและซ่อมย่อยที่ไม่ตามวาระ
- มีเครื่องอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่จำเป็นสนับสนุนเพื่อบรรลุเป้าหมายข้างต้น
- การทำความสะอาดตู้รถโดยสารทั้งภายในและภายนอก
- การควบคุมการปฏิบัติงานของบุคลากรและในยานเครื่องกล
- การทดสอบและซ่อมอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ
- ศูนย์กลางสำหรับคลังพัสดุ การฝึกอบรม สิ่งอำนวยความสะดวกส่วนบุคคล การบริหารจัดการ ฯลฯ

การออกแบบศูนย์ซ่อมบำรุง รางทำความสะอาดและขนาดโรงซ่อมบำรุงรายวัน จำนวนรางรถไฟ พื้นที่ อาคาร เครื่องจักรโรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ทั้งหมดได้ถูกออกแบบตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- ตู้รถโดยสารทั้งหมดของ รฟท. จำนวน 1280 ตู้ จะเข้ารับการบำรุงรักษาที่ศูนย์ซ่อมบำรุงใหม่ที่บางซื่อ

- ความถี่และวงจรเวลาของทุกแผนยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
- การบำรุงรักษารถดีเซลรางไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานที่ศูนย์ซ่อมบำรุงใหม่
- ล้อทั้งหมดที่ต้องเจียรในใหม่ ซึ่งปัจจุบันส่งไปที่โรงงานมักกะสัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าซ่อมในด้านการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก กำลังคน และเครื่องมือ จึงเสนอให้มีเครื่องกลึงล้อใต้ท้องรถอยู่ที่ศูนย์ซ่อมบำรุงใหม่นี้
- ห้องทาสีรัملพิษจะอยู่ที่ศูนย์ซ่อมบำรุงนี้ด้วย

ย่านสถานีบางซื่อมีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ ดังนั้น ในการออกแบบจึงได้พิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านที่ตั้ง การจัดวาง ความจุของย่านจอดรถ และขนาดโรงซ่อมบำรุง โดยไม่ทำให้คุณภาพ ความสามารถหรือประสิทธิภาพของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ลดลง

15.3 ศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟฟ้าชานเมือง

ศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟฟ้าชานเมืองชั่วคราว จะสร้างบริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีบางซื่อ ซึ่งจะจัดให้มีย่านจอดรถพร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกในการยกเครื่องและทำความสะอาดขบวนรถ รวมทั้งโรงซ่อมหลัก การบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานและอาคารเอนกประสงค์

ย่านจอดรถจะสามารถรองรับขบวนรถขนาด 10 คัน จำนวน 40 ขบวน รวมทั้งหมด 400 คัน

ผู้รับเหมาระบบไฟฟ้าและเครื่องกลสำหรับระบบการขนส่งทางรถไฟจะต้องสร้างสถานีย่อยจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อติดตั้งหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าส่วนกลางทั้งหมด และเตรียมการสับเปลี่ยนเพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า ขนาด 115 เควี. ของ กฟน. เป็นขนาด 25 เควี. สำหรับกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อนขบวนรถและขนาด 24 เควี. สำหรับกระแสไฟฟ้าบริการที่สถานีและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในศูนย์ซ่อมบำรุง

นอกจากนี้ ยังจะต้องจัดให้มีทางรถไฟทดสอบ ATC ระยะทางยาว 1.5 กม. เพื่อตรวจสอบ ATC ซึ่งติดตั้งบนขบวนรถเพื่อการทำงานและการจัดแบ่งที่ถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่ทางรถไฟสายประธาน

15.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตงาน

ศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซล ตู้รถโดยสาร และขบวนรถไฟฟ้าชานเมือง จะต้องสอดคล้องกับแผนงานและการออกแบบของ รฟท. วัตถุประสงค์ของศูนย์ซ่อมคือ ต้องให้มีการดำเนินการบำรุงรักษาอย่างเต็มที่ในการซ่อมบำรุงหัวรถจักรดีเซล ตู้รถโดยสาร และขบวนรถไฟฟ้าชานเมืองใหม่ทั้งหมดของ รฟท. การวางแผนสำหรับเจ้าหน้าที่หัวรถจักรและที่พักรถสำหรับพนักงานขับรถจะต้องรวมอยู่ในศูนย์ซ่อมบำรุงด้วย

ศูนย์ซ่อมบำรุงหัวรถจักรต้องจัดให้มีสิ่งต่างๆ ที่ต้องการดังต่อไปนี้

- ที่เติมน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น สำหรับหัวรถจักร ตลอดจนการซ่อมหัวรถจักร
- การบำรุงรักษาตามวาระ 2 ปี สำหรับหัวรถจักรดีเซลของ รฟท. ทั้งหมด
- คลังพัสดุอุปกรณ์และวัสดุที่จำเป็นสำหรับระบบการบำรุงรักษาและการดำเนินงานทั้งหมด
- การบำรุงรักษาหัวรถจักรดีเซลไม่ตามวาระ
- การตรวจสอบ การให้บริการและการซ่อมเครื่องยนต์ทั้งในกรณีซ่อมหลักและซ่อมย่อย
- การตรวจสอบผลการซ่อมหัวรถจักร
- การเจียรไนล้อ
- การทำความสะอาดหัวรถจักร
- การควบคุมการปฏิบัติการและบุคคลากรในย่านเครื่องกล
- การซ่อมอุปกรณ์พิเศษของหัวรถจักรและส่วนประกอบย่อยของเครื่องยนต์

ศูนย์ซ่อมบำรุงตู้รถโดยสารจะต้องสอดคล้องกับแผนงานและการออกแบบของ รฟท. วัตถุประสงค์ของศูนย์ซ่อมบำรุงเพื่อให้เป็นศูนย์กลางการให้บริการงานซ่อมบำรุงสำหรับระบบล้อเลื่อนของรถโดยสารทางไกลของ รฟท. ระบบต้องจัดให้มีสิ่งต่างๆ ที่ต้องการดังต่อไปนี้

- ห้องเก็บล้อเลื่อน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการบำรุงรักษาและการดำเนินงานทั้งหมด
- การตรวจสอบและบำรุงรักษาล้อเลื่อนตามวาระและไม่ตามวาระ
- การตรวจสอบและการให้บริการซ่อมยานพาหนะทั้งในกรณีการซ่อมหลักและการซ่อมย่อย
- การทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกตู้รถโดยสาร
- การควบคุมการปฏิบัติการและบุคคลากรในย่านเครื่องกล
- สนับสนุนกิจกรรมต่างๆ สำหรับการบำรุงช่างทาง
- การซ่อมอุปกรณ์พิเศษของตู้รถโดยสาร

ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าชานเมืองจะต้องสอดคล้องกับแผนงานและการออกแบบของ รฟท. วัตถุประสงค์ของศูนย์ซ่อมบำรุงเพื่อให้บริการงานซ่อมบำรุงระบบล้อเลื่อนรถไฟฟ้าชานเมือง ระบบต้องจัดให้มีสิ่งต่างๆ ที่ต้องการดังต่อไปนี้

- ห้องเก็บล้อเลื่อน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการบำรุงรักษาและการดำเนินงานทั้งหมด
- การตรวจสอบและบำรุงรักษาล้อเลื่อนตามวาระและไม่ตามวาระ
- การตรวจสอบและการให้บริการซ่อมยานพาหนะทั้งในกรณีการซ่อมหลักและการซ่อมย่อย
- การทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกตู้รถโดยสาร
- อาคารโรงซ่อมหลักซึ่งรวมทั้งห้อง Fallback OCC
- สนับสนุนกิจกรรมต่างๆ สำหรับการบำรุงข้างทาง
- การซ่อมอุปกรณ์พิเศษของรถไฟฟ้าขานเมือง
- หัวรถจักรเพื่อทำการสับเปลี่ยนและ OCS บนทางรถไฟ ตลอดจนยานยนต์เพื่อการตรวจสอบทั่วไป จะต้องเก็บรักษาไว้ในอาคารบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน
- ต้องจัดให้มีพื้นที่อยู่เหนือหัว สิ่งอำนวยความสะดวกในการเจียรไนล้อใต้พื้นและทางเดินเหนือหัวเพื่อการตรวจสอบ

15.5 มาตรฐานการออกแบบ

ในทุกๆ กรณี มาตรฐานการออกแบบและรหัสต่างๆ จะใช้ฉบับล่าสุดเป็นมาตรฐานในการออกแบบ ได้แก่

- มาตรฐานอุตสาหกรรมไทย (มอก.)
- Japanese Industrial Standards (JIS)
- British Standard Specifications
- German Standards (DIN)
- European Standards (EN)
- American National Standards Institute (ANSI)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- International Standards Organization (ISO)
- Institute Of Electrical Engineers (IEE), UK
- National Fire Protection Association (NFPA)

15.6 สาธารณูปโภคในศูนย์ซ่อมบำรุง

15.6.1 สาธารณูปโภคในศูนย์ซ่อมบำรุงหั่วรถจักรดีเซล

ศูนย์ซ่อมบำรุงหั่วรถจักรดีเซล พร้อมด้วยอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดยังคงตั้งอยู่ที่เดิมในปัจจุบัน หั่วรถจักรทั้งหมดจะเข้าสู่ศูนย์ซ่อมบำรุงจากด้านทิศเหนือ หลังจากเติมน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นและน้ำแล้ว หั่วรถจักรแต่ละคันจะได้รับการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่เพื่อประเมินว่า หั่วรถจักรจำเป็นต้องเข้ารับการซ่อมที่ศูนย์ซ่อมบำรุงหรือพร้อมที่จะเข้าสู่การใช้งานในระบบ ส่วนหั่วรถจักรที่ต้องซ่อมบำรุงตามวาระจะเข้าสู่ศูนย์ซ่อมบำรุง

โรงซ่อมบำรุงหั่วรถจักรจะประกอบด้วยเครื่องอำนวยความสะดวกหลัก ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างดังต่อไปนี้

- สำนักงานบริหารงาน
- ห้องพักผ่อน สำนักงานเจ้าหน้าที่บำรุงรักษา ห้องเก็บสัมภาระส่วนตัว ห้องอาบน้ำ โรงอาหาร ห้องอำนวยความสะดวกและสิ่งเกิดการณ์
- ห้องอบรมพนักงาน อุปกรณ์และห้องเรียน
- โรงซ่อมหนักตามวาระ
- โรงซ่อมกลางตามวาระที่มีบ่อพักและยกพื้น 3 ระดับ
- โรงซ่อม (running repair shed) ที่มีบ่อพักและยกพื้น 3 ระดับ
- เครื่องอำนวยความสะดวกในการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น
- ห้องเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และคลังสินค้า
- พื้นที่สำหรับถอดประกอบตู้รถและส่วนประกอบ
- พื้นที่ทำงานทั่วไป รวมทั้งเครื่องจักร การเชื่อมราง และอุปกรณ์เสริม
- ห้องไฟฟ้าและเครื่องกล
- ห้องคอมเพรสเซอร์
- ห้องอิเล็กทรอนิกส์
- ห้องแบตเตอรี่
- โรงเจียรในล้อใต้พื้น
- โรงล้างหั่วรถจักร
- ช่างบรรทุก
- ห้องทดสอบเครื่องควบคุมความเร็วและทดสอบหัวฉีดน้ำมัน

- เครื่องทดสอบมาตรวัดความเร็วและเครื่องอำนวยความสะดวกในการซ่อม
- เครื่องอำนวยความสะดวกในห้องทดลอง
- โรงบำบัดน้ำเสียและของเสีย
- ศูนย์พนักงานควบคุมห้วงจักรและที่พักพนักงานเดินรถ

15.6.2 สิ่งอำนวยความสะดวกในศูนย์ซ่อมบำรุงตุ้รถโดยสาร

ศูนย์ซ่อมบำรุงตุ้รถโดยสารตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของย่านสถานีบางซื่อ จะประกอบด้วย อุปกรณ์อำนวยความสะดวกหลักดังต่อไปนี้ สิ่งอำนวยความสะดวกบางประเภทอาจรวมอยู่ในอาคารเดียวกัน

- สำนักงานบริหารงาน
- ห้องพักผ่อน สำนักงานเจ้าหน้าที่บำรุงรักษา ห้องเก็บสัมภาระส่วนตัว ห้องอาบน้ำ โรงอาหาร ฯลฯ
- ห้องอบรมพนักงาน อุปกรณ์และห้องเรียน
- โรงซ่อมหนักตามวาระ 20 เดือน และรางบ่อพัก (Pit Track)
- โรงซ่อมตามวาระ 5 เดือน
- ห้องเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และคลังสินค้า
- พื้นที่สำหรับถอดประกอบตุ้รถและส่วนประกอบ
- พื้นที่ทำความสะอาดตุ้รถ
- พื้นที่ทำงานทั่วไป รวมทั้งเครื่องจักร การเชื่อมราง และอุปกรณ์เสริม
- ห้องไฟฟ้าและเครื่องกล
- ห้องคอมพิวเตอร์
- ห้องเครื่องปรับอากาศ
- ห้องแบตเตอรี่
- โรงเจียรไนล้อใต้พื้น
- โรงทาสี
- โรงล้างขบวนรถไฟอัตโนมัติสำหรับขบวนรถไฟยาว 200 เมตร
- เครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับตรวจสอบ และทำความสะอาดรายวัน
- แท่นพื้นที่ทำความสะอาดภายในล้อเลื่อน
- ย่านจอดพักรถโดยสาร 400 คัน

- ท่อระบายปฏิกูลในโรงบำบัดรักษาเพื่อระบายสิ่งปฏิกูลออกจากระบบห้องสุขาแบบปิด
- โรงบำบัดน้ำเสียและของเสีย

15.6.3 สิ่งอำนวยความสะดวกในศูนย์ซ่อมบำรุงขบวนรถไฟฟ้าชานเมือง

- สำนักงานบริหารงาน
- ห้องพักผ่อน สำนักงานเจ้าหน้าที่บำรุงรักษา ห้องเก็บสัมภาระส่วนตัว ห้องอาบน้ำ โรงอาหาร ฯลฯ
- ห้องอบรมพนักงาน อุปกรณ์และห้องเรียน
- โรงซ่อมหนักตามวาระ 20 เดือน และรางบ่อพัก
- โรงซ่อมตามวาระ 5 เดือน
- ห้องเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และคลังสินค้า
- พื้นที่สำหรับถอดประกอบตู้รถและส่วนประกอบ
- พื้นที่ทำความสะอาดตู้รถ
- พื้นที่ทำงานทั่วไป รวมทั้งเครื่องจักร การเชื่อมราง และอุปกรณ์เสริม
- ห้องไฟฟ้าและเครื่องกล
- ห้องคอมพิวเตอร์
- ห้องเครื่องปรับอากาศ
- ห้องแบตเตอรี่
- โรงเจียรไนล้อใต้พื้น
- โรงทาสี
- โรงล้างขบวนรถไฟอัตโนมัติสำหรับขบวนรถไฟยาว 200 เมตร
- เครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับตรวจสอบ และทำความสะอาดรายวัน
- แท่นพื้นทำความสะอาดภายในล้อเลื่อน
- ย่านจอดพักรถโดยสาร 400 คัน
- ท่อระบายปฏิกูลในโรงบำบัดรักษาเพื่อระบายสิ่งปฏิกูลออกจากระบบห้องสุขาแบบปิด
- โรงบำบัดน้ำเสียและของเสีย
- ห้อง Fallback OCC

- สถานีย่อยจ่ายกระแสไฟฟ้า
- อาคารบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน โรงซ่อมอิเล็กทรอนิกส์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บ

16. แผนงานก่อสร้าง (Construction Schedule)

แผนงานก่อสร้างโครงการแบ่งออกเป็น 3 สัญญาดังนี้

- 1) สัญญาที่ 1 งานโยธาสำหรับสถานีกลางบางซื่อและศูนย์ซ่อมบำรุง ประกอบด้วย
 - งานก่อสร้างอาคารสถานีรถไฟ 2 สถานี
 - งานก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟยกระดับ ระยะทางเท่ากับ 6.202 กม.
 - อาคารศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้ามหานคร และอาคารเวดลัม
 - อาคารศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟทางไกล และอาคารเวดลัม
- 2) สัญญาที่ 2 งานโยธาสำหรับทางรถไฟช่วงบางซื่อ – รังสิต ประกอบด้วย
 - งานก่อสร้างอาคารสถานีรถไฟ 6 สถานี และงานก่อสร้างโครงสร้างที่จำเป็นสำหรับสถานีในอนาคตอีก 2 สถานี
 - งานทางรถไฟ ระยะทางทั้งหมด 20.148 กม.
- 3) สัญญาที่ 3 งานติดตั้งอุปกรณ์ ระบบรถไฟฟ้า อาณัติสัญญาณ และเครื่องกล ช่วงรังสิต-บางซื่อ-ตลิ่งชัน ประกอบด้วย
 - งานวางรางรถไฟ ช่วงบางซื่อ-รังสิต และบริเวณย่านสถานีกลางบางซื่อ
 - งานจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบรถไฟฟ้า อาณัติสัญญาณ และเครื่องกล ช่วงรังสิต-บางซื่อ-ตลิ่งชัน

16.1 แนวคิดการวางแผนงานการก่อสร้าง

การวางแผนงานได้คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อการเดินรถไฟและการจราจรในปัจจุบัน โดยให้การก่อสร้างโครงการรวมงานทดสอบระบบและการทดลองเดินรถไฟแล้วเสร็จสมบูรณ์ภายใน 48 เดือน

16.2 กรรมวิธีการก่อสร้าง

กรรมวิธีการก่อสร้างสำหรับงานกิจกรรมต่างๆ ที่นำมาใช้หาระยะเวลาในการทำงานของโครงการได้จัดแสดงไว้ในตารางที่ 16.1 ถึงตารางที่ 16.5 โดยเพิ่มระยะเวลาเนื่องจากปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นอีก 10%

16.2.1 งานก่อสร้างเสาเข็ม

ตารางที่ 16.1 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็ม ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างเฉลี่ย 3 วัน/2 ต้น เมื่อรวมระยะเวลาที่เผื่อ 10% เท่ากับใช้ระยะเวลาก่อสร้างเสาเข็มประมาณ 3.3 วัน/2 ต้น

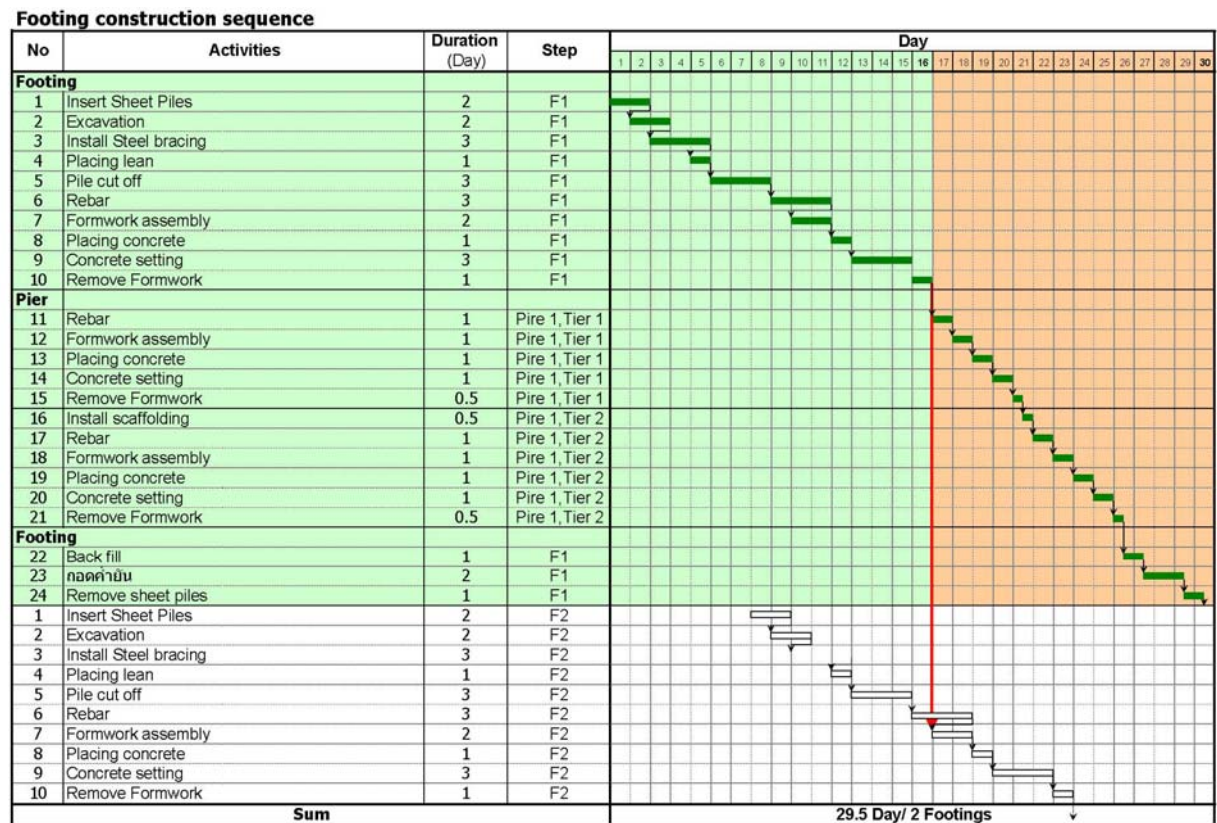
ตารางที่ 16.1 ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

No	Activities	Duration (Day)	Step	Day					
				1	2	3	4	5	
Bore pile									
1	Pile Locate by surveyor	0.125	Pile 1						
2	Insert steel Casing	0.25	Pile 1						
3	Drilling by auger	0.5	Pile 1						
4	Add slurry	0.5	Pile 1						
5	Drilling by using a bucket	0.5	Pile 1						
6	Clean the bottom of bored	0.375	Pile 1						
7	Lowering rebar cages	0.125	Pile 1						
8	Placing concrete	0.25	Pile 1						
9	Pile Locate by surveyor	0.125	Pile 2						
10	Insert steel Casing	0.25	Pile 2						
11	Drilling by auger	0.5	Pile 2						
12	Add slurry	0.5	Pile 2						
13	Drilling by using a bucket	0.5	Pile 2						
14	Clean the bottom of bored	0.375	Pile 2						
15	Lowering rebar cages	0.125	Pile 2						
16	Placing concrete	0.25	Pile 2						
Sum				3 day/2 Piles					

16.2.2 งานก่อสร้างฐานราก

ตารางที่ 16.2 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างฐานราก ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างเฉลี่ย 29.5 วัน/2 ฐานราก เมื่อรวมระยะเวลาที่เผื่อ 10% เท่ากับใช้ระยะเวลาก่อสร้างฐานรากประมาณ 32.5 วัน/2 ฐานราก หรือ 16.25 วันต่อฐานราก

ตารางที่ 16.2 ขั้นตอนการก่อสร้างฐานราก



16.2.3 งานก่อสร้างเสาเดี่ยว

ตารางที่ 16.3 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างเสาเดี่ยว ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างเฉลี่ย 29 วัน/ต้น เมื่อรวมระยะเวลาที่เผื่อ 10% เท่ากับใช้ระยะเวลาก่อสร้างเสาเดี่ยวประมาณ 32 วัน/ต้น

ตารางที่ 16.3 ขั้นตอนการก่อสร้างเสาเดี่ยว

No	Activities	Duration (Day)	Step	Day																													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pier																																	
1	Rebar	1	Pier 1,Tier 1																														
2	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 1																														
3	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 1																														
4	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 1																														
5	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 1																														
6	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 2																														
7	Rebar	1	Pier 1,Tier 2																														
8	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 2																														
9	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 2																														
10	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 2																														
11	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 2																														
12	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 3																														
13	Rebar	1	Pier 1,Tier 3																														
14	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 3																														
15	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 3																														
16	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 3																														
17	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 3																														
18	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 4																														
19	Rebar	1	Pier 1,Tier 4																														
20	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 4																														
21	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 4																														
22	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 4																														
23	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 4																														
24	Install scaffolding	2	Pier Head																														
25	Rebar	3	Pier Head																														
26	Install Formwork	3	Pier Head																														
27	Placing Concrete	1	Pier Head																														
28	Concrete setting	1	Pier Head																														
29	Remove Formwork	1	Pier Head																														
Sum				29 Day/Pier																													

16.2.4 งานก่อสร้างโครงเหล็กฉาก

ตารางที่ 16.4 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างโครงหักจาก ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างเฉลี่ย 43 วัน/โครง เมื่อรวมระยะเวลาที่เผื่อ 10% เท่ากับใช้ระยะเวลาก่อสร้างโครงหักจากประมาณ 48 วัน/โครง

ตารางที่ 16.4 ขั้นตอนการก่อสร้างโครงหักฉาก

No	Activities	Duration (Day)	Step	Day																																													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Portal Frame																																																	
1	Rebar	1	Pier 1,Tier 1	█																																													
2	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 1		█																																												
3	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 1			█																																											
4	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 1				█																																										
5	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 1					█																																									
6	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 2						█																																								
7	Rebar	1	Pier 1,Tier 2							█																																							
8	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 2								█																																						
9	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 2									█																																					
10	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 2										█																																				
11	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 2											█																																			
12	Install scaffolding and falsework	2.5	Cross Beam												█																																		
13	Rebar	5	Cross Beam													█																																	
14	Install Formwork	3	Cross Beam														█																																
15	Placing Concrete	1	Cross Beam															█																															
16	Concrete setting	1	Cross Beam																█																														
17	Remove Formwork	1	Cross Beam																	█																													
18	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 3																		█																												
19	Rebar	1	Pier 1,Tier 3																			█																											
20	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 3																				█																										
21	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 3																					█																									
22	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 3																						█																								
23	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 3																							█																							
24	Install scaffolding	0.5	Pier 1,Tier 4																								█																						
25	Rebar	1	Pier 1,Tier 4																									█																					
26	Install Formwork	1	Pier 1,Tier 4																										█																				
27	Placing Concrete	1	Pier 1,Tier 4																											█																			
28	Concrete setting	1	Pier 1,Tier 4																												█																		
29	Remove Formwork	0.5	Pier 1,Tier 4																													█																	
30	Install scaffolding	2.5	Cross Beam																														█																
31	Rebar	5	Cross Beam																															█															
32	Install Formwork	3	Cross Beam																																█														
33	Placing Concrete	1	Cross Beam																																	█													
34	Concrete setting	1	Cross Beam																																		█												
35	Remove Formwork	1	Cross Beam																																			█											
Sum				43 Day/Frame																																													

16.2.5 งานติดตั้งคานกล่อง

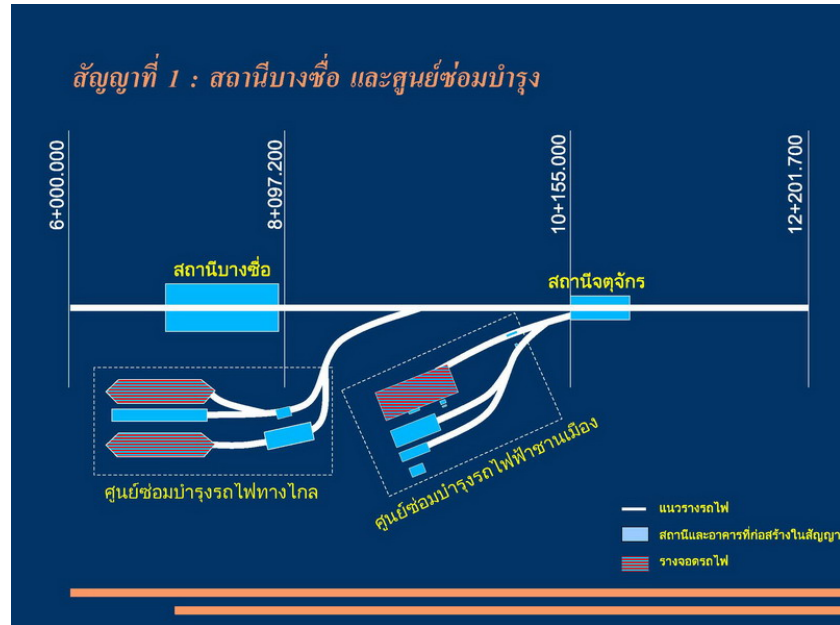
ตารางที่ 16.5 แสดงขั้นตอนการติดตั้งคานกล่อง ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างเฉลี่ย 5 วัน/2 ช่วงเสา เมื่อรวมระยะเวลาที่เผื่อ 10% เท่ากับใช้ระยะเวลาติดตั้งคานกล่องประมาณ 6 วัน/2 ช่วงเสา

ตารางที่ 16.5 แสดงขั้นตอนการติดตั้งคานกล่อง

No	Activities	Duration (Day)	Step	Day							
				1	2	3	4	5	6	7	8
Box Girder											
1	Launching Truss assembly 30 Days										
2	Install Bracket at pier	0.375	Span 1								
3	Move Luanching truss to installation span	0.25	Span 1								
4	Lifting Box Segment	1	Span 1								
5	Cable	0.625	Span 1								
6	Stressing Cable	0.375	Span 1								
7	Lay box girder on pier	0.125	Span 1								
8	Install Bracket at pier	0.375	Span 2								
9	Move Luanching truss to installation span	0.25	Span 2								
10	Lifting Box Segment	1	Span 2								
11	Cable	0.625	Span 2								
12	Stressing Cable	0.375	Span 2								
13	Lay box girder on pier	0.125	Span 2								
Sum				5 Day/2 Spans							

16.3 แผนงาน

สัญญาที่ 1 ได้จัดแบ่งแนวสายทางสำหรับงานก่อสร้างออกเป็น 3 ช่วงและแบ่งพื้นที่ก่อสร้างที่อยู่นอกแนวสายทางออกเป็น 2 พื้นที่ ดังรูปที่ 16.1



รูปที่ 16.1 การแบ่งพื้นที่งานก่อสร้างในสัญญาที่ 1

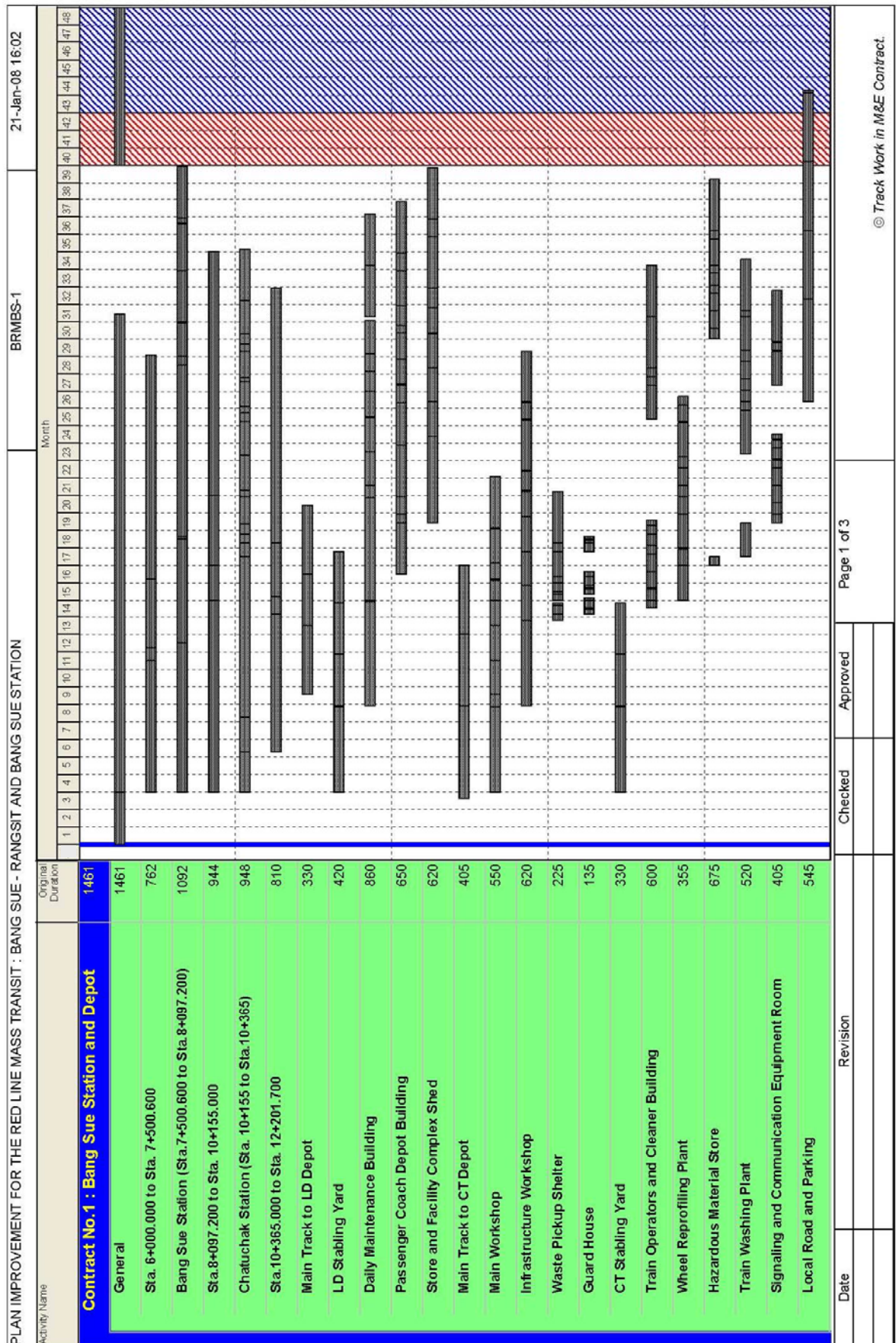
สัญญาที่ 2 จัดแบ่งช่วงงานก่อสร้างออกเป็น 11 ช่วง ดังรูปที่ 16.2



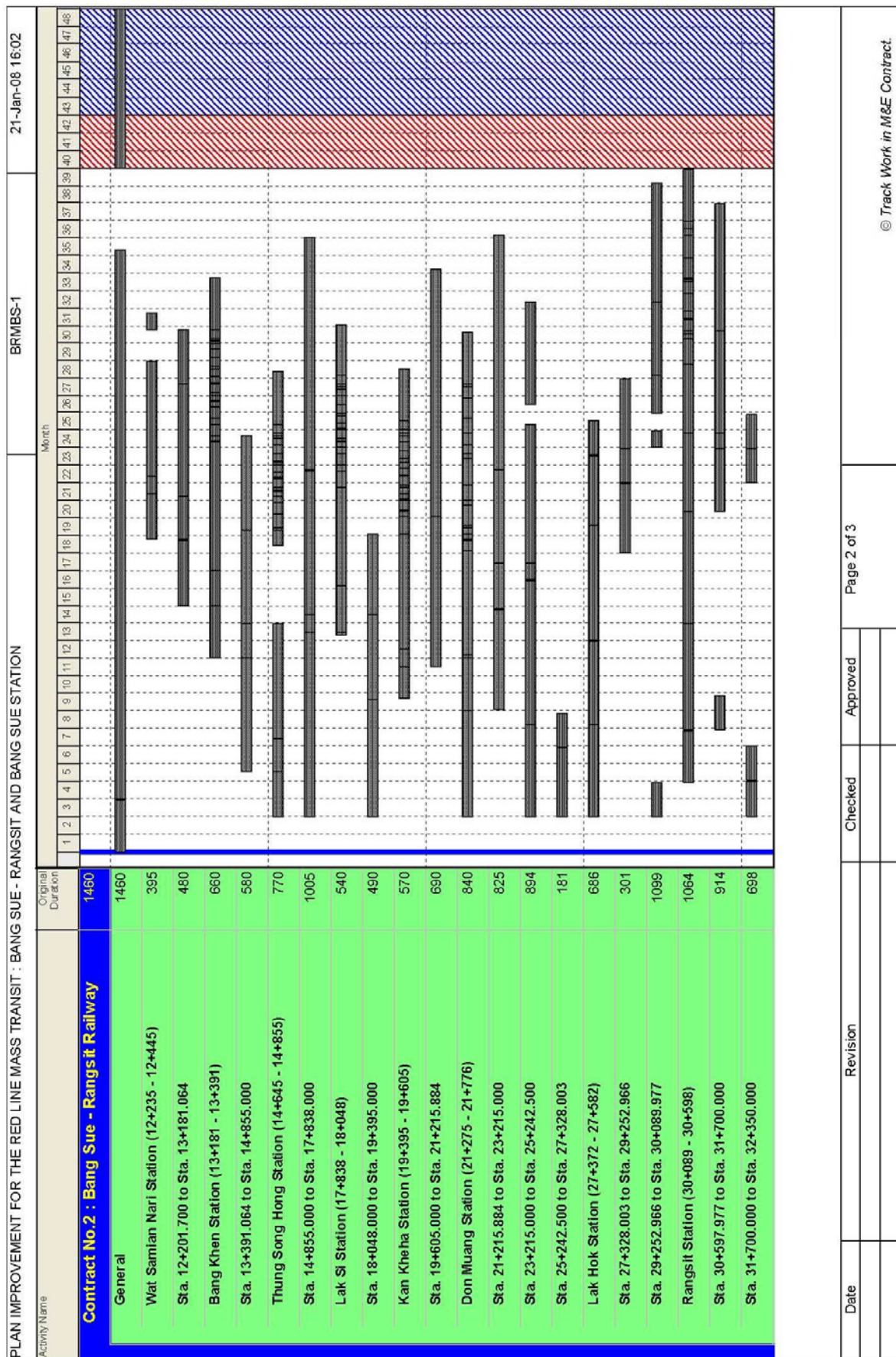
รูปที่ 16.2 การแบ่งพื้นที่งานก่อสร้างในสัญญาที่ 2

สัญญาที่ 3 แผนงานการก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์งานระบบต่างๆ จะวางตามความสัมพันธ์ของงานกิจกรรมในสัญญาที่ 1 สัญญาที่ 2 และงานก่อสร้างทางรถไฟสายตะวันตก ช่วงบางซื่อ – ตลิ่งชัน โดยปรับให้สอดคล้องกัน

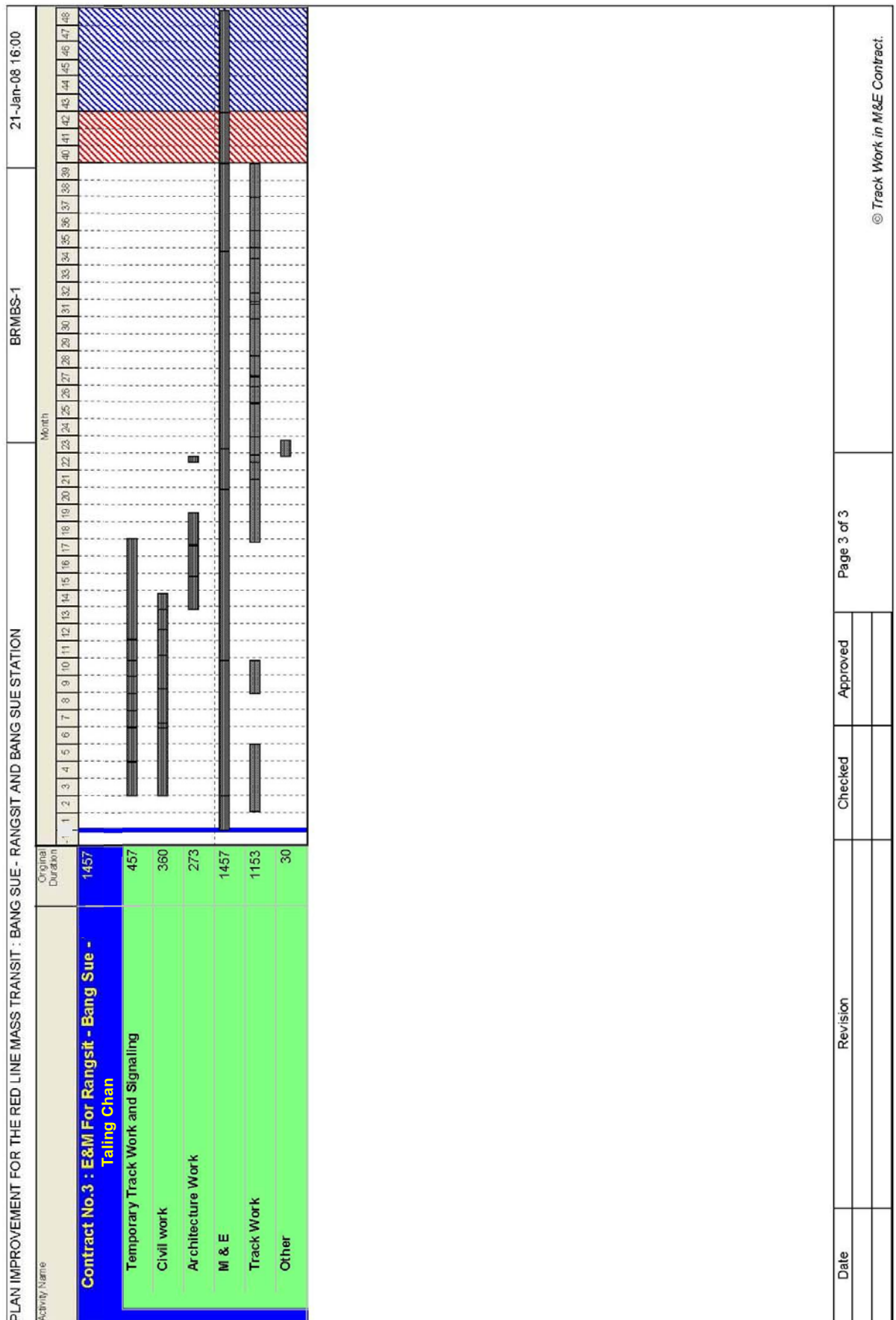
แผนงานก่อสร้างสัญญาที่ 1 2 และ 3 แสดงในรูปที่ 16.3 ถึงรูปที่ 16.5 ตามลำดับ



รูปที่ 16.3 แผนงานของสัญญาที่ 1



รูปที่ 16.4 แผนงานของสัญญาที่ 2



รูปที่ 16.5 แผนงานของสัญญาที่ 3