

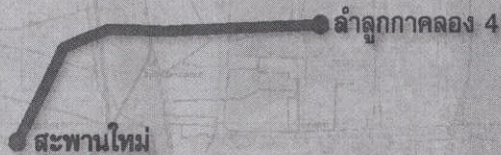


งานออกแบบรายละเอียดสำหรับโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย

ช่วงสะพานใหม่ - ลำลูกกาคลอง 4



รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร (EXECUTIVE SUMMARY REPORT)



เสนอโดย



บริษัท ทีเอ็ม คอนซัลติง เอนจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด



บริษัท พีบี เอเชีย จำกัด

GFE

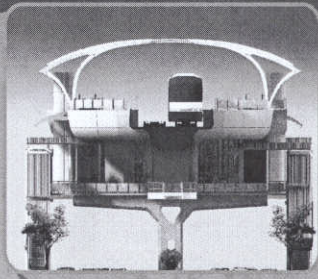
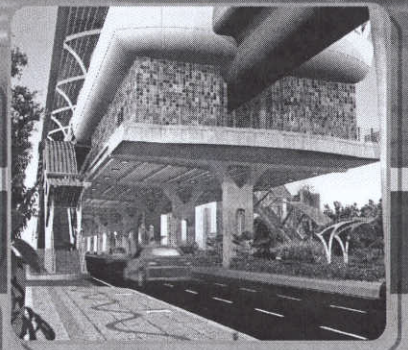
บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด



บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด



บริษัท เอ็ม เอ อี คอนซัลแตนท์ จำกัด



กันยายน
2552

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
2. การสำรวจข้อมูลด้านวิศวกรรม	4
2.1 งานสำรวจจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ	4
2.2 งานเจาะสำรวจชั้นดิน	5
3. การคาดการณ์ประมาณผู้โดยสาร	11
4. แนวเส้นทางและตำแหน่งสถานี	13
4.1 แนวเส้นทางราบ	13
4.2 แนวเส้นทางดิ่ง	14
4.3 สถานี	15
5. องค์ประกอบของโครงการและแนวคิดการออกแบบ	15
5.1 รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งยกระดับ	15
5.2 สถานี	28
5.3 ศูนย์อำนวยความสะดวกเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทาง (ITF)	37
5.4 การออกแบบเบื้องต้นงานระบบรถไฟฟ้า	46
5.5 ระบบราง (Trackwork Systems)	48
5.6 ศูนย์ซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถ	49
5.7 ถนน Local เชื่อมถนนพหลโยธิน กับ ถนนลำลูกกา	50
6. การรื้อย้ายสาธารณูปโภค	56
6.1 ระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ในปัจจุบันและได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโครงการ	56
6.2 แนวทางการออกแบบรื้อย้าย	56
6.3 วิธีการรื้อย้ายสาธารณูปโภค	56
7. แผนการดำเนินโครงการ	58
8. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ	59
8.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	59
8.2 การศึกษาผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ	67
9. การศึกษาความเหมาะสมและเสนอรูปแบบการลงทุนของโครงการ	70

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลได้รับความสำคัญจากทุกรัฐบาลและได้ดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่อง โดยได้มีการจัดทำแผนแม่บทฉบับแรกตั้งแต่ พ.ศ. 2537 ตามโครงการแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (MTMP) ซึ่งเสนอให้พัฒนาโครงข่ายระยะทาง 135 กม. ภายในปี พ.ศ. 2538-พ.ศ. 2554 และต่อมาได้มีการเสนอแนะระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเพื่อเสริมการเข้าถึงของระบบหลักอีก 11 โครงการ ระยะทางรวม 206 กม.

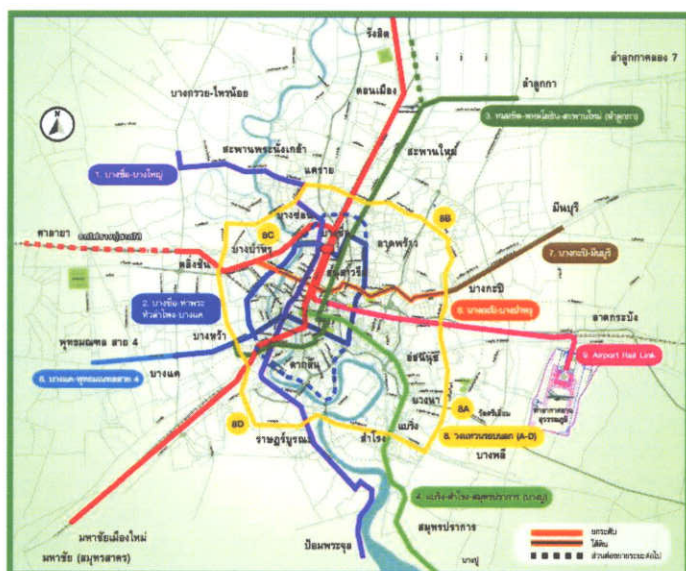
ภายหลังจากปัญหาวิกฤติเศรษฐกิจ พ.ศ. 2540 ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งด้านฐานะทางการเงินของประเทศและรูปแบบการเดินทางของประชาชน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้จัดทำแผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง (URMAP) ขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2543 เพื่อใช้เป็นแผนแม่บทหลักในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพฯ โดยมีพื้นฐานจากโครงการในแผนแม่บทที่ผ่านมาเสนอแนะแนวคิดโครงข่ายแบบรัศมีและวงแหวนพร้อมกำหนดศูนย์กลางการคมนาคม 3 แห่งเป็นจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ได้เสนอแนะโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนระยะทางรวม 375 กม. แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ช่วงของการปรับปรุงการพัฒนา พ.ศ. 2544-พ.ศ. 2554 เสนอแนะเส้นทาง 141.9 กม.

ระยะที่ 2 ช่วงของการพัฒนาใหม่ที่ยั่งยืน พ.ศ. 2555-พ.ศ. 2564 เสนอแนะเส้นทาง 158.2 กม.

ระยะที่ 3 เสนอแนะเพื่อการพัฒนาในระยะยาว หลัง พ.ศ. 2565 เสนอแนะเส้นทาง 75.3 กม.

โดยจัดแผนการลงทุนแบบค่อยเป็นค่อยไปตามพื้นฐานตามสถานะเศรษฐกิจในขณะนั้น โดยกำหนดงบ



ลงทุนเฉลี่ยปีละประมาณ 16,000 ล้านบาท ในช่วง 10 ปีแรกและเพิ่มเป็นเฉลี่ยปีละ 21,000 ล้านบาทในช่วง 10 ปี ถัดไป และในระยะเวลามากกว่า 20 ปี

ต่อมาสถานะทางเศรษฐกิจของประเทศเริ่มมีสัญญาณดีขึ้น สนข. ในฐานะผู้รับผิดชอบหลักในการพัฒนาระบบขนส่งของประเทศได้จัดทำโครงการแปลงแผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่องไปสู่การปฏิบัติ (BMT) โดยมุ่งเน้นการจัดทำแผนพัฒนาระยะเร่งด่วน

โดยการคัดเลือกโครงการตามแผน URMAP ที่มีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อประชาชนขึ้นมามีการจัดทำเป็นแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ ระยะที่ 1 เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติโดยมีระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-พ.ศ. 2552

แผนแม่บทฉบับนี้ยังคงยึดแนวคิดรูปแบบโครงข่ายแบบบีอาร์เอ็มและวงแหวนของแผน URMAT เป็นหลัก และทำการรวบรวมโครงการในแผนของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร การรถไฟแห่งประเทศไทย และการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย เข้ามาเพื่อพิจารณาปรับลดแนวเส้นทางที่มีความซ้ำซ้อน และปรับแนวเส้นทางให้สอดคล้องกับการใช้ที่ดิน โดยเน้นให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินหนาแน่นภายในวงแหวนรัชดาภิเษก และกำหนดแนวเส้นทางเชื่อมต่อไปยังแหล่งชุมชนสำคัญภายในเขตวงแหวนรอบนอกหรือรัศมีประมาณ 20 กม. จากศูนย์กลางของเมือง จนได้เป็นแผนแม่บทโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ ระยะที่ 1 รวมทั้งหมด 7 เส้นทาง ระยะทางรวม 291 กม. ที่ถือเป็นแผนแม่บทที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายและใช้เป็นโครงข่ายหลักดำเนินงานปฏิบัติต่อมา

คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2549 เห็นชอบในหลักการแนวทางการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตามลำดับความสำคัญจำเป็นเร่งด่วนรวม 4 โครงการ 5 เส้นทาง ได้แก่

1. โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ช่วงหัวลำโพง-บางแค และช่วงบางซื่อ-ท่าพระ)
2. โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง (ช่วงบางใหญ่-บางซื่อ)
3. โครงการรถไฟฟ้าสายสีแดง (ช่วงบางซื่อ-รังสิต และช่วงบางซื่อ-ตลิ่งชัน)
4. โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว
 - สายสีเขียวเข้ม (ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่)
 - สายสีเขียวอ่อน (ช่วงอ่อนนุช-สมุทรปราการ)

ได้ดำเนินการออกแบบรายละเอียดแล้วเสร็จ และอยู่ในขั้นตอนของการขออนุมัติรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้มีความเห็นชอบจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2552 และอยู่ระหว่างการเตรียมงานเพื่อการก่อสร้าง

สำหรับโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้ม ส่วนต่อขยายช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 เป็นการดำเนินงานตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2551 ตามข้อเสนอของคณะกรรมการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนทางรางและขนส่งมวลชน ครั้งที่ 1/2551 เมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2551 และมอบหมายให้กระทรวงคมนาคมโดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ศึกษาและออกแบบรายละเอียดโครงการส่วนต่อขยายของสายสีเขียวเข้ม ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4 เพื่อต่อขยายการดำเนินโครงการจากช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ ที่ สนข. ได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบรายละเอียด และได้ส่งมอบให้การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยรับไปดำเนินการก่อสร้างตามมติของคณะรัฐมนตรีในคราวเดียวกัน

ทั้งนี้ การดำเนินงานต่อขยายโครงข่ายรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มในช่วงดังกล่าว เป็นการดำเนินงานที่สอดคล้องกับแผนแม่บทการขนส่งมวลชนระบบรางในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่อเนื่อง (พ.ศ. 2544) ที่ได้แนะนำให้มีการดำเนินงานส่วนต่อขยายไปถึงลำลูกกาที่เป็นหนึ่งในศูนย์กลางย่อยของกรุงเทพฯ และปริมณฑล มีโครงการพัฒนาและหมู่บ้านจัดสรรเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในบริเวณนี้ ซึ่งปัจจุบันบริเวณพื้นที่ระหว่างสะพานใหม่ถึงลำลูกกาคลอง 5 (ภายใต้เขตถนนวงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออก) เป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนาและเป็นแหล่งที่พักอาศัยของประชาชนแหล่ง

ใหม่ในกรุงเทพฯ ที่มีความเจริญเติบโตสูงมาก ดังนั้น การดำเนินงานจะต้องคำนึงถึงการขยายตัวของเมืองและจะเป็นจุดเชื่อมต่อเมืองบริวาร ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนครนายกกับพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครได้เป็นอย่างดี

การดำเนินการศึกษาและออกแบบรายละเอียดในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการเดินทางของประชาชน เชื่อมโยงระหว่างกรุงเทพมหานครชั้นในและบริเวณชานเมือง ซึ่งจะยังประโยชน์ต่อการกำหนดทิศทางการเจริญเติบโตของเมือง การลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ตลอดจนเป็นการลดการใช้พลังงานเพื่อการเดินทางของประชาชน ขณะเดียวกันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนต่อไป โดย สนข. ในฐานะหน่วยงานนโยบายและแผนของกระทรวงคมนาคมจึงได้ดำเนินการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการดังกล่าวให้เกิดผลสำเร็จเป็นรูปธรรมโดยเร็ว และจักได้บูรณาการด้านโครงสร้างพื้นฐานระบบสาธารณูปโภคด้านคมนาคมขนส่งตามแนวสายทางให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศและประชาชนในการดำเนินโครงการต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อดำเนินการออกแบบรายละเอียดระบบรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย (ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4) ซึ่งเป็นส่วนต่อขยายจากสายทางเดิม (ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่) ให้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้อย่างเป็นรูปธรรมเป็นขั้นตอนที่ปฏิบัติได้โดยเร็ว ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงวิธีการจัดการเดินรถให้สามารถเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งคำนึงถึงความสะดวกสบายในการเดินทางของผู้โดยสารและค่าโดยสารเป็นสำคัญ อีกทั้งจะต้องจัดให้สถานีปลายทางของระบบรถไฟฟ้าเป็นต้นทางการเดินทางของระบบ Feeder ที่รวมและกระจายผู้โดยสารจากย่านชุมชนปลายทางเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนระบบราง อันเป็นการส่งเสริมให้ระบบขนส่งมวลชนสามารถขนส่งผู้โดยสารจากประตูบ้านไปสู่ประตูที่ทำงาน (door to door) ได้ ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในการเร่งรัดเพื่อเพิ่มบทบาท ขีดความสามารถ และประสิทธิภาพของการเดินทาง เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรที่ติดขัดใน กทม. และพื้นที่ต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียพลังงาน และทำให้สภาวะแวดล้อมดีขึ้น

2. การสำรวจข้อมูลด้านวิศวกรรม

ในการออกแบบรายละเอียดรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้ม ส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่ - ลำลูกกา คลอง 4 จำเป็นจะต้องมีการสำรวจข้อมูลทางด้านวิศวกรรมเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานในการออกแบบ โดยประกอบด้วยงานสำรวจหลัก 2 รายการดังนี้

1. งานสำรวจจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map)
2. งานเจาะสำรวจชั้นดิน (Soil Investigation)

2.1 งานสำรวจจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map)

ที่ปรึกษาได้จัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (Rectified Aerial Photo) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมสี ปี พ.ศ. 2550 ที่มีความละเอียด (Resolution) ของจุดภาพ 0.61 เมตร นำมาปรับแก้ทั้งมาตราส่วนและความเอียงของภาพถ่าย และนำมาขยายเป็นมาตราส่วน 1:1,000 ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเบื้องต้นและกำหนดแนวเส้นทางสำหรับการสำรวจภาคสนามรวมทั้งใช้เป็นฉากหลังของแบบต่าง ๆ เช่น แบบสำรวจ แบบ Plan Profile

ที่ปรึกษาได้จัดวางโครงข่ายหมุดหลักฐานควบคุมในแนวราบและแนวตั้ง (Horizontal & Vertical Control) โดยวางอยู่ในที่ซึ่งมั่นคงถาวร เพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใช้ในการออกแบบรายละเอียด เก็บระดับดินเดิม กำหนดเขตทางในสนาม รวมถึงไว้อ้างอิงในส่วนของการก่อสร้างต่อไปในอนาคต

ที่ปรึกษา ได้ใช้หมุดหลักฐานอ้างอิงทางราบสำหรับโครงการระบบขนส่งกรุงเทพมหานคร ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ จากหมุดหลักฐาน กทม.หมายเลข BMA GPS-05 และ BMA GPS-17 เพื่อรังวัดขยายผลไปเป็นหมุดควบคุมทางราบหลัก และใช้หมุดหลักฐานอ้างอิงทางตั้งจากหมุดหลักฐานจาก กทม. เพื่อรังวัดขยายผลเป็นหมุดควบคุมทางตั้งหลักต่อไป **รูปที่ 2.1-1 แสดงตำแหน่งของ GPS ของโครงการ โดยตำแหน่งและค่าระดับแสดงในตารางที่ 2.1-1**



รูปที่ 2.1-1 ตำแหน่งของหมุดควบคุมหลักทางราบใหม่ที่ได้จากการรังวัดโดยการรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส

ตารางที่ 2.1-1 แสดงค่าพิกัดและระดับของหมุดทางราบหลัก

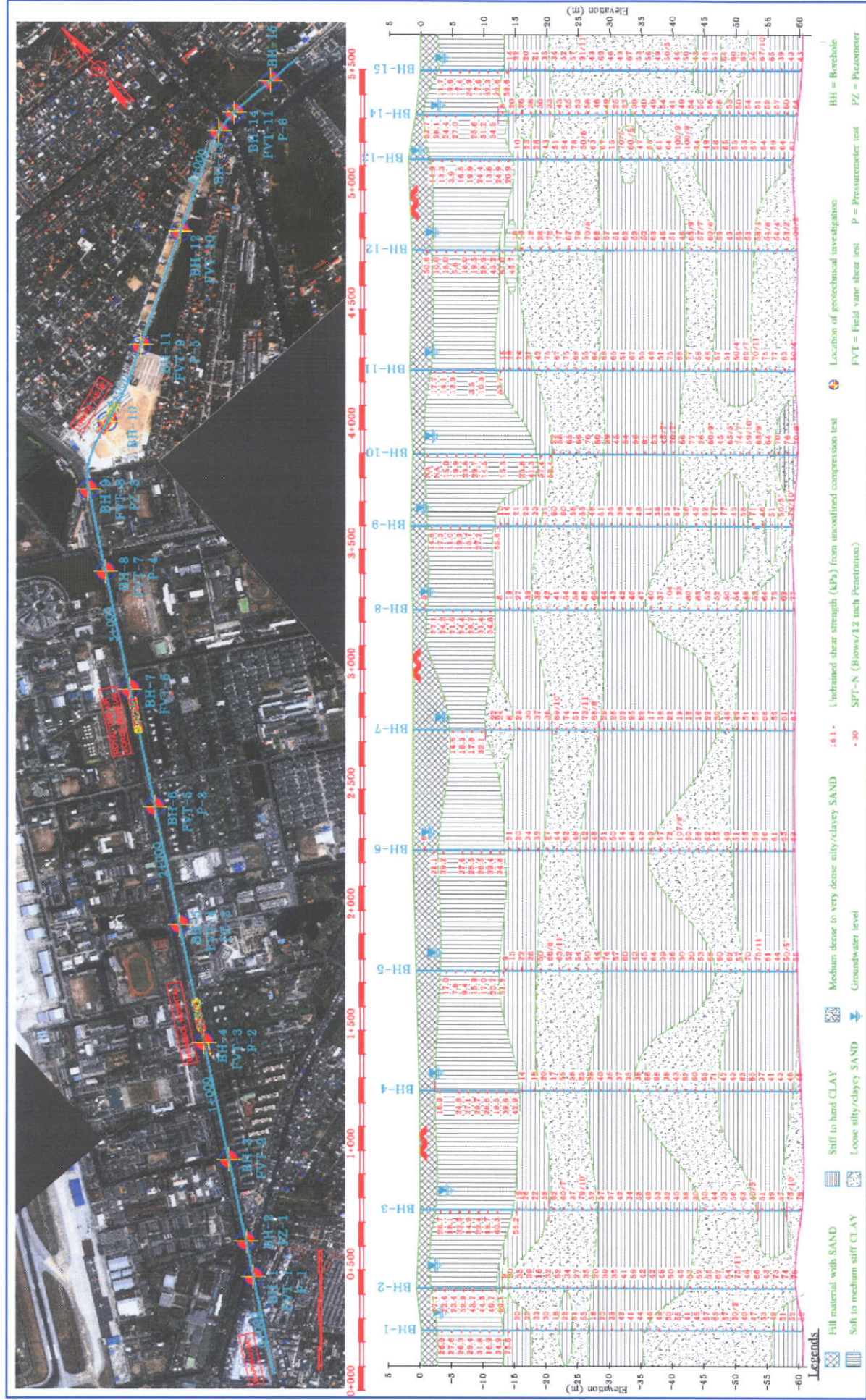
ชื่อหมุด ควบคุมทาง ราบหลัก	ค่าพิกัดจาก UTM (WGS 1984)			
	เหนือ (N)	ตะวันออก (E)	ค่า ระดับ (ม.)	หมายเหตุ
BMA-05	1541263.764m	675534.096m	-	หมุดหลักฐาน กทม.
BMA-17	1527680.907m	684391.716m	-	หมุดหลักฐาน กทม.
GPS-09	1540620.933m	675655.478m	-	หมุดควบคุมทางราบโครงการการออกแบบระบบ รถไฟฟ้า สายหมอชิต-สะพานใหม่
GPS-11	1541015.512m	677113.139m	2.512	
GPS-12	1540795.097m	677134.477m	4.047	
GPS-13	1540843.540m	679605.951m	3.874	
GPS-14	1540825.576m	679790.844m	8.858	
GPS-15	1540957.217m	682204.352m	4.489	
GPS-16	1540963.816m	682487.112m	8.867	
GPS-17	1541038.488m	684004.000m	9.678	
GPS-18	1541061.533m	684264.993m	4.232	

2.2 งานเจาะสำรวจชั้นดิน

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการเจาะสำรวจข้อมูลชั้นดินของโครงการตลอดระยะทางประมาณ 13.5 กม. รวม 40 หลุม โดยความลึกประมาณ 60 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2-1 - 2.2-5

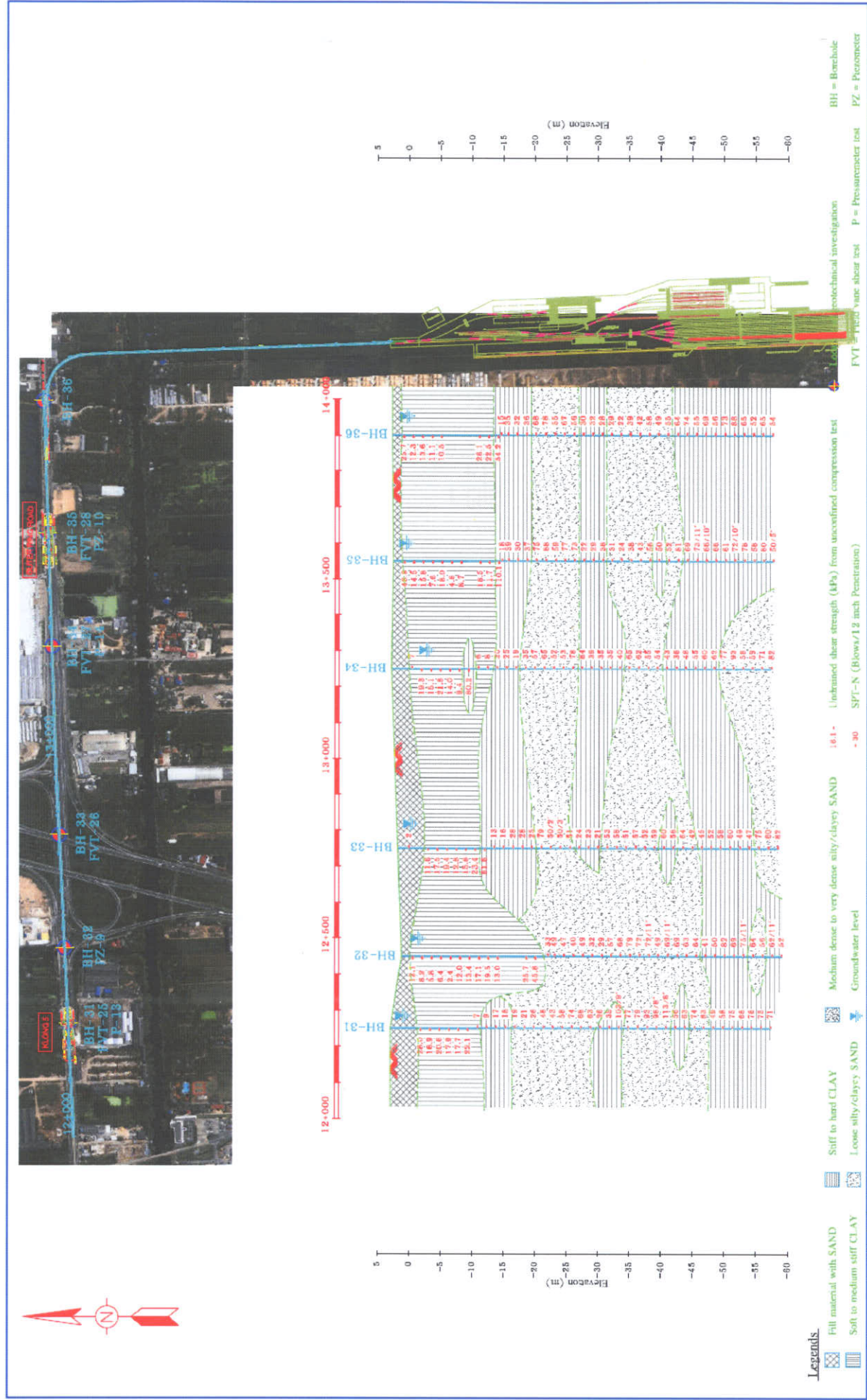
จากข้อมูลเจาะสำรวจดังกล่าวพบว่ามีชั้นดินถมหนาประมาณ 3 เมตร จากผิวดิน จากนั้นเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนและทรายชั้นแรกลึกประมาณ 17-25 ม. และเป็นชั้นดินเหนียวสลับด้วยชั้นทรายจนถึงสุดความลึกหลุมเจาะ

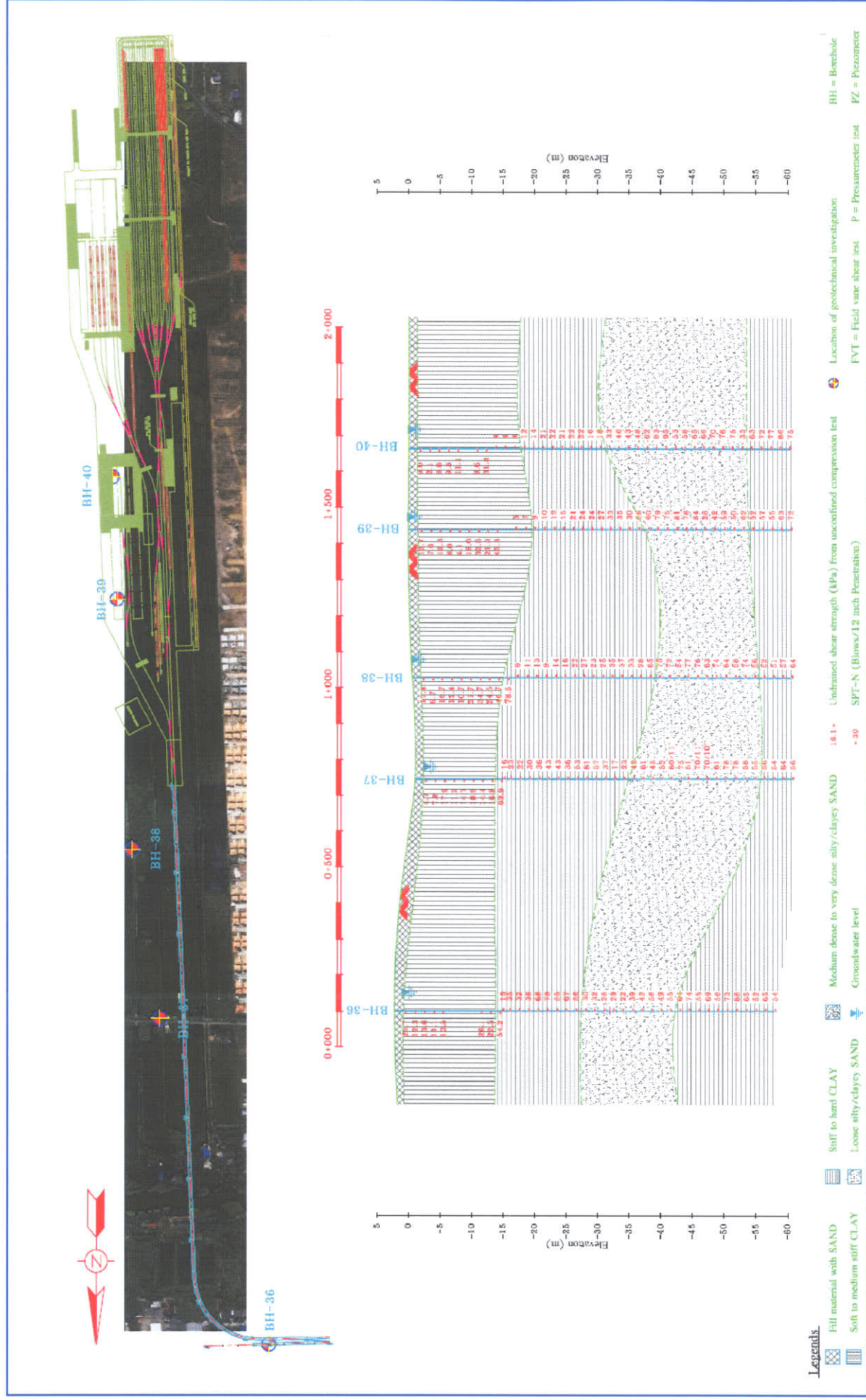
จากการประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะพบว่า ความยาวของเสาเข็มเจาะที่เหมาะสมของโครงการยาวประมาณ 54 เมตร โดยสามารถรับน้ำหนักประมาณ 1100 ตัน สำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร และ 1200 ตัน สำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 ม.



รูปที่ 2.2-1 แสดงตัดขวางชั้นดิน ตามแนวสายทางและสถานี (BH-1 ถึง BH-15)







รูปที่ 2.2-4 แสดงรูปตัดขวางชั้นดิน บริเวณศูนย์จอด และซ่อมบำรุง (BH-37 ถึง BH-40)



3 การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสาร

ผลการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารบนรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้ม ส่วนต่อขยายช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4 ตามสมมติฐานต่าง ๆ ในการวิเคราะห์นั้น พบว่าปริมาณผู้โดยสารขึ้นรถไฟฟ้า (Boarding) ในช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 ในปี พ.ศ. 2558 มีค่าประมาณ 67,000 เกี่ยวการเดินทางต่อวันและมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 150,100 เกี่ยวการเดินทางต่อวัน ในปี พ.ศ. 2578 โดยสถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารใช้ในการเดินทางเข้าสู่ระบบรถไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Boarding) คือสถานี N-23 (สถานี กม.25) (ประมาณ 19,400 และ 58,300 เกี่ยวการเดินทางต่อวัน ในปี พ.ศ. 2558 และ 2578 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นผลมาจากสถานีดังกล่าวเป็นสถานีที่รองรับผู้โดยสารที่เดินทางมาจากทางฝั่งเหนือของโครงการ (พื้นที่รังสิต) ในส่วนสถานี N-28 (สถานีวงแหวนรอบนอกตะวันออก) ซึ่งเป็นสถานีปลายทางนั้นพบว่าปริมาณผู้โดยสารใช้บริการที่บริเวณดังกล่าวไม่มากเป็นผลเนื่องจากสภาพการพื้นที่หลังจากสถานี N-28 ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่โล่ง ประชาชนอาศัยอยู่ค่อนข้างเบาบาง และบางส่วนใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร (พิจารณาได้จากข้อกำหนดการใช้พื้นที่ตามผังเมืองรวมกำหนดให้เป็นพื้นที่ประเภทชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียว)) ส่งผลให้ปริมาณการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ที่มีปริมาณไม่มาก และส่งผลให้มีผู้เดินทางมาใช้บริการรถไฟฟ้าที่สถานี N-28 ไม่มากตามไปด้วย

ในส่วนปริมาณผู้โดยสารที่เดินทางระหว่างสถานี (Lineload) ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนนั้นพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 420 - 6,690 คนต่อชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2558 และประมาณ 960 - 15,780 คนต่อชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2578 โดยช่วงระหว่างสถานี N-20 (สถานีสะพานใหม่) และสถานี N-21 (สถานีโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช) เป็นช่วงที่มีปริมาณผู้โดยสารเดินทางระหว่างสถานีสูงสุด (Maximum Lineload) โดยมีค่าประมาณ 6,690 คนต่อชั่วโมงในปี พ.ศ. 2558 และประมาณ 15,780 คนต่อชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2578 โดยรายละเอียดปริมาณผู้โดยสารเข้าสู่ระบบรถไฟฟ้าในปีวิเคราะห์ต่าง ๆ มีค่าดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ปริมาณผู้โดยสารที่เข้าใช้ระบบในแต่ละสถานี

หน่วย: เที่ยวการเดินทาง/วัน

สถานี	ปี 2558	ปี 2560	ปี 2565	ปี 2570	ปี 2575	ปี 2578
N-28 สถานีวงแหวนรอบนอก ตะวันออก	3,500	3,800	4,800	5,800	7,500	8,000
N-27 สถานีคลองห้า	2,600	2,900	3,700	4,500	5,500	5,800
N-26 สถานีคลองสี่	4,800	5,300	6,000	7,000	8,300	8,800
N-25 สถานีคลองสาม	3,400	3,700	4,200	5,200	6,800	7,200
N-24 สถานีคูคต	16,400	17,400	20,300	24,500	30,300	32,200
N-23 สถานี กม.25	19,400	22,500	28,100	40,500	54,900	58,300
N-22 สถานีพิพิธภัณฑ ภัณฑ์พญาไท	8,900	10,000	12,300	13,300	14,800	15,700
N-21 สถานีโรงพยาบาลภูมิพล อดุลยเดช	8,000	9,000	11,100	12,000	13,300	14,100
ผู้โดยสารขึ้นใหม่เฉพาะส่วนต่อ ขยาย (N-21 ถึง -28)	67,000	74,600	90,500	112,800	141,400	150,100
From BMPE (จาก N-20 เข้าสู่ N- 21)	42,200	47,400	59,400	75,600	96,200	102,100
To BMPE (จาก N-21 เข้าสู่ N- 20)	42,000	47,000	57,600	74,200	96,200	102,100
รวมผู้โดยสารที่ใช้รถไฟฟ้าโครงการ	109,200	122,000	149,900	188,400	237,600	252,200
ปริมาณผู้โดยสารบนระบบสูงสุด (Max Line Load) คน/ชั่วโมง	6,690	7,505	9,240	11,650	14,870	15,780
ระยะเดินทางเฉลี่ย (กม.)	5.41	5.26	5.23	5.17	5.19	5.19

ปริมาณผู้โดยสารที่แสดงไว้ข้างต้นเป็นผลการคาดการณ์ในกรณีที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างระบบรถไฟฟ้าสายต่าง ๆ (เช่น ระหว่างสายสีน้ำเงินกับสายสีเขียว และสายสีชมพูกับสายสีเขียว) เมื่อพิจารณาในกรณีที่มีการคิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างระบบรถไฟฟ้าสายต่าง ๆ พบว่าในปี พ.ศ. 2558 ปริมาณผู้โดยสารที่ใช้ระบบรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วง สะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4 ในการเดินทางจะมีค่าประมาณ 66,000 เที่ยวการเดินทางต่อวัน ลดลงจากกรณีที่ไม่มีค่าค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างระบบรถไฟฟ้าสายต่าง ๆ ประมาณร้อยละ 1.5 ซึ่งจากค่าดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการคิดหรือไม่คิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างระบบรถไฟฟ้าสายต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณผู้โดยสารบนระบบรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้ม

ส่วนต่อขยาย ช่วง สะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4 ซึ่งเป็นผลเนื่องจากแนวเส้นทางของรถไฟฟ้าโครงการนั้นไม่มีเส้นทางรถไฟฟ้าเส้นทางอื่นเชื่อมต่อ โดยตำแหน่งสถานีที่มีการเชื่อมต่อที่ใกล้กับโครงการมากที่สุดอยู่ที่สถานี N-17 (สถานีวัดพระศรีมหาธาตุ) ซึ่งเชื่อมต่อกับโครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสายสีเขียว

4. แนวเส้นทางและตำแหน่งสถานี

4.1 แนวเส้นทางราบ

แนวเส้นทางและตำแหน่งสถานีได้ถูกกำหนดตามหลักเกณฑ์และมาตรฐานการออกแบบ ผลการศึกษาความเหมาะสมของโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครส่วนต่อขยายช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา ผลการพิจารณาของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และข้อคิดเห็นของประชาชนจากการดำเนินงานการมีส่วนร่วมของประชาชน ตลอดจนแผนงานโครงการต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยโครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 ตอน บางปะอิน-บางพลี ของกรมทางหลวง และโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับในสายทางถนนสาย 9 ข้ามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3312 ของกรมทางหลวงชนบท

แนวเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา มีจุดเริ่มต้นต่อจากจุดสิ้นสุด ส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ บริเวณด้านหน้าตลาดยิ่งเจริญ แนวเส้นทางส่วนใหญ่นั้นจะอยู่บนเกาะกลางของถนนพหลโยธินและถนนลำลูกกา ยกเว้นช่วงที่ต้องวิ่งผ่านพื้นที่ของเอกชนบริเวณพื้นที่ประตูกรุงเทพ ข้ามคลองสองและคลองหกวาเรื่อยมาเข้าพื้นที่เอกชนฝั่งลำลูกกา บริเวณด้านข้างสถานีตำรวจคูคต แล้วจึงเบี่ยงเข้าเกาะกลางของถนนลำลูกกาอีกครั้ง จากนั้นแนวเส้นทางผ่านวงแหวนรอบนอกและสิ้นสุดบริเวณด้านหน้าห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี สาขาลำลูกกา รวมระยะทางโครงการประมาณ 13.50 กิโลเมตร

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปสรุปได้ดังนี้ จากจุดเริ่มต้นโครงการถึงจุดสิ้นสุดของโครงการ จะประกอบด้วยพื้นที่ของราชการ สถานศึกษา พื้นที่ชุมชนและอาคารพาณิชย์กรรม โดยช่วงจุดเริ่มต้นถึงบริเวณด้านหน้าของพื้นที่ประตูกรุงเทพ เช่น กรมช่างโยธาทหารอากาศ กรมสรรพาวุธทหารอากาศ วิทยาลัยกองทัพอากาศ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช วิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศ โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย โรงเรียนนายเรืออากาศ กรมการควบคุมปฏิบัติการทหารอากาศ เป็นต้น และช่วงถนนลำลูกกา จนถึงจุดสิ้นสุดโครงการ เช่น สถานีตำรวจคูคต วัดสายไหม วัดคลองชัน ห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี เป็นต้น

สภาพของถนนเดิม ช่วงถนนพหลโยธินตลอดแนวถึงด้านหน้าประตูกรุงเทพ จะเป็นถนนคอนกรีตขนาด 6 ช่องจราจร มีทางเท้ากว้างประมาณ 4 เมตร ทั้ง 2 ข้าง และในส่วนถนนลำลูกกาเป็นถนนคอนกรีตขนาด 6 ช่องจราจร มีทางเท้ากว้างประมาณ 1-2 เมตร ทั้ง 2 ข้าง

4.2 แนวเส้นทางตั้ง

แนวเส้นทางตั้งของรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา โดยทั่วไป สามารถสรุปได้ดังนี้

- จุดเริ่มต้น ถึง ถนนพหลโยธิน
เส้นทางช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาได้ออกจากจุดสิ้นสุดของส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ที่ระดับ +16.35 เมตร เพื่อเชื่อมต่อกับระดับความสูงสันรางเดิมและให้ระดับช่องลอดของถนนบนสะพานข้ามคลองบางเขนตามที่กำหนดไว้ โดยคงระดับไปจนถึงลำลูกกา คลองสอง
- ช่วงทั่วไปบนถนนลำลูกกา
ระดับความสูงของสันรางในช่วงทั่วไปของโครงการนี้ได้กำหนดไว้ที่ +17.55 เมตร ซึ่งมีระดับถนนเฉลี่ย +2.00 ระดับทะเลปานกลาง (รทก.) โดยมีระยะห่างจาก Soft Fit ของชั้นชื้อตัวโดยสาร (Concourse) กับผิวจราจรเดิม 5.50 เมตร
- ช่วงวงแหวนรอบนอก
เพื่อยกระดับข้ามถนนวงแหวนรอบนอกจะทำให้ระดับสันรางในช่วงนี้อยู่ที่ระดับ +19.55 เมตร หลังจากนั้นจะลดระดับลงที่ระดับ +17.55 เมตร ก่อนเข้าสู่สถานีวงแหวนรอบนอก (N28)



รูปที่ 4-1 แนวเส้นทางและสถานีรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยายช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4

4.3 สถานี

ตำแหน่งสถานีรถไฟฟ้ากำหนดโดยปริมาณและการเข้าถึงของผู้โดยสาร ความเหมาะสมของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และโครงข่ายการคมนาคมของแนวเส้นทาง สำหรับสถานีรถไฟฟ้าของโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 ได้กำหนดไว้จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี ซึ่งประกอบด้วย

สถานี	ชื่อสถานี	บริเวณที่ตั้งของสถานี	ระยะห่างจาก สถานีก่อนหน้า (ม.)
N21	สถานีโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช (Bhumibol Adulyadej Hospital Station)	บริเวณด้านหน้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช และกรมแพทย์ทหารอากาศ	
N22	สถานีพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศ (Royal Thai Air Force Museum Station)	บริเวณด้านหน้าพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศ	1,271
N23	สถานี กม. 25 (KM.25 Station)	บริเวณ กม.25 ของถนนพหลโยธิน	1,266
N24	สถานีคูคต (Khu Khot Station)	เยื้องจากสถานีตำรวจภูธรคูคตมาทาง ลำลูกกา 200 เมตร	2,115
N25	สถานีคลองสาม (Klong 3 Station)	บริเวณก่อนถึงสะพานข้ามคลองสาม (ปากซอยเสาวรส)	1,582
N26	สถานีคลองสี่ (Klong 4 Station)	อยู่บริเวณด้านหน้าโชว์รูมโตโยต้าและ ใกล้กับถนนสวประชาราษฎร์	2,199
N27	สถานีคลองห้า (Klong 5 Station)	ก่อนถึงเชิงสะพานข้ามคลองห้า ประมาณ 100 เมตร	2,434
N28	สถานีวงแหวนรอบนอกตะวันออก (Eastern Outer Ring Road Station)	ด้านหน้าระหว่างห้างสรรพสินค้าบีทีซี ลำลูกกา กับหมู่บ้านวรพดินทร์	1,309

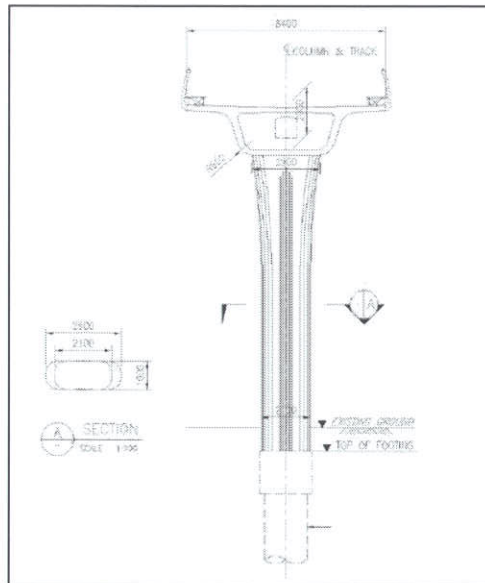
5. องค์ประกอบของโครงการและแนวคิดการออกแบบ

5.1 รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งยกระดับ

5.1.1 รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งยกระดับทั่วไป

โครงสร้างทางวิ่งช่วงทั่วไปเป็นโครงสร้างทางยกระดับรองรับรถไฟฟ้า 2 ทาง โดยมีระยะห่างระหว่างกึ่งกลาง 3.80 เมตร โครงสร้างคานซึ่งใช้รองรับทางวิ่งจะเป็นโครงสร้างที่ใช้วิธีการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จในโรงงานแล้วนำมาประกอบติดตั้งในสนามโดยยึดด้วยลวดอัดแรง ทั้งนี้ เพื่อให้งานก่อสร้างในสนามสามารถดำเนินงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อที่ดินพื้นที่ผิวจราจรในงานก่อสร้างให้รวดเร็วที่สุด สำหรับโครงสร้างเสาเป็น เสาตอม่อเดี่ยว เน้นในเรื่องความสวยงาม ส่วนฐานรากจะใช้เป็นเสาเข็มเดี่ยวเส้นผ่านศูนย์กลาง

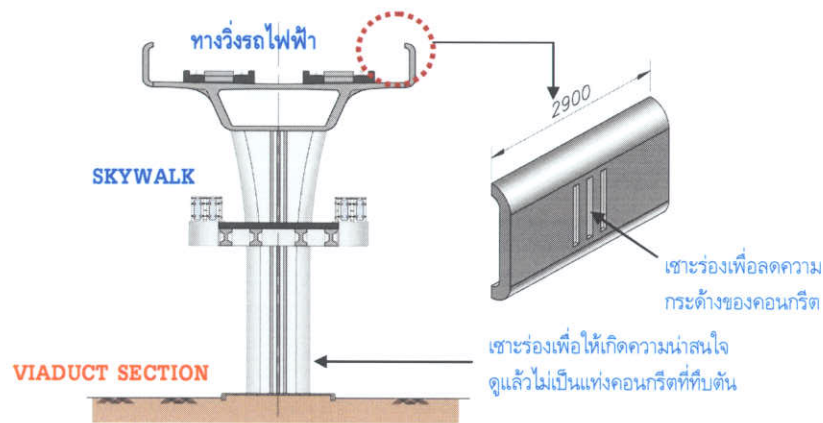
2.00 เมตร รองรับโครงสร้างทางวิ่งโดยการมีเสาเข็มต้นเดียวสามารถเชื่อมต่อกับเสาตอม่อโดยตรง ซึ่งจะช่วยให้การก่อสร้างฐานรากและตอม่อทำได้รวดเร็วมากขึ้น โครงสร้างส่วนบนรองรับทางวิ่งรถไฟฟ้าจะมีติดขึ้นกับ Structural Gauge ของทางรถไฟและการจัดพื้นที่เพื่อการวางระบบสื่อสารและอาณัติสัญญาณรวมถึงการมีพื้นที่เพื่อการอพยพในกรณีที่เกิดไฟฟ้า มีปัญหาหยุดระหว่างทาง



รูปที่ 5.1-1 แสดงมิติของทางวิ่งรถไฟฟ้าช่วงทั่วไป
(ซึ่งเป็นโครงสร้างทางวิ่งที่สอดคล้องกับโครงการรถไฟฟ้าช่วงหมอชิต-สะพานใหม่)

นอกจากนี้เพื่อให้ได้โครงสร้างที่บางและสวยงาม โครงสร้างทางวิ่งช่วงทั่วไป จึงเป็นโครงสร้างแบบต่อเนื่อง (Continuous Frame) 3 ช่วงสะพาน ช่วงละ 35 เมตร ความยาวรวม 105 เมตร การพิจารณารูปแบบทางด้านสถาปัตยกรรมเพื่อให้ได้รูปแบบที่สวยงามเป็นดังนี้

1. การลบมุมของสันเสาโครงสร้างให้มน เพื่อลดความแข็งกระด้างทำให้เกิดความงามมีความน่ามองมากขึ้น
2. การใช้วิธีเจาะช่องตามแนวตั้งของเสาโครงสร้าง เพื่อให้เกิดการกระทบของแสงเงา เพิ่มความงามให้กับทัศนียภาพโดยรวมของโครงการ และชุมชน รวมถึงให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถเห็นเสาโครงสร้างในระดับสายตาได้ชัดเจนขึ้นทำให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น
3. การใช้วิธีการเจาะช่องผนังสำเร็จรูปแต่ละแผ่นที่นำมาติดตั้งตลอดระยะทาง ได้ออกแบบให้มีการเจาะช่องผนัง เพื่อให้เกิดความน่าสนใจแก้ปัญหาความกระด้างและทัศนียภาพของแผ่นผนังเวลามองเห็น



รูปที่ 5.1-2 โครงสร้างทางวิ่งช่วงทั่วไป

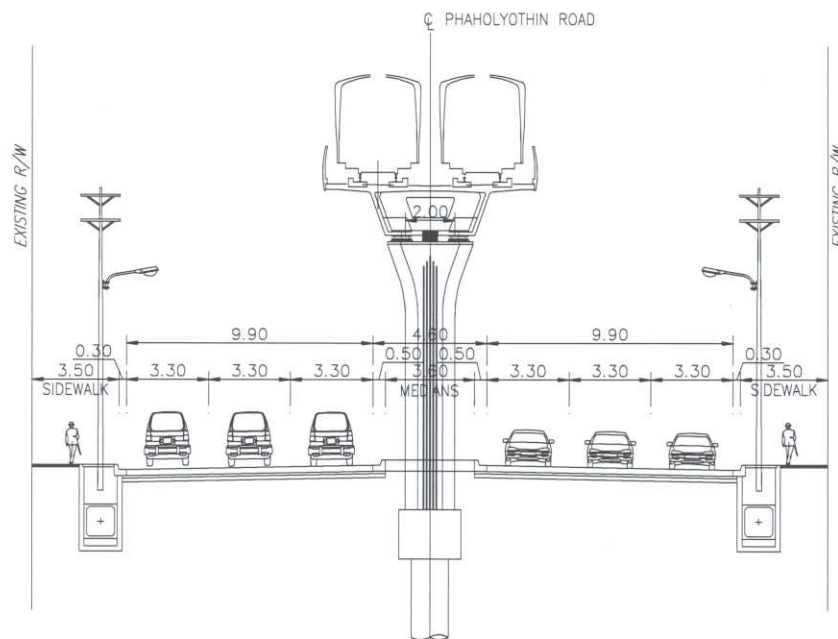
5.1.2 รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งช่วงพิเศษ

สำหรับโครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้าช่วงที่ต้องข้ามผ่านสะพานรถยนต์ยกระดับ สะพานข้ามคลอง ช่วงข้ามลำน้ำ และทางแยกต่าง ๆ บนแนวเส้นทาง รวมถึงจุดที่มีโครงการก่อสร้างทางข้ามรถยนต์ยกระดับในอนาคต จำเป็นต้องมีโครงสร้างรูปแบบพิเศษ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่การวางต่อม่อที่ส่งผลให้ความยาวช่วงคานยาวกว่าปกติ ซึ่งมีตำแหน่งที่ต้องพิจารณา 5 ตำแหน่ง ได้แก่

1. ช่วงข้ามคลองบางเขน (ตลาดยิ่งเจริญ)
2. ช่วงข้ามคลองสองและคลองหกวา
3. ช่วงข้ามคลองสามและคลองสี่
4. ช่วงข้ามคลองห้า
5. ช่วงข้ามวงแหวนรอบนอกด้านทิศตะวันออก

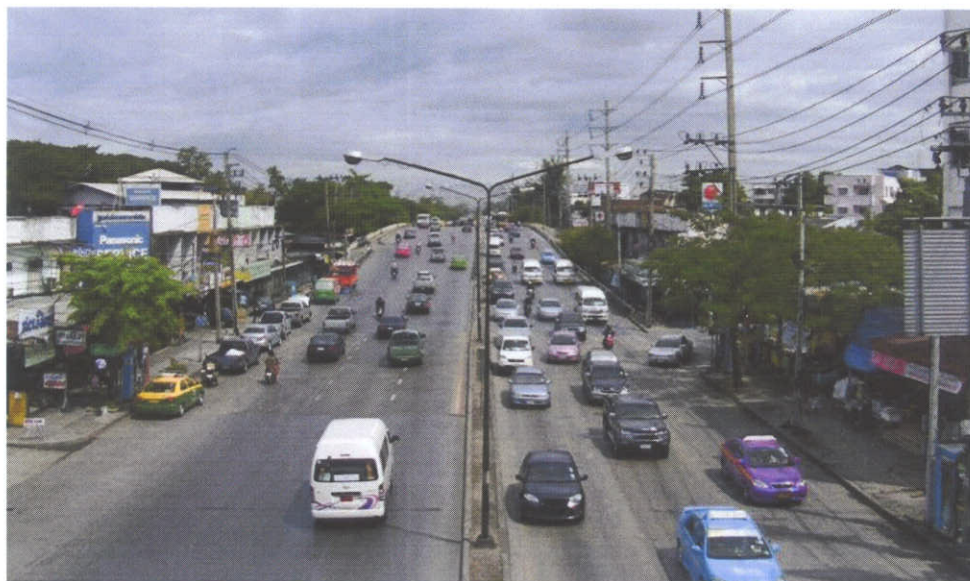
5.1.2.1 ช่วงข้ามคลองบางเขน (ตลาดยิ่งเจริญ)

ลักษณะทางกายภาพของถนนพหลโยธินช่วงทั่วไปมีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจร 2 ทิศทาง เกาะกลางกว้างประมาณ 3-4 เมตร และมีทางเท้าด้านข้างทั้ง 2 ฝั่ง การจัดตำแหน่งตอม่อของโครงสร้างทางวิ่งสามารถวางในบริเวณเกาะกลางได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.1.2-1



รูปที่ 5.1.2-1 แสดงรูปตัดทั่วไปของทางวิ่งรถไฟฟ้าบนถนนพหลโยธิน

จากข้อมูลสำรวจพื้นที่บริเวณช่วงคลองบางเขน พบว่า สะพานและถนนบริเวณเชิงลาดมีขนาด 4 ช่องจราจรสำหรับด้านขาออกกรุงเทพฯ และ 3 ช่องจราจรสำหรับด้านขาเข้ากรุงเทพฯ และมีทางเท้าทั้ง 2 ฝั่ง แต่เกาะกลางถนนจะถูกบีบให้เล็กลงเนื่องจากการขยายเป็น 4 ช่องจราจร ทำให้สะพานมีเพียงราวกันชน (Barrier) และถนนมีเพียงเกาะกลางกว้างประมาณ 1.0 เมตร กันทิศทางจราจรเท่านั้น รูปที่ 5.1.2-2 แสดงภาพถ่ายบริเวณสะพานข้ามคลองบางเขนเมื่อหันหน้ามองไปในทิศทางออกนอกเมือง รูปที่ 5.1.2-3 แสดงภาพถ่ายของพื้นที่ถนนต่อจากสะพานดังกล่าว ซึ่งด้านขาออกเมือง ถนนได้ขยายจาก 4 ช่องจราจร เป็น 5 ช่องจราจร โดยช่องจราจรด้านซ้ายสุดบังคับให้เลี้ยวซ้ายเข้ากองบินถ่ายภาพทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร)

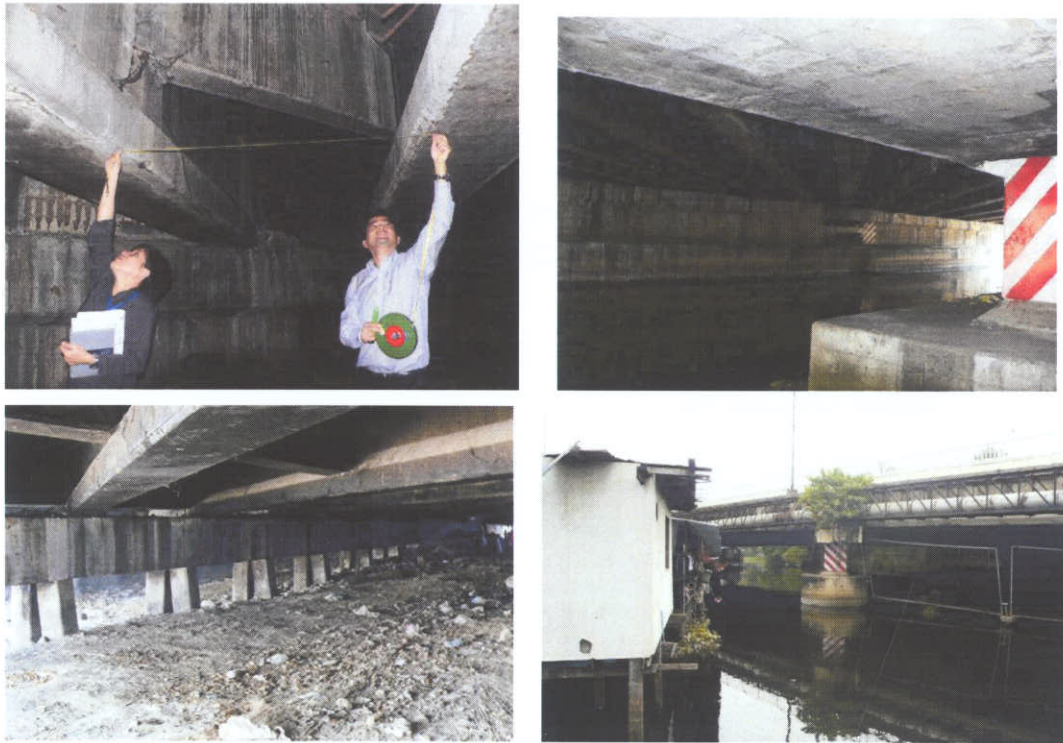


รูปที่ 5.1.2-2 แสดงภาพถ่ายบริเวณสะพานข้ามคลองบางเขน
(เมื่อหันหน้ามองไปในทิศทางออกนอกเมือง)



รูปที่ 5.1.2-3 แสดงภาพถ่ายของพื้นที่ถนนต่อจากสะพานข้ามคลองบางเขน
(เมื่อหันหน้ามองไปในทิศทางวิ่งเข้าเมือง)

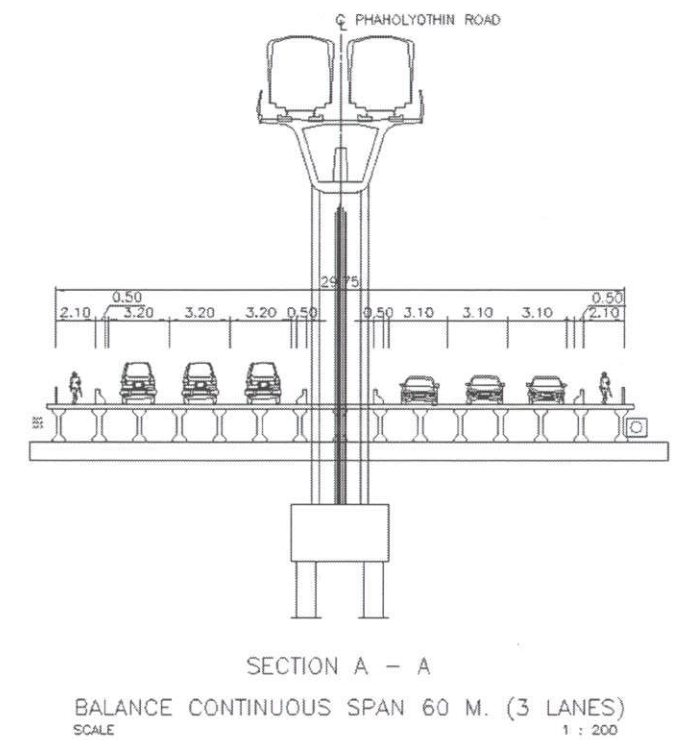
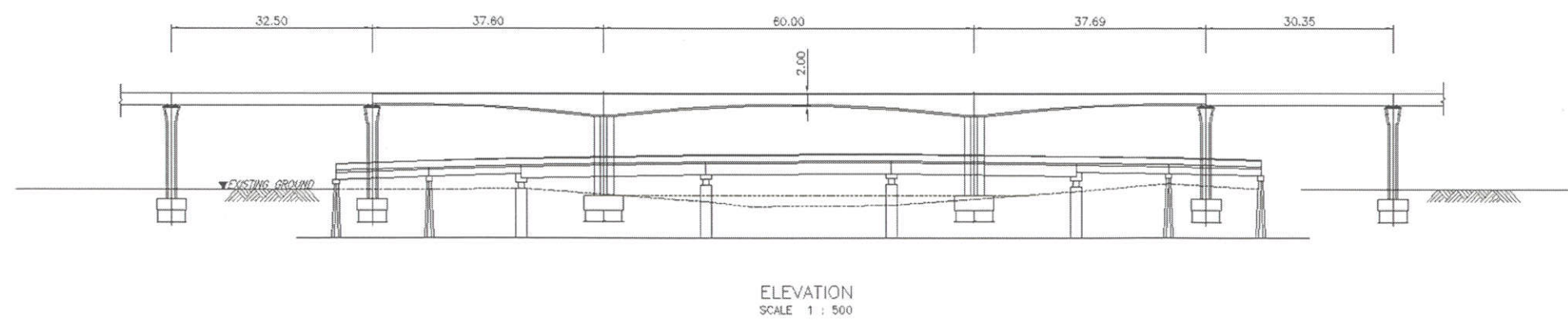
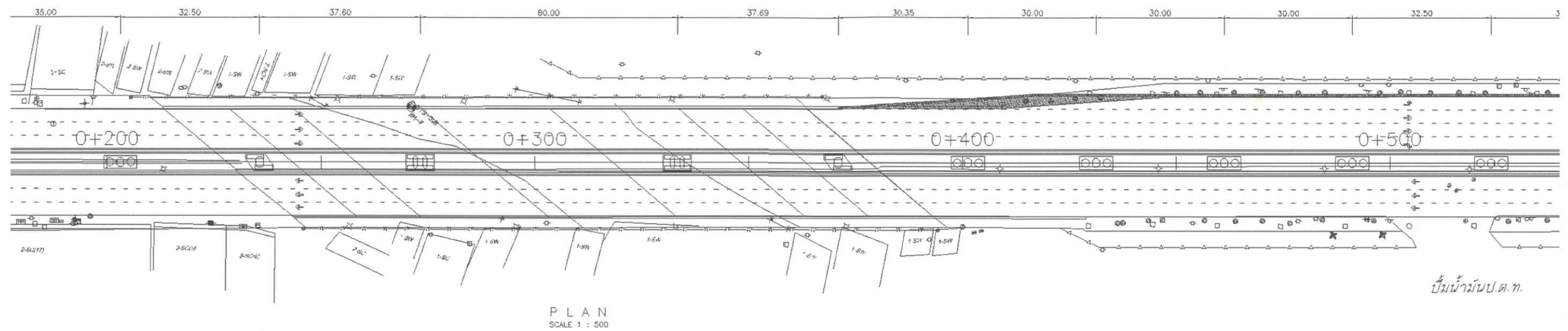
จากข้อมูลสำรวจโครงสร้างสะพานดังกล่าว พบว่า โครงสร้างสะพานส่วนบนเป็นคานคอนกรีตอัดแรง รูปตัวไอ มีระยะห่างประมาณ 2.1 เมตร มีช่วงสะพาน $2 \times 15 + 3 \times 30 + 2 \times 15$ ความยาวรวม 150 เมตร ความยาวสะพานข้างต้นไม่รวมความยาวเชิงลาดสะพาน ซึ่งจากการประสานกับกรมทางหลวงทราบว่า สะพานได้ก่อสร้างมานานแล้ว ทำให้ไม่สามารถหาแบบโครงสร้างสะพานดังกล่าวได้ รูปที่ 5.1.2-4 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสะพานข้ามคลองบางเขน



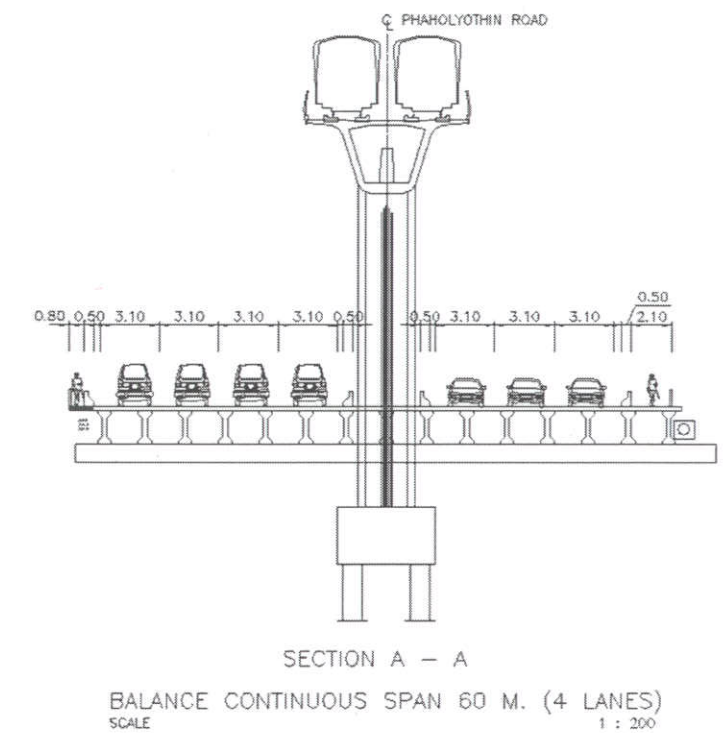
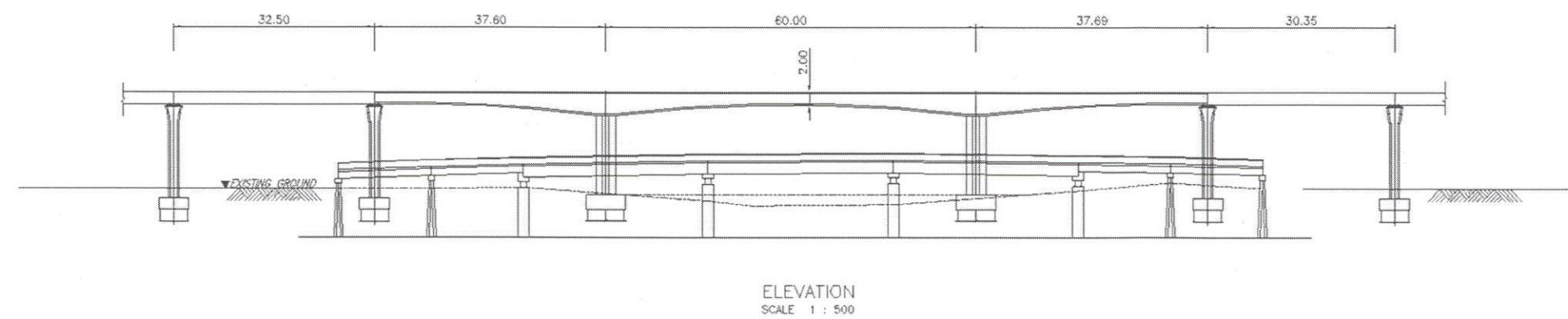
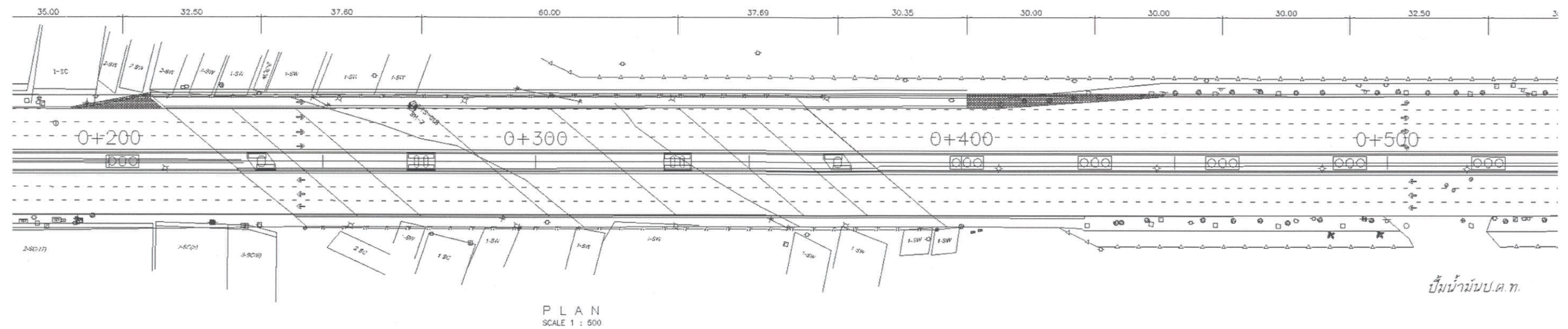
รูปที่ 5.1.2-4 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสะพานข้ามคลองบางเขน

ในการจัดวางโครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้า รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งที่เหมาะสมคือแบบคานยื่น (Balance Cantilever) ช่วงสะพาน 60 เมตร

การก่อสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้ารูปแบบนี้ต้องทำการปรับสะพานเดิมบริเวณกลางถนนโดยรื้อคานคอนกรีตอัดแรงรูปตัวไอออก 1 ตัว เพื่อให้สามารถนำตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้าสอดลงไปได้ โดยหากไม่ทำการขยายสะพาน จำนวนช่องจราจรบนสะพานของขาออกจากกรุงเทพมหานครจะมีเพียง 3 ช่องจราจร รูปแบบการจัดวางตำแหน่งตอม่อและรูปแบบโครงสร้างทางวิ่ง แสดงดังรูปที่ 5.1.2-5 แต่หากต้องการให้มีจำนวนช่องจราจร 4 ช่องจราจรเท่าเดิม ต้องทำการขยายสะพานเดิมโดยนำพื้นที่ทางเท้ามาปรับเป็นถนน และทำโครงสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อใช้เป็นทางเท้าทดแทนทางเท้าเดิมที่ถูกใช้เป็นถนนรูปแบบการจัดวางตำแหน่งตอม่อ และรูปแบบโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 5.1.2-6



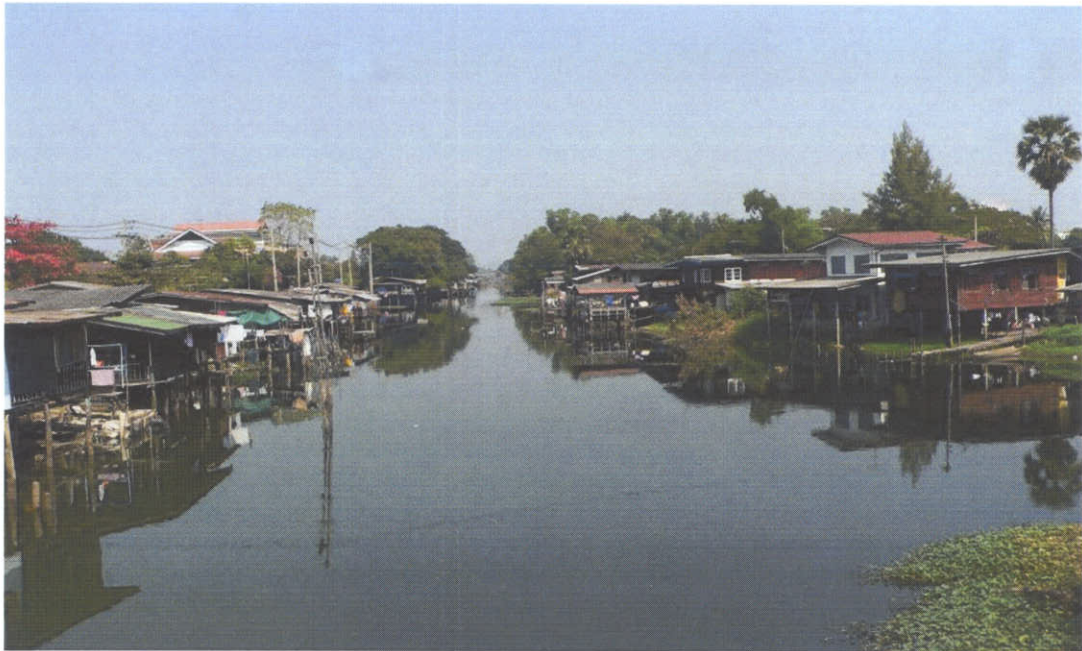
รูปที่ 5.1.2-5 รูปแบบการจัดวางตำแหน่งตอม่อ และรูปแบบโครงสร้างของทางวิ่งรถไฟฟ้า กรณีไม่ขยายช่องจราจรบนสะพานเดิม



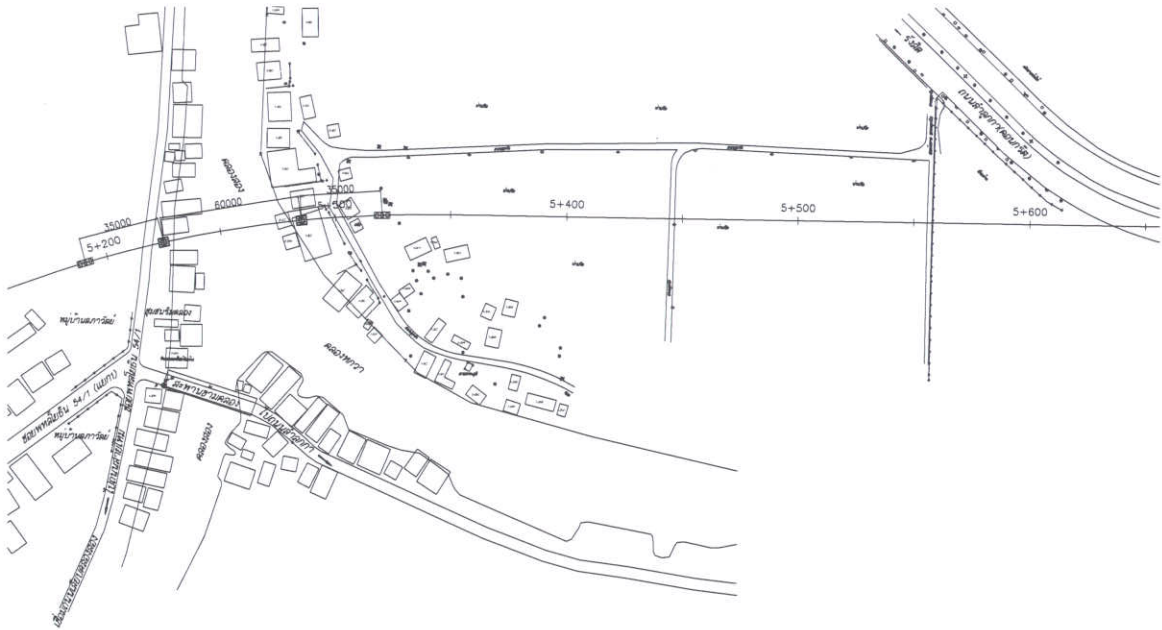
รูปที่ 5.1.2-6 รูปแบบการจัดวางตำแหน่งตอม่อ และรูปแบบโครงสร้างของทางวิ่งรถไฟฟ้า กรณีขยายสะพานเดิมเป็น 4 ช่องจราจร

5.1.2.2 ช่วงข้ามคลองสองและคลองหกวา

จากการสำรวจพื้นที่บริเวณที่แนวเส้นทางรถไฟฟ้าวิ่งข้ามผ่านบริเวณคลองสองและคลองหกวา และจากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ริมคลอง พบว่า บริเวณที่แนวเส้นทางรถไฟฟ้าข้ามผ่าน มีบ้านเรือนอาศัยอยู่ริมคลองเป็นจำนวนมาก และมีการใช้เรือหางยาวเป็นพาหนะสัญจรไปมา แต่มีปริมาณการสัญจรน้อย เนื่องจากบนคลองสองทั้งด้านเหนือและด้านใต้ของบริเวณดังกล่าวมีประตุน้ำกั้นอยู่ และบนคลองหกวามีสะพานที่มีระดับความสูงของช่องลอดประมาณ 1 เมตร ขวางอยู่ การสัญจรทางเรือที่เกิดขึ้นเป็นเพียงการเดินทางค้าขายของแม่ค้ากับชาวบ้านที่อาศัยอยู่ริมคลองเท่านั้น รูปที่ 5.1.2-7 แสดงภาพถ่ายบริเวณที่แนวเส้นทางรถไฟฟ้าข้ามผ่านคลองสอง



รูปที่ 5.1.2-7 แสดงภาพถ่ายบริเวณที่แนวเส้นทางรถไฟฟ้าข้ามผ่านคลองสอง



รูปที่ 5.1.2-8 แสดงแปลนของแนวเส้นทางรถไฟฟ้าและตำแหน่งตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้าที่ข้ามผ่านคลองสอง

โครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว เป็นโครงสร้างทางวิ่งแบบคานยื่น (Balance Cantilever) ช่วงสะพาน 60 เมตร ซึ่งเป็นโครงสร้างทางวิ่งที่สามารถข้ามผ่านคลองสองได้โดยไม่ต้องม้อบักอยู่ในลำคลอง ตำแหน่งตอม่อจะอยู่พื้นตลิ่ง รูปที่ 5.1.2-8 แสดงแปลนของแนวเส้นทางรถไฟฟ้าและตำแหน่งตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้าที่ข้ามผ่านคลองสอง

5.1.2.3 ช่วงข้ามคลองสามและคลองสี่

จากข้อมูลสำรวจโครงสร้างสะพานข้ามคลองสามและคลองสี่บนถนนลำลูกกาพบว่า รูปแบบโครงสร้างของสะพานเป็นโครงสร้างสะพานช่วงสั้น มีความยาวช่วงสะพาน 6+8+10+8+6 ความยาวรวม 38 เมตร โครงสร้างสะพานแยกกันในแต่ละทิศทางจราจร โดยมีช่องว่างประมาณ 0.70 เมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการวางตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้ารูปแบบทั่วไป รูปแบบโครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว จึงเป็นโครงสร้างทางวิ่งแบบคานยื่น (Balance Cantilever) ช่วงสะพาน 50 เมตร ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีช่วงสะพานยาวเพียงพอที่สามารถยกข้ามสะพานข้ามคลองสามและคลองสี่ได้โดยไม่ต้องส่งผลกระทบต่อนโครงสร้างสะพานเดิม ทำเพียงการปรับผิวจราจรบริเวณเชิงลาด ส่วนโครงสร้าง Bearing Unit ซึ่งอยู่บริเวณเชิงลาดและเป็นตำแหน่งที่จะต้องวางฐานรากของโครงสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้านั้น งานก่อสร้างเสาเข็มสามารถเจาะทะลุพื้นคอนกรีตของโครงสร้าง Bearing Unit ได้ จึงไม่เป็นอุปสรรคในงานก่อสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้า และไม่ส่งผลเสียต่อ Bearing Unit ของสะพาน

5.1.2.4 ช่วงข้ามคลองห้า

รูปที่ 5.1.2-9 แสดงภาพถ่ายลักษณะโครงสร้างสะพานข้ามคลองห้า ซึ่งเป็นสะพานช่วงสั้น มีความยาวช่วงสะพาน 9x10 เมตร ความยาวรวม 90 เมตร มีทางกลับรถได้สะพาน 1 จุด ซึ่งสามารถกลับรถได้ทั้ง 2 ทิศทาง โดยเลี้ยวซ้ายเมื่อลงจากสะพานข้ามคลองห้า (ทิศทางมุ่งออกเมือง) เพื่อกลับรถได้สะพาน พื้นสะพานที่รองรับพื้นถนน เป็นพื้นสะพานแบบหล่อในที่ บริเวณเกาะกลางรองรับด้วยพื้นสะพานแบบ Plank Girder



(ก) โครงสร้างพื้นสะพานบริเวณเกาะกลาง



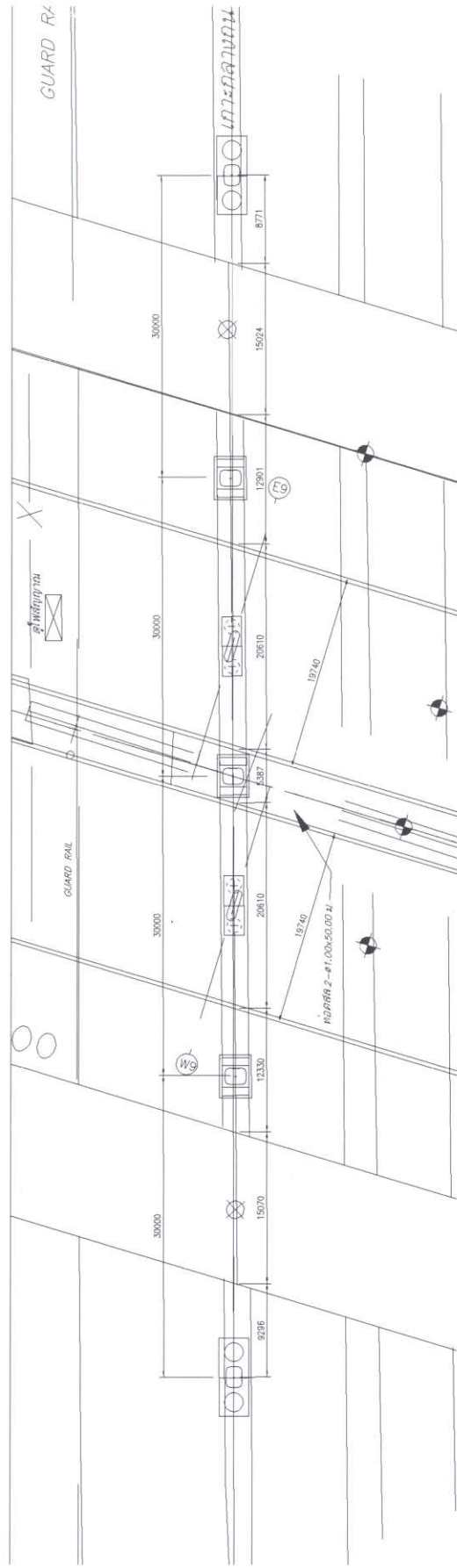
(ข) โครงสร้างพื้นสะพานบริเวณถนน

รูปที่ 5.1.2-9 (ก) และ (ข) ภาพถ่ายลักษณะโครงสร้างสะพานช่วงข้ามคลองห้า

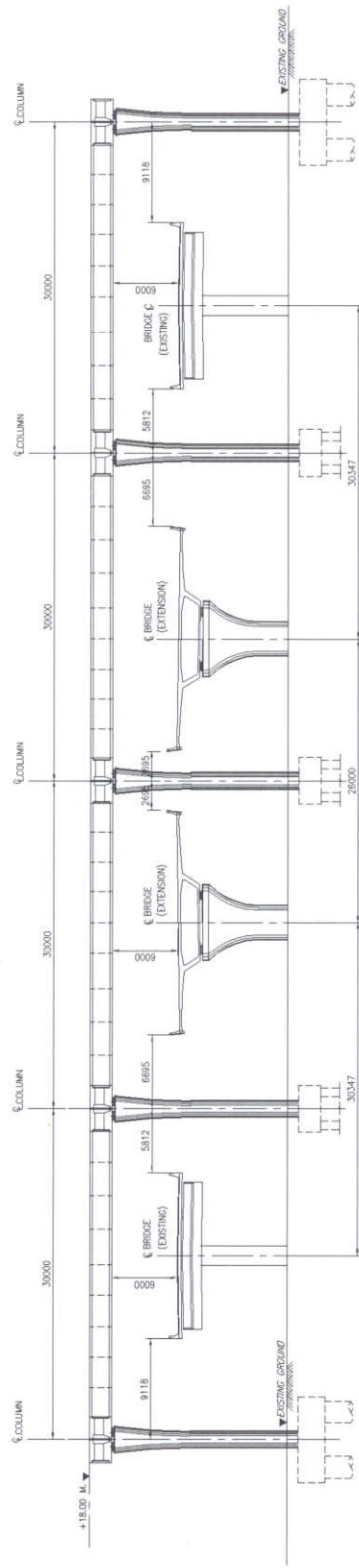
โครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว ควรเป็นโครงสร้างทางวิ่งแบบคานยื่น (Balance Cantilever) ช่วงสะพาน 50 เมตร เช่นเดียวกับช่วงข้ามคลองสามและคลองสี่ เนื่องจากเป็นโครงสร้างทางวิ่งที่สามารถยกข้ามคลองให้ได้ตลอดหน้าตัดลำน้ำ สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างทางวิ่งรูปแบบนี้ต้องทำการรื้อโครงสร้างพื้นสะพานเดิมบริเวณเกาะกลางออกซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นสะพานแบบ Plank Girder เพื่อให้สามารถนำตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้าสอดลงไปได้ และต้องเจาะทะลุพื้นคอนกรีตของโครงสร้าง Bearing Unit บริเวณเชิงลาดสะพานด้วยเช่นกัน ซึ่งงานเสาเข็มสามารถก่อสร้างได้ จึงไม่เป็นอุปสรรคในงานก่อสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้า

5.1.2.5 ช่วงข้ามวงแหวนรอบนอกด้านทิศตะวันออก

รูปที่ 5.1.2-10 แสดงการจัดวางตำแหน่งตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้าบริเวณช่วงข้ามวงแหวนรอบนอกด้านทิศตะวันออก ที่ปรึกษาได้ประสานงานขอแบบการขยายระยะสุดท้ายกับกรมทางหลวง เพื่อนำแบบชุดดังกล่าวมาจัดวางตำแหน่งตอม่อของทางวิ่งรถไฟฟ้า ซึ่งจากแบบจะเห็นว่าสะพานลอยข้ามถนนลำลูกกาในพื้นที่วงแหวนรอบนอกด้านทิศตะวันออก จะมีช่องว่างระหว่างราวสะพานกว้างประมาณ 5.3 เมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการวางตอม่อทางวิ่งรถไฟฟ้า โครงสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้าในช่วงดังกล่าว จึงเป็นโครงสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้ารูปแบบทั่วไปช่วงสะพาน 30 เมตร



PLAN
SCALE 1:200



ELEVATION
SCALE 1:200

NOTE :
1. ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS UNLESS OTHERWISE NOTE.

รูปที่ 5.1.2-10 แสดงการจัดวางตำแหน่งต่อม่อทางรถไฟฟ้าชวงข้ามวงแหวนรอบนอกด้านทิศตะวันออก

5.1.3 งานฐานรากของโครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้า

ฐานรากของโครงสร้างทางวิ่งยกระดับรถไฟฟ้า จะต้องออกแบบให้สามารถรองรับโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกจร รวมทั้งแรงต้านข้างที่มากระทำได้อย่างปลอดภัย และมีการทรุดตัวอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อฐานรากที่ไม่ยอมให้ล้าเข้าไปในผิวจราจร รวมถึงต้องสามารถก่อสร้างได้เร็วเพื่อจะได้คืนผิวจราจรให้เร็วที่สุด รูปแบบฐานรากที่เหมาะสมตามข้อกำหนดดังกล่าว คือ เสาเข็มเจาะเดี่ยวแบบกลม (Bored Pile) ขนาดใหญ่ หรือเสาเข็มเจาะเดี่ยวแบบสี่เหลี่ยม (Barrette Pile) ที่มีปลายเสาเข็มวางตัวอยู่ในชั้นทรายแน่นชั้นที่ 2 หรือเสาเข็มกลุ่ม การใช้เสาเข็มเจาะเดี่ยวขนาดใหญ่ จะมีข้อได้เปรียบในเรื่องพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างจะน้อยกว่าและประหยัดกว่า และการก่อสร้างสามารถทำได้รวดเร็วกว่า แต่ในกรณีที่มีแรงกระทำ ด้านข้างสูง เช่น บริเวณช่วงทางโค้งของทางวิ่ง การพิจารณาใช้เสาเข็มกลุ่มจะมีความเหมาะสมกว่า

5.2 สถานี

5.2.1 รูปแบบสถานี

โครงสร้างสถานีเป็นโครงสร้างยกระดับ ซึ่งเน้นในเรื่องของความโปร่งเบา และอยู่ในแนวเขตของถนน โดยคำนึงถึงวิธีการก่อสร้างซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจราจรบนถนนพหลโยธิน ซึ่งหนาแน่นมากในช่วงโมงเร่งด่วนให้น้อยที่สุด

โครงสร้างสถานีทั่วไป จะเป็นโครงสร้างยกระดับ มีระยะช่วงเสา 15 เมตร โดยใช้เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กชนิด Barrette Pile ขนาดประมาณ 3.0 X 1.5 เมตร รองรับฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยความกว้างของฐานรากจะกว้างประมาณไม่เกิน 3.5 เมตร เพื่อให้ไม่ล้ำออกไปจากเกาะกลางถนน ซึ่งจะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรระหว่างการก่อสร้างและปัญหาพื้นถนนไม่เรียบ เนื่องจากการทรุดตัวดินไม่เท่ากันหลังจากการเปิดใช้งาน โครงสร้างมีความโปร่ง การระบายอากาศภายใต้สถานีดีขึ้น แสงสว่างภายใต้สถานีเพิ่มมากขึ้น การสะท้อนเสียงภายใต้สถานีลดลง และฝุ่นละอองภายใต้สถานีลดลง

แนวคิดในการออกแบบสถานีให้เป็นไปอย่างเรียบง่าย ทันสมัย เน้นความโปร่งโล่งให้กับสถานี พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานีต่าง ๆ สำหรับคนพิการและผู้สูงอายุ โดยสรุปแนวคิดได้ดังต่อไปนี้

- สร้างความรู้สึกสอดคล้องกับสถานีเส้นทางเดิม
- เน้นความโปร่งในสถานีเพื่อให้อาคารดูโปร่งเบา
- เลือกใช้วัสดุที่มีความสวยงาม ทันสมัย ทนทาน และดูแลรักษาง่าย
- ตอบสนองกับทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารทั้งในและนอกสถานี (Passenger Movement)
- มีความสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งสถานี
- การตกแต่งภายในส่งเสริมความสะดวกสบายในการใช้งาน

- งานภูมิสถาปัตยกรรมส่งเสริมอาคารสถานีและสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งสถานี
- เน้นการประหยัดพลังงานทั้ง Active และ Passive

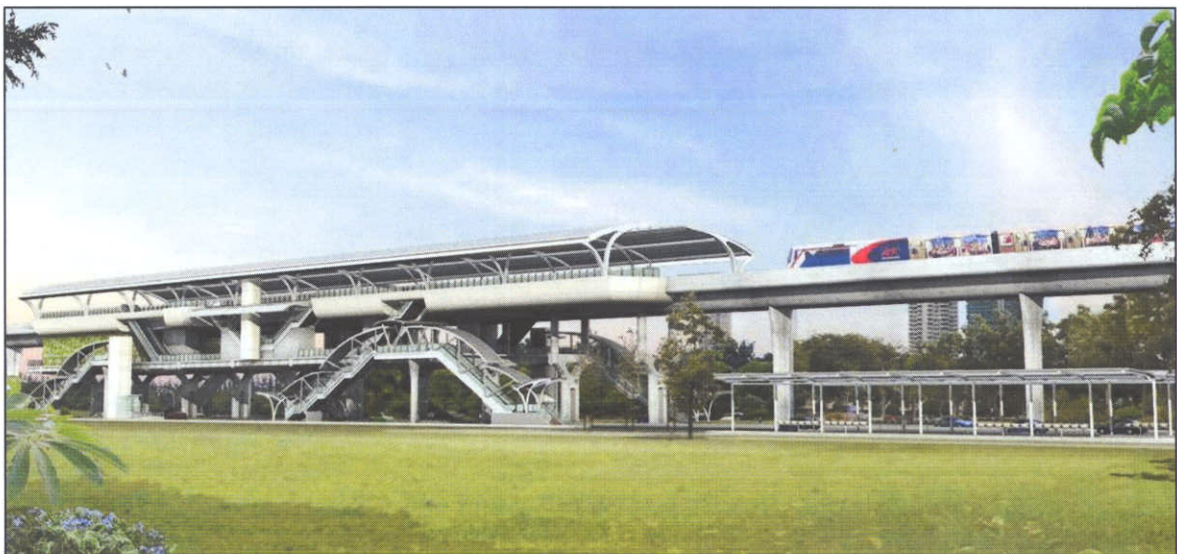
การออกแบบสถานีแบ่งเป็น 4 แบบตามความเหมาะสมของพื้นที่และการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสาร โดยจะแตกต่างกันที่ความยาวของชั้นจำหน่ายตั๋ว (Concourse) ซึ่งตัวสถานีมีลักษณะเหมือนกันทุกแบบยกเว้น Type D ที่จะมีลักษณะพิเศษในการออกแบบ ซึ่งรายละเอียดการออกแบบสถานีเป็นดังนี้

- ขนาดสถานี - ชั้น Platform กว้าง 22.15 เมตร ยาว 135 เมตร
- ระยะเสา - ชั้น At Grade และ Concourse 15 เมตร
- ชั้น Platform 10.675 เมตร

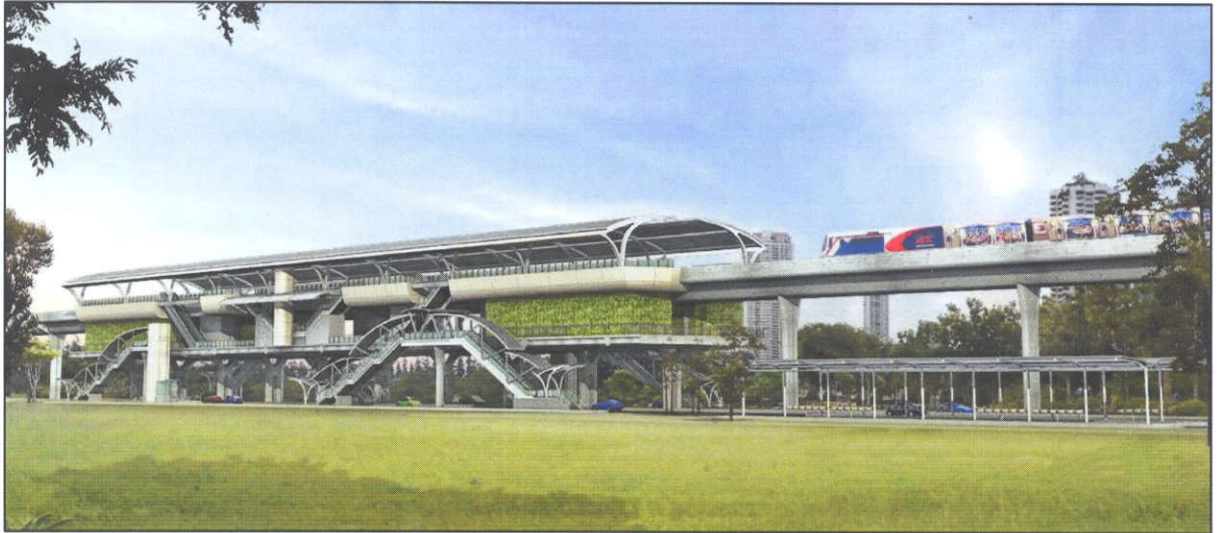
สำหรับความยาวของ Concourse ของสถานีแต่ละแบบเป็นดังนี้

ประเภทสถานี	รูปแบบสถานี	ขนาดสถานี	รองรับขบวนรถ	สถานีที่ใช้
Type A	Side Platform	ชั้น Concourse กว้าง 21.15 เมตร ยาว 105 เมตร	6 ตู้/ขบวน	N22 N25 N26 และ N27
Type B	Side Platform	ชั้น Concourse กว้าง 21.15 เมตร ยาว 120 เมตร	6 ตู้/ขบวน	N23
Type C	Side Platform	ชั้น Concourse กว้าง 21.15 เมตร ยาว 135 เมตร	6 ตู้/ขบวน	N21 N24 และ N28

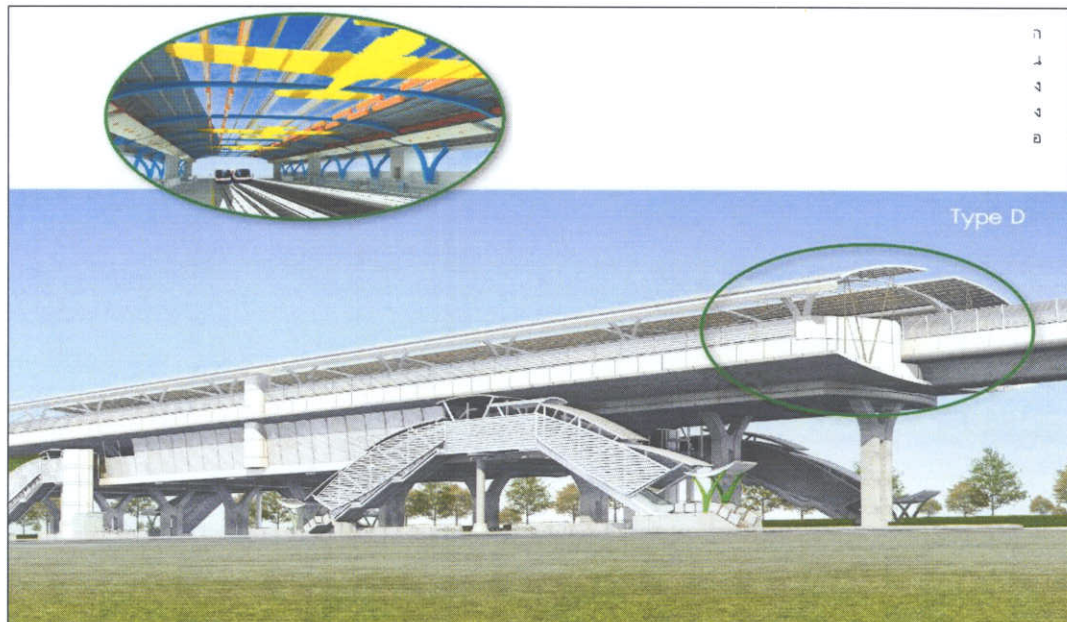
สถานี N22 ตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศ ซึ่งมีความสำคัญในแง่ของแหล่งท่องเที่ยวและการค้นคว้าหาความรู้ด้านประวัติศาสตร์ จึงออกแบบภายในให้เป็นรูปลักษณ์ของเครื่องบินรบบริพัตรและทางวิ่งของเครื่องบิน ส่วนภายนอกออกแบบในลักษณะของปีกเครื่องบินเพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่โดดเด่นให้กับแนวเส้นทาง รูปที่ 5.2.1-1 ถึง 5.2.1-3 แสดงแบบต่าง ๆ ของสถานี



รูปที่ 5.2.1-1 ทศนียภาพสถานีต้นแบบ TYPE A และ B



รูปที่ 5.2.1-2 ทศนียภาพสถานีต้นแบบ TYPE C



รูปที่ 5.2.1-3 ทศนียภาพสถานีต้นแบบ N22

แนวคิดในการตกแต่งภายในสถานีมีดังต่อไปนี้

- มีความปลอดภัยในการใช้งาน
- ใช้วัสดุที่ดูแลรักษาง่าย และทนทาน
- ให้ความสำคัญในเรื่องป้าย (Signage)
- เน้นการให้สีสว่างและสะอาด
- รูปแบบทันสมัย

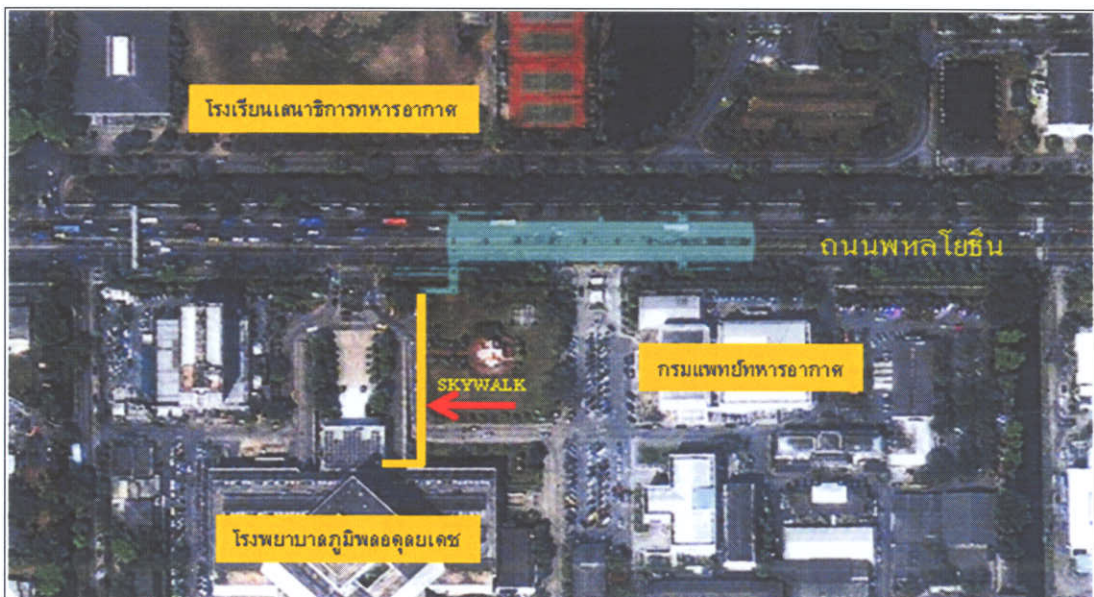


รูปที่ 5.2.1-4 ทัดนียภาพภายในสถานี

5.2.2 ตำแหน่งสถานี

N 21 สถานีโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

ตั้งอยู่ด้านหน้าระหว่างโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชกับกรมแพทย์ทหารอากาศ



N 22 สถานีพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศ

ตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศ



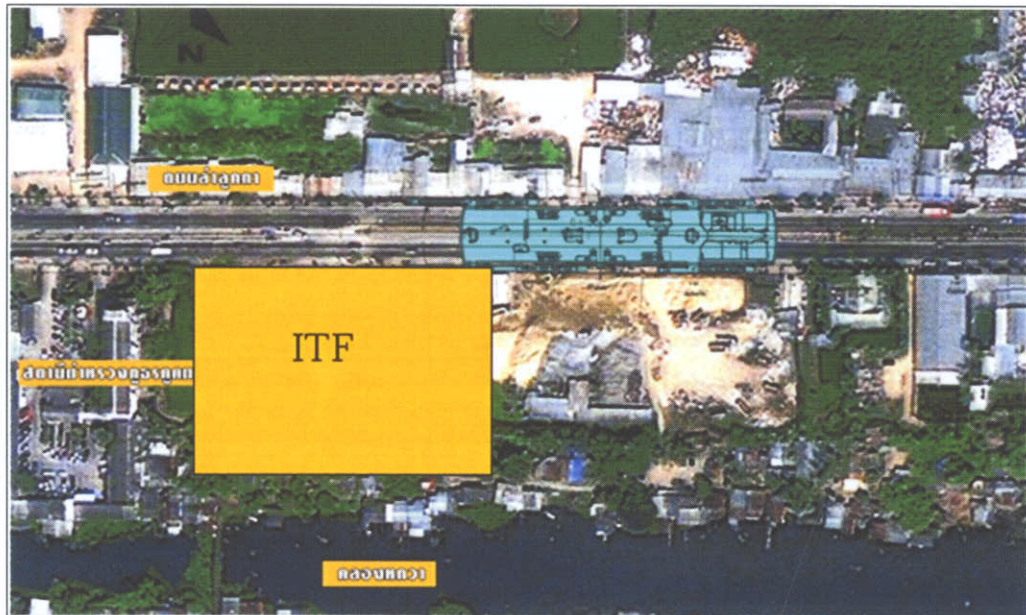
N 23 สถานี กม.25

บริเวณ กม.25 ของถนนพหลโยธิน



N 24 สถานีคูคต

เนื่องจากสถานีตำรวจคูคตมาทางลำลูกกา 200 เมตร



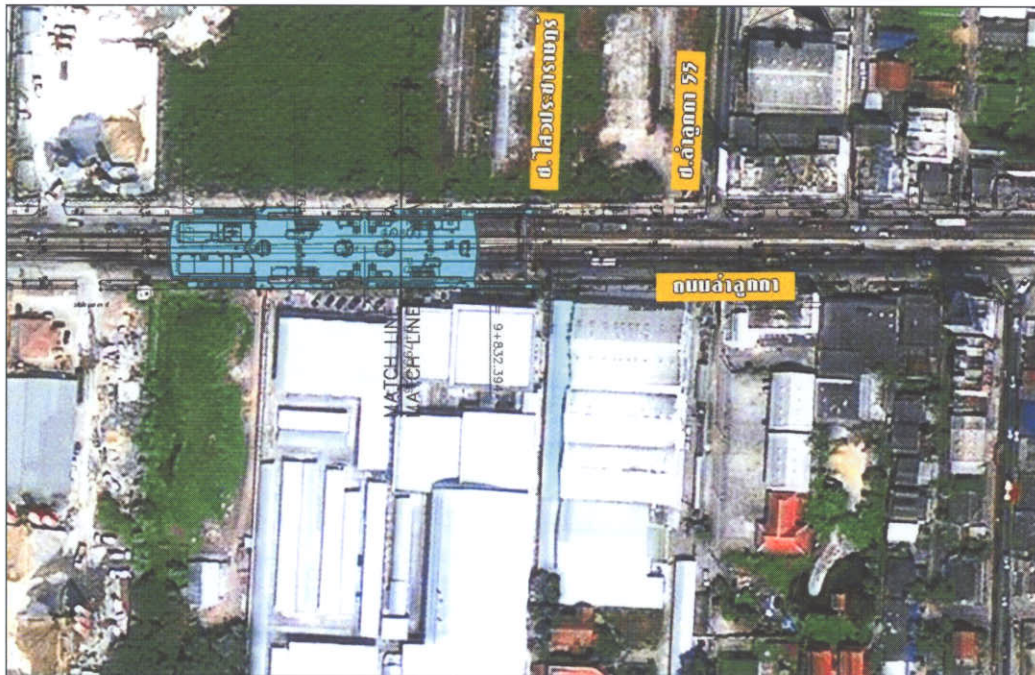
N 25 สถานีคลองสาม

ตั้งอยู่บริเวณก่อนถึงสะพานข้ามคลองสาม (ปากซอยเสาวรส)



N 26 สถานีคลองสี

อยู่บริเวณด้านหน้าโชว์รูมโตโยต้าและใกล้กับถนนโสวประชาราษฎร์

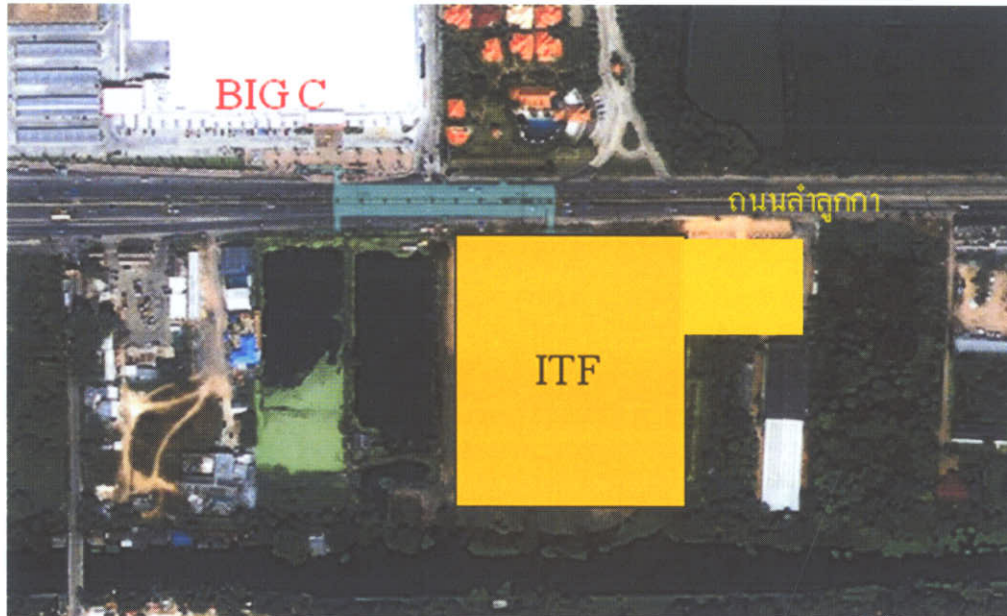


N 27 สถานีคลองห้า

ตั้งอยู่ก่อนถึงเชิงสะพานข้ามคลองห้า ประมาณ 100 เมตร



ตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าระหว่างห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี ลำลูกกา กับหมู่บ้านวราพดินทร์



สำหรับในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารทั่วไปและผู้โดยสารกลุ่มที่เป็นคนพิการและผู้สูงอายุ ได้แก่ โทรศัพท์สาธารณะ ห้องน้ำ ห้องน้ำคนพิการ ทางลาด ลิฟท์ บันได ทางเดินเชื่อมสถานี และพื้นที่ต่างผิวสัมผัส จะเป็นไปตามหลักการออกแบบสากล โดยสามารถใช้ได้ทั้งเด็ก คนพิการ และผู้สูงอายุ (Universal Design)



รูปที่ 5.2.3-1 : แสดงสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานี



รูปที่ 5.2.3-2 : ทศนียภาพบันไดเลื่อน และลิฟท์คนพิการและผู้สูงอายุ

ได้มีการจัดทางเดินเชื่อมต่อ (Skywalk) จากปลายสถานีทั้ง 2 ด้านบนชั้น Concourse เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางของผู้โดยสารและรองรับการขยายตัวของบริเวณรอบ ๆ สถานีในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อระหว่างระบบรถไฟฟ้ากับพื้นที่ธุรกิจหรือพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงระบบ นอกจากนี้ทางเดินเชื่อมต้อลดยังช่วยแยกผู้เดินเท้าจากกระแสจราจรเบื้องล่าง ประหยัดเวลาในการเดินทาง และเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทาง โครงการได้กำหนดทางเดินเชื่อมต่อไว้ 4 จุดดังนี้

- 1) ทางเดินเชื่อมต่อระหว่างสถานี N21 (โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช) กับ อาคารคุ้มเกล้าฯ ของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช
- 2) ทางเดินเชื่อมต่อระหว่างสถานี N23 (กม.25) กับ อาคารจอดแล้วจร
- 3) ทางเดินเชื่อมต่อระหว่างสถานี N24 (คูคต) กับ อาคารจอดแล้วจร
- 4) ทางเดินเชื่อมต่อระหว่างสถานี N28 (วงแหวนรอบนอกตะวันออก) กับ อาคารจอดแล้วจร



รูปที่ 5.2.3-3 : ทศนียภาพทางเดินเชื่อมต่อ (Skywalk)

5.2.4 งานออกแบบรายละเอียดระบบไฟฟ้า และเครื่องกล (Mechanical and Electrical System) ของสถานี ทางวิ่งและอาคาร

ขอบเขตการออกแบบรายละเอียดจะประกอบไปด้วยงานในแต่ละส่วนดังนี้

- ระบบไฟฟ้ากำลัง
- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ระบบประปาและสุขาภิบาล
- ระบบดับเพลิงและแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน

การออกแบบงานระบบประกอบอาคาร ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อการออกแบบ และเน้นไปที่การใช้ข้อมูลการออกแบบรายละเอียด ของงานโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายพหลโยธิน ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ เป็นหลัก เนื่องจากเป็นโครงการต่อเนื่องกัน

นอกจากนี้ยังได้มีการประชุมหารือกับสถาปนิก ผู้ออกแบบงานโยธาและโครงสร้าง รวมถึงผู้เชี่ยวชาญการจัดวางตำแหน่งห้องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานี และศูนย์ซ่อมบำรุง เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการออกแบบผังสถานีและศูนย์ควบคุมที่เหมาะสมที่สุด และเป็นไปตามข้อกำหนดและกฎหมายควบคุมต่าง ๆ อนึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่กล่าวอ้างจะรวมถึง

- พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
- กฎกระทรวง เช่น ฉบับที่ 33 และ 50 เป็นต้น
- กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- มาตรฐานสากล เช่น ASHRAE, NFPA, IEC, IEEE เป็นต้น
- ข้อมูลจากงานโครงการรถไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น โครงการรถไฟฟ้าขนส่งสายสีม่วง บางซื่อ-บางใหญ่ โครงการรถไฟฟ้าขนส่งกรุงเทพมหานครส่วนต่อขยายสายสุขุมวิทและสายสีลม โครงการรถไฟฟ้าต่อเชื่อมสนามบินสุวรรณภูมิ เป็นต้น

5.3 ศูนย์อำนวยความสะดวกเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทาง

5.3.1 ศูนย์อำนวยความสะดวกเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทาง (ITF)

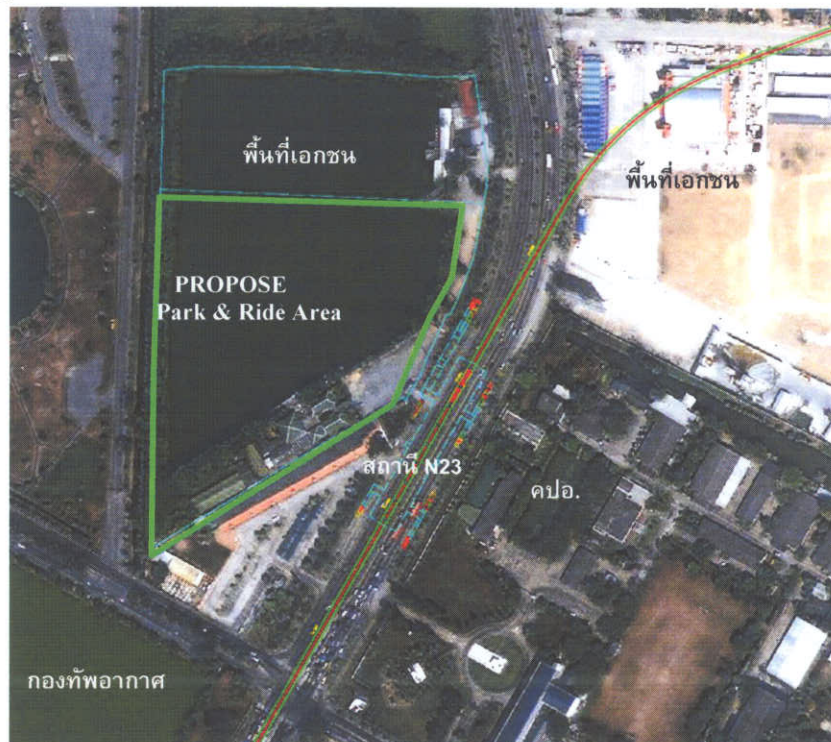
จากผลการศึกษาถึงตำแหน่งของที่ตั้งของศูนย์อำนวยความสะดวกเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทาง (ITF) สำหรับเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 พบว่าตำแหน่งที่ควรก่อสร้างจะอยู่ที่บริเวณสถานี กม.25 (Station N23) สถานี คูคต (Station N24) และบริเวณสถานีวงแหวนรอบนอกตะวันออก (Station N28) โดยกำหนดให้ภายในศูนย์อำนวยความสะดวกเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทาง (ITF) ประกอบด้วย

1. อาคารจอดและจร (Park and Ride) ในศูนย์ ITF
2. สถานที่จอดแท็กซี่ รถตู้มวลชน จักรยาน จักรยานยนต์ และรถโดยสารในเขตปริมณฑล
3. ทางเดินเชื่อมต่อ (Skywalk)
4. สถานีสำหรับระบบขนส่งมวลชนเสริม (Feeder Bus)

อาคารจอดและจรที่สถานี กม.25 (Station N23)

■ ด้านผังเมือง

ที่ตั้งของ สถานี กม.25รวมทั้งอาคารจอดและจร ตาม พรบ.ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (พ.ศ. 2549 - 2554) ที่บังคับใช้ในปัจจุบัน อยู่ในพื้นที่สีเหลืองประเภท ย.3-3 ซึ่งกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ดังนี้ คือ ต้องทำเป็นที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว บ้านแฝด บ้านแถว ห้องแถว หรือตึกแถว สถาบันราชการ อาคารเพื่อพาณิชย์กรรม หรืออาคารสำนักงานพื้นที่ไม่เกิน 300 ตร.ม. ไม่สามารถสร้างอาคารขนาดใหญ่ (พื้นที่เกิน 10,000 ตร.ม.)ได้ และห้ามสร้างเป็นอาคารที่สูงเกิน 23 เมตร



รูปที่ 5.3.1-1 แสดงภาพถ่ายทางอากาศที่ตั้งสถานี กม.25

■ ด้านการได้มาของที่ดินและขนาดของที่ดิน

ที่ดินเป็นของเอกชนเพียงรายเดียวขนาดพื้นที่ประมาณ 34ไร่ สภาพที่ดินส่วนมากเป็นบึงน้ำลึกเฉลี่ยประมาณ 5 ม. มีสิ่งก่อสร้างบางส่วนเป็นอาคารร้านอาหาร การได้มาของที่ดินต้องทำการเวนคืน ขนาดของที่ดินที่คาดว่าจะเป็นที่ตั้งเฉพาะอาคารจอดและจร และส่วนบริการขนส่งสาธารณะ(PTI) มีขนาดประมาณ 20-22 ไร่

■ ด้านระบบสัญจรและการเข้าถึง

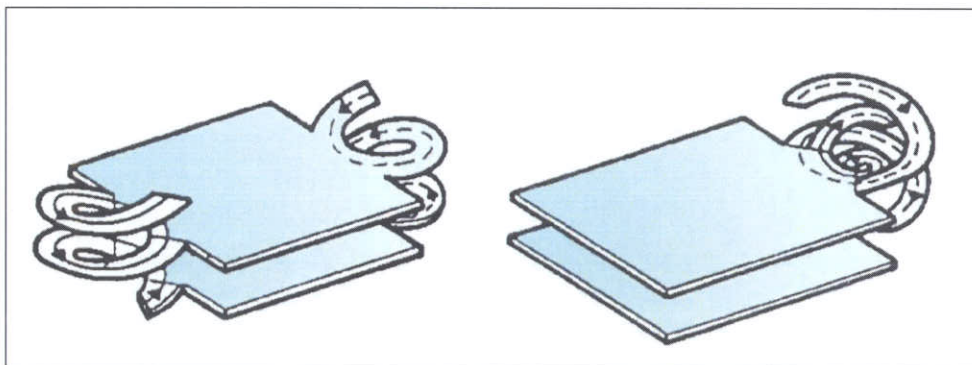
ทิศทางการเข้าถึงอาคารจอดและจรและแนวโน้มของผู้ใช้อาคารจะมาจากทิศเหนือและจากชุมชนโดยรอบสถานี ต้องมีการจัดการจราจรเพื่อรองรับผู้มาใช้อาคารจอดและจร รวมทั้งผู้ใช้ทางลัดเข้าสู่ถนนลำลูกกาให้มีความสะดวกและปลอดภัย

■ ปัจจัยอื่น ๆ

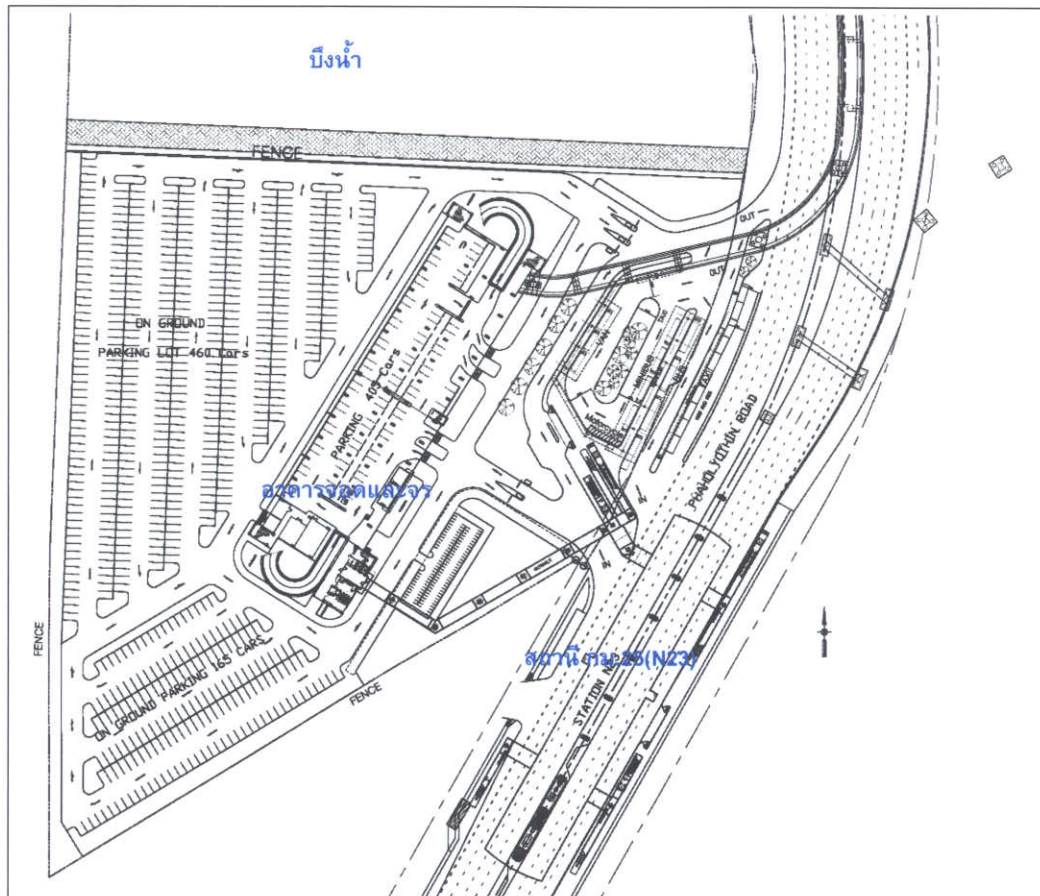
ที่ตั้งของสถานีกม. 25 และพื้นที่ของอาคารจอดและจรรวมทั้งส่วนบริการขนส่งสาธารณะ อยู่ติดกับพื้นที่กองทัพอากาศและพื้นที่กรมควบคุมการปฏิบัติการทางอากาศ (คปอ.) การก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านความมั่นคงโดยเฉพาะหากเป็นอาคารสาธารณะ การออกอาจมีความจำเป็นต้องได้รับความเห็นชอบจากทางกองทัพอากาศ

■ ด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

จากปัจจัยในด้านผังเมืองรวมและปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งหากใช้ตามข้อกำหนดผังเมืองรวม การออกแบบทางสถาปัตยกรรมจะสามารถทำอาคารจอดรถได้ในพื้นที่ไม่เกิน 10,000 ตารางเมตร แต่เนื่องจากเป็นอาคารที่จัดเป็นสาธารณูปการจะสามารถสร้างอาคารได้ทุกขนาดโดยจำกัดที่ อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) ไม่เกิน 2.5:1 คือสามารถสร้างอาคารได้โดยพื้นที่ไม่เกิน 2.5 เท่าของขนาดที่ดิน ในการออกแบบด้านสถาปัตยกรรม ได้นำทั้งสองปัจจัยมาพิจารณา โดยออกแบบเป็นพื้นที่จอดรถบนดินและอาคารสำหรับจอดรถ ที่ความสูงขนาด 3-5 ชั้น วางตำแหน่งอาคารให้อยู่ใกล้กับสถานีและส่วนบริการขนส่งสาธารณะ (PTI) เพื่อให้สะดวกในการเชื่อมต่อของผู้ใช้บริการ ระบบการเวียนรถของอาคารจอดและจรเป็นแบบ **Helical Ramp System** เพื่อให้การระบายรถที่ดีที่สุด



รูปที่ 5.3.1-2 แสดงระบบการเวียนรถในอาคารแบบ



รูปที่ 5.3.1-3 แสดงผังบริเวณอาคารจอดรถและจรัที่สถานี N23

อาคารจอดรถและจรัที่สถานี คุคต (Station N24)

■ ด้านผังเมือง

ที่ตั้งของอาคารจอดรถและจรัอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดปทุมธานีเป็นที่ดินของเอกชนรายเดียว อยู่ในพื้นที่สีเหลือง 1.16 ประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย ตามผังเมืองรวมชุมชนลำลูกกา-บึงใหญ่จังหวัดปทุมธานี (พ.ศ. 2542-2547) ที่หมดอายุมาแล้วและยังไม่มีมีการต่ออายุผังเมืองโดยขณะนี้ อยู่ในขั้นตอนของคณะกรรมการกฤษฎีกาตรวจพิจารณา ตามผังเมืองรวมกำหนดให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย สถาบันราชการ การสาธารณูปโภค และสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่

■ ด้านการได้มาของที่ดินและขนาดของที่ดิน

ที่ดินเป็นของเอกชนเพียงรายเดียว สภาพที่ดินส่วนมากเป็นที่ว่างมีการใช้ประโยชน์บางส่วนเป็นเพียงขายสินค้าในด้านที่ติดกับถนนลำลูกกาและด้านที่ติดคลองมีบ้านเรือนอยู่ตามแนวคลองการ พื้นที่ดินของโครงการเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านหน้าของที่ดินทางทิศเหนือติดกับถนนลำลูกกา ทิศตะวันออกติดกับพื้นที่เอกชน ทิศตะวันตกติดกับสภ. คุคต ทิศใต้ติดกับคลองหกวา การได้มาของที่ดินต้องทำการเวนคืน โดยขนาดที่ดินที่จะใช้ประมาณ 9-10 ไร่



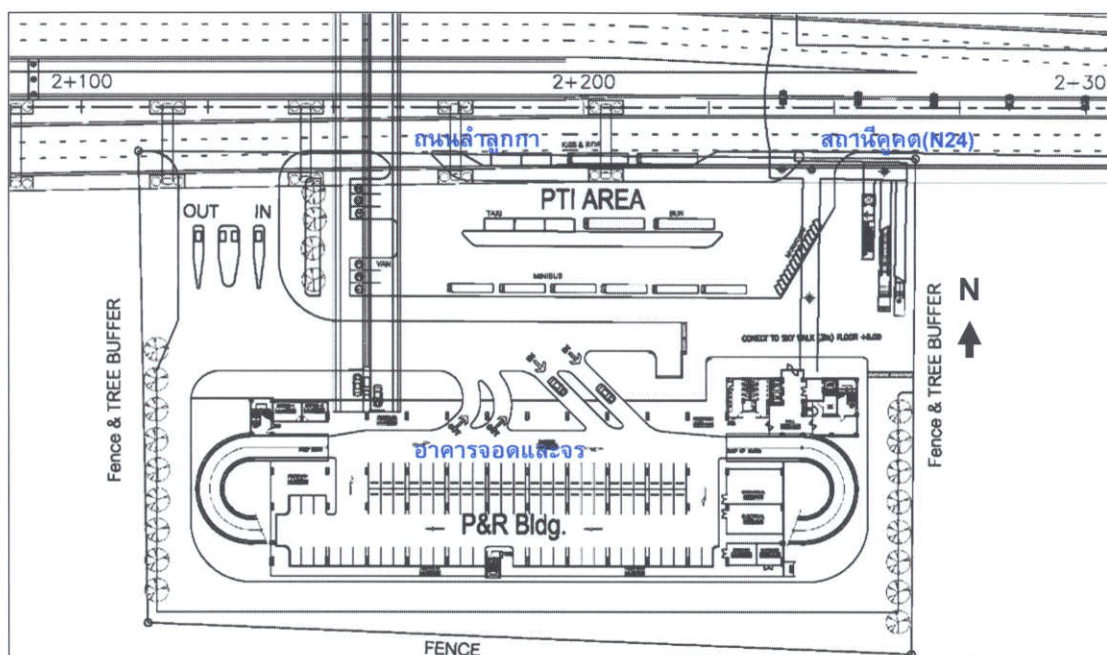
รูปที่ 5.3.1-4 ภาพถ่ายทางอากาศแสดงพื้นที่ก่อสร้างอาคารจอดและจร สถานีคูคต (Station N24)

■ ด้านระบบสัญจรและการเข้าถึง

ทิศทางการเข้าถึงและแนวโน้มของผู้ใช้อาคารจะมาจากอาคารจอดและจร คือจากถนนลำลูกกาจากฝั่งขาเข้าทางทิศตะวันออกและจากถนนลำลูกกาฝั่งทิศเหนือที่แนวรถไฟฟ้าไม่วิ่งผ่าน ต้องมีการจัดการจราจรเพื่อรองรับผู้มาใช้อาคารจอดและจร โดยจัดทางเข้าหลักอยู่บนถนนลำลูกกาฝั่งขาเข้า ส่วนผู้ใช้บริการที่มาจาก ทิศเหนือ ควรมีทางยกระดับเข้าและออก สู่อาคารจอดและจรได้

■ ด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

การออกแบบ จัดทางเข้า-ออกของอาคารจอดและจร ไว้ที่ริมที่ดินทางฝั่งทิศตะวันตก เพื่อไม่ให้กีดขวางการจราจรบริเวณสถานีและ PTI ที่อยู่ด้านหน้า วางตำแหน่งอาคารจอดและจรตามยาวขนานกับแนวถนน ให้ผู้ใช้บริการสามารถเชื่อมต่อระหว่างสถานีรถไฟฟ้ากับอาคารจอดและจรได้สะดวก ทั้งในระดับดินและทางเดินเชื่อมสถานี (Skywalk) เนื่องจากขนาดพื้นที่ที่จำกัด จึงออกควรออกแบบเป็นอาคารจอดรถ แบบหลายชั้น การออกแบบระบบหมุนเวียนรถโดยทางลาดอาคาร พิจารณาใช้การออกแบบเป็นทางลาดภายนอก ซึ่งจะทำให้การระบายของรถในอาคารในช่วงโมงเร่งด่วนมีความสะดวกรวดเร็วและคล่องตัวสูง



รูปที่ 5.3.1-5 แสดงผังบริเวณอาคารจอดและจร สถานีคูคต(N24)

อาคารจอดและจรที่สถานีวงแหวนรอบนอกตะวันออก (Station N28)

■ ด้านผังเมือง

ที่ตั้งของอาคารจอดและจร อยู่ในพื้นที่ ที่ยังไม่มีมีการประกาศใช้ของผังเมืองรวมโดยอยู่ระหว่าง การร่าง ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินจะอยู่ในดุลพินิจของหน่วยงานท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งคือองค์การบริหารส่วนตำบล ในพื้นที่

■ ด้านการได้มาของที่ดินและขนาดของที่ดิน

กรรมสิทธิ์ในที่ดินเป็นของเอกชนหลายราย สภาพที่ดินส่วนใหญ่ยังเป็นทีโล่งไม่มีการใช้ประโยชน์มาก บางส่วนมีเพิงและอาคารชั่วคราว บางส่วนมีการถมปรับระดับแล้ว การได้มาต้องทำการเวนคืน โดยขนาดของที่ดินที่คาดว่าจะใช้เป็นที่ตั้งอาคารจอดและจร มีขนาดประมาณ 10-20 ไร่ ในการตรวจสอบราคาประเมินของที่ดินเบื้องต้นที่จัดทำโดยกรมธนารักษ์ปี พ.ศ. 2551 ราคาที่ดินในบริเวณนั้นอยู่ที่ 12,000-16,000 บาทต่อตารางวา



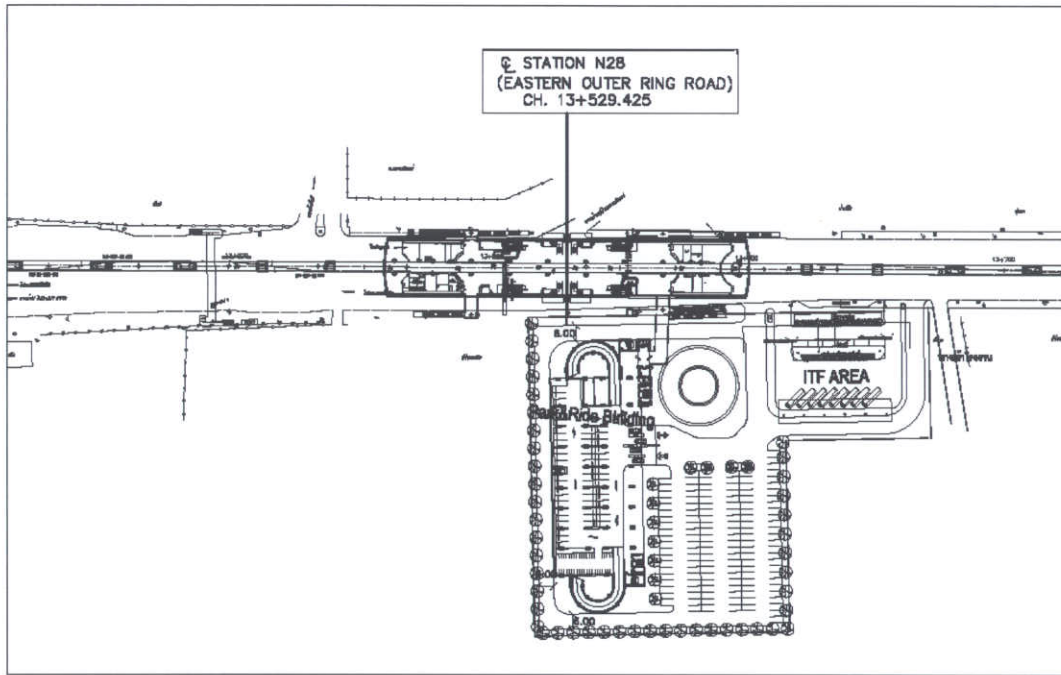
รูปที่ 5.3.1-6 แสดงภาพถ่ายทางอากาศบริเวณที่ตั้งสถานี N28 และที่ตั้งอาคารจอดและจร

■ ด้านระบบสัญจรและการเข้าถึง

ทิศทางการเข้าถึงสถานีและอาคารจอดและจร คาดการณ์ว่าส่วนใหญ่จะมาจาก ด้านทิศตะวันออก เนื่องจากเป็นสถานีสุดท้าย ผู้ใช้สถานีและที่จอดรถสามารถนำรถเข้ามาจอดรับ-ส่งแล้วเวียนออกได้โดยสะดวกกลับใช้จุดกลับรถก่อนถึงวงแหวนรอบนอก ส่วนผู้ที่มาจากด้านทิศตะวันตกให้กลับรถบนถนนและเวียนรถเข้าสู่อาคารจอดและจร

■ ด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

จากปัจจัยข้างต้นในด้านผังเมืองและขนาดของที่ดิน การออกแบบทางสถาปัตยกรรมสามารถออกแบบให้เป็นได้ทั้งอาคารจอดรถหรือเป็นที่จอดรถบนพื้นดิน โดยทำการเวนคืนที่ดินให้มีขนาดใหญ่พอ รวมทั้งมีการแบ่งช่วง (Phasing) การก่อสร้างตามความเหมาะสมในการขยายตัวของชุมชน โดยระยะแรกของโครงการ ควรออกแบบเป็นลานจอดรถบนดินขนาดประมาณ 300 - 500 คันซึ่งจะใช้พื้นที่ประมาณ 15 ไร่ ในระยะต่อมาสามารถทำเป็นอาคารจอดรถขนาดตั้งแต่ 500-1000 คันได้ โดยยังเหลือที่ว่างให้จอดรถบนดินได้บางส่วน ในการออกแบบอาคารจอดรถของสถานี N28 เนื่องจากมีพื้นที่ดินเพียงพอ ควรออกแบบเป็นอาคารจอดรถ ค.ส.ล.แบบหลายชั้นแต่ไม่ควรสูงเกิน 10 ชั้น การออกแบบระบบหมุนเวียนรถโดยทางลาดอาคาร พิจารณาใช้การออกแบบเป็นทางลาดภายนอก ซึ่งจะทำให้การระบายของรถในอาคารในชั่วโมงเร่งด่วนมีความสะดวกรวดเร็วและคล่องตัวสูง



รูปที่ 5.3.1-7 แสดงผังบริเวณอาคารจอดและจรที่สถานี N28

5.3.2 ออกแบบสถานีการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ

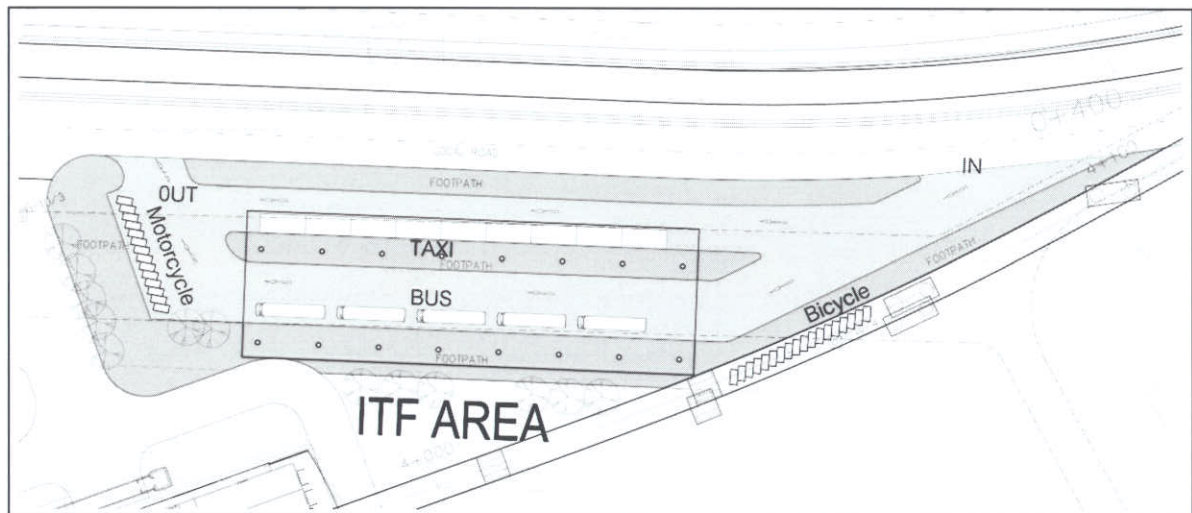
จุดเชื่อมต่อและเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากระบบรถไฟฟ้าสู่ระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ ในที่นี้ ได้แก่ การเปลี่ยนรูปแบบรถไฟฟ้าสู่ระบบรถโดยสารสาธารณะหรือรถแท็กซี่ โดยบริเวณจุดเชื่อมต่อจะประกอบด้วยพื้นที่สำหรับเป็นช่องจอดรถและที่พักรถผู้โดยสาร

ที่ปรึกษาได้นำเสนอจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่บริเวณนั้น ๆ โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณามีดังนี้

- 1) เป็นสถานีปลายทางและสถานีที่มีการเปลี่ยนเส้นทาง
- 2) มีอาคารจอดรถ ตั้งอยู่บริเวณนั้น
- 3) เป็นจุดที่มีอยู่รถประจำทาง
- 4) ความปลอดภัยของผู้มาใช้บริการจุดเชื่อมต่อ
- 5) ความรวดเร็วในการระบายผู้โดยสาร
- 6) ความสะดวกของรถโดยสารที่จะมาจอดรับผู้โดยสาร

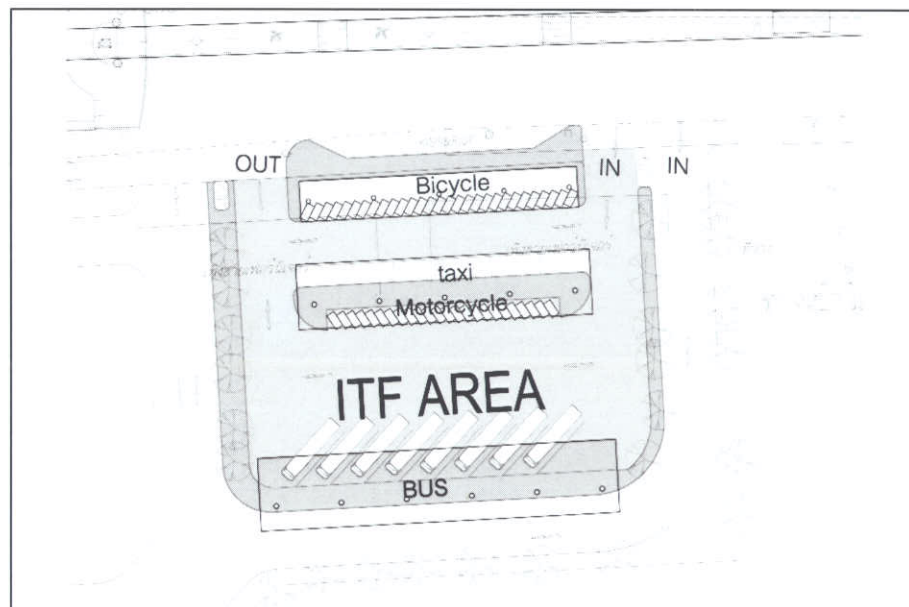
จากหลักการดังกล่าวจึงได้กำหนดจุดเชื่อมต่อไว้ที่สถานี N23 และ N28

N23: ประกอบด้วยที่จอดรถประจำทาง 5 คัน, จอดรถแท็กซี่ 9 คัน และที่จอดรถจักรยาน - จักรยานยนต์



รูปที่ 5.3.2-1 รูปทัศนียภาพ PTI บริเวณสถานี N23

N28: ประกอบด้วยที่จอดรถประจำทาง 8 คัน, จอดรถแท็กซี่ 6 คัน และที่จอดรถจักรยาน - จักรยานยนต์



รูปที่ 5.3.2-2 รูปทัศนียภาพ PTI บริเวณสถานี N28

5.4 การออกแบบเบื้องต้นงานระบบรถไฟฟ้า

การออกแบบเบื้องต้นงานระบบรถไฟฟ้า (Railway Systems) มีสมมุติฐานหลักว่าการเดินรถโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา จะเป็นการเดินรถที่ต่อเนื่องมาจาก ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ เป็นเส้นทางเดียวกัน โดยผู้ให้บริการเดินรถรายเดียว และใช้ศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมกลาง การเดินรถที่คูคต โดยมีระบบรถไฟฟ้าระบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling System) ใช้ระบบที่เป็นเทคโนโลยี CBTC เหมือนกับที่กำหนดไว้ใน ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ สามารถควบคุมขบวนรถ 4 ตู้ และ 6 ตู้/ขบวน ได้แม้จะใช้งานปะปนกัน
- ระบบสื่อสาร (Communications Systems) ประกอบด้วย ระบบโทรศัพท์ (Telephone System) ระบบวิทยุสื่อสาร (Radio Communications System) ระบบเสียงประกาศ (PA System) ระบบสายส่งข้อมูลหลัก (Backbone Data Transmission System) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) ระบบนาฬิกาหลัก (Master Clock System) ระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail System) และระบบแจ้งข้อมูลข่าวสารแก่ผู้โดยสาร (PIS)
- ระบบจ่ายไฟฟ้า (Power Supply System) จ่ายไฟฟ้าให้โครงการตลอดช่วงหมอชิต-ลำลูกกา โดยมีสถานีรับไฟฟ้าของโครงการ ตั้งอยู่ในเส้นทางช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ ใกล้สถานี N19
- ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (SCADA System) ทำหน้าที่ติดตามและควบคุมหน้าที่บางส่วนจากระบบจ่ายไฟฟ้า และติดตามสถานะการทำงาน และรายงานเตือนเหตุต่าง ๆ ของระบบอื่น ๆ และระบบ BMS ควบคุมจัดการระบบประกอบอาคารของสถานีต่าง ๆ และศูนย์ซ่อมบำรุง ในลักษณะ Stand Alone จาก Station/Depot Control Room และส่งสัญญาณรายงานสถานะระบบประกอบอาคารที่สำคัญ ผ่านระบบ SCADA ไปแสดงยังศูนย์ควบคุมการเดินรถ
- รถไฟฟ้า (Rolling Stock) กำหนดให้เริ่มต้นใช้ขบวนรถไฟฟ้าขนาดยาว 4 ตู้/ขบวน และสามารถขยายได้ สูงสุดเป็น 6 ตู้/ขบวน ในอนาคต ขนาด มิติ และสมรรถนะต่าง ๆ ของรถไฟฟ้า จะสอดคล้องกับรถไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในโครงข่ายรถไฟฟ้า สายสีเขียว ในปัจจุบัน เพื่อให้ขบวนรถใหม่และเก่า สามารถวิ่งเชื่อมต่อทะลุกัน ตลอดโครงข่ายได้ โดยไม่มีปัญหา
- ระบบจัดเก็บรายได้อัตโนมัติ (AFC System) เป็นระบบที่บูรณาการที่สมบูรณ์ กับระบบตัวที่ใช้ในโครงข่ายรถไฟฟ้าสายสีเขียวในปัจจุบัน (BTS) ทั้งในส่วนตัวเดินทางเที่ยวเดียว และตัวประเภทเติมเงิน กำหนดให้สามารถใช้เหรียญ/บัตรอัจฉริยะไร้สัมผัส (CST/CSC) หรือบัตรโดยสารแถบแม่เหล็ก (Magnetic Card) สำหรับการเดินทางเที่ยวเดียว โดยขึ้นกับผู้เดินรถว่าจะเลือกใช้เทคโนโลยีระบบใด และกำหนดให้บัตรอัจฉริยะไร้สัมผัส (CSC) สำหรับตัวประเภทเติมเงิน และตัวประเภทนับจำนวนเที่ยวการเดินทาง (Stored Ride)

- ระบบประตูกันแนวขอบชานชาลา (Platform Screen Door System) เป็นทางเลือกให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถเลือกติดตั้งได้ตามต้องการ ระบบที่กำหนดใช้เป็นแบบความสูงครึ่งบาน (Half Height Barrier) สูง 1.3 เมตร จำนวน และระยะห่าง ระยะความกว้าง และตำแหน่งประตู จะสอดคล้องกับจำนวน ระยะห่าง ระยะความกว้างของประตูของรถไฟฟ้า ทั้งขบวนรถที่ยาว 4 ตู้/ขบวน และขบวนรถที่ขยายยาวสูงสุดเป็น 6 ตู้/ขบวน

ระบบรถไฟฟ้าทุกระบบ รวมทั้งขบวนรถไฟฟ้า จะต้องสามารถใช้งานร่วมกับระบบ และโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ของโครงการ ที่มีการศึกษาออกแบบไว้เดิมในช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ ได้ เพื่อให้สามารถให้บริการเดินรถ ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่-ลำลูกกา ได้เสมือนเป็นเส้นทางเดียวกัน นอกจากนี้จะต้องสามารถใช้งานได้แม้จะดำเนินโครงการรวมทั้งหมดในคราวเดียวกัน หรือดำเนินโครงการเป็น 2 ระยะ

รูปแบบการดำเนินโครงการ	ปีที่เริ่มเปิดให้บริการเดินรถ
I ดำเนินการโครงการ ช่วงหมอชิต - ลำลูกกา พร้อมกันในคราวเดียว และเปิดให้บริการพร้อมกัน	ต้นปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)
II ดำเนินการโครงการเป็น 2 ระยะ	
ระยะที่ 1: ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ - คูคต	ต้นปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)
ระยะที่ 2: ช่วงคูคต-ลำลูกกา	ต้นปี พ.ศ. 2571 (ค.ศ. 2028)

โดยหากจะดำเนินโครงการเพียงระยะที่ 1 ซึ่งจะสิ้นสุดที่บริเวณหลังสถานีคูคต ก็สามารถใช้งานให้บริการเดินรถแก่ประชาชนในเส้นทางช่วงหมอชิต-สะพานใหม่-คูคต ได้อย่างสมบูรณ์

การให้บริการเดินรถโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่-ลำลูกกา จะให้บริการเดินรถระหว่างสถานี N9 ถึงสถานี N28 ทุกวันระหว่างช่วงเวลา 6.00-24.00 น. สอดคล้องกับการให้บริการสายสีเขียวในปัจจุบัน

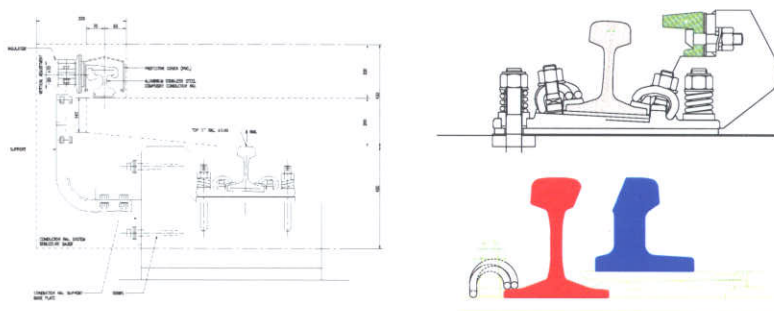
เนื่องจากตัวเลขปริมาณผู้โดยสารในเส้นทางช่วงหลังสถานีคูคต (N24) เป็นต้นไป (โครงการระยะที่ 2) มีน้อยกว่าเส้นทางในช่วงก่อนหน้าอย่างมีนัยสำคัญ การให้บริการในเส้นทางช่วงปลาย จึงจะมีความถี่ในการให้บริการ (Headway) น้อยกว่าเส้นทางช่วงต้น การให้บริการในลักษณะดังกล่าวดำเนินการได้โดยขบวนรถไฟฟ้าครั้งหนึ่งของจำนวนขบวนรถไฟฟ้าทั้งหมด กลับหลังสถานีสถานีคูคต (N24) ซึ่งจะติดตั้งชุด Pocket Track ไว้เพื่อการดังกล่าว โดยในเส้นทาง ช่วงหมอชิต-คูคต (N9-N24) จะสามารถให้บริการด้วยความถี่ในการให้บริการประมาณ 4 นาที เมื่อเริ่มเปิดให้บริการ และลดลงเหลือประมาณ 2 นาที เมื่อมีปริมาณความต้องการในการเดินทางสูงขึ้นในปีหลัง ส่วนเส้นทาง ช่วงคูคต-ลำลูกกา (N25-N28) จะสามารถให้บริการด้วยความถี่ในการให้บริการประมาณ 8 นาที เมื่อเริ่มให้บริการ และลดลงเหลือประมาณ 4 นาที เมื่อมีปริมาณความต้องการในการเดินทางสูงขึ้นในปีหลัง

5.5 ระบบราง (Trackwork Systems)

การออกแบบงานระบบรางในโครงนี้ เป็นระบบที่ต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบรางของโครงการสาย สีเขียว ส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบได้อ้างอิงจากมาตรฐานสากล โดยทั้งนี้ได้ทำการกำหนด เกณฑ์การออกแบบที่เหมาะสมซึ่งประกอบไปด้วย ความกว้างของรางเท่ากับ 1,435 มิลลิเมตร ความเร็วสูงสุดบนทางวิ่งเท่ากับ 80 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง ความเร็วสูงสุดขณะที่อยู่ในศูนย์ซ่อมบำรุง เท่ากับ 25 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง น้ำหนักต่อเพลาส่งสูงสุด เท่ากับ 15.69 ตัน การยกโค้ง ไม่เกิน 125 มิลลิเมตร การยกโค้ง ประสิทธิภาพสูงสุดไม่เกิน 110 มิลลิเมตร ระบบป้องกันการตกราง ใช้การยกขอบคอนกรีตชนนไปกับแนวราง ซึ่งเป็น ส่วนหนึ่งของระบบแท่นรองรับ และที่ปลายของรางจะต้องมีเป็นปะทะซึ่งช่วยหยุดรถ และป้องกันความเสียหายที่อาจ เกิดขึ้นต่อตัวรถ ทำให้มีมาตรฐานในการใช้งาน และความปลอดภัยไม่น้อยหรือดีกว่าระบบเดิมที่มีอยู่

การออกแบบรางและองค์ประกอบต่างๆ เพื่อรองรับตามมาตรฐานและอายุการใช้งานที่กำหนดไว้ นั้นตัวรางต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน EN 13674 ในช่วงทางตรงใช้รางชนิดกรรมวิธีอบด้วยความร้อนปกติ ส่วนในช่วงทางโค้งที่มีรัศมีน้อยกว่า 400 ม. ต้องใช้รางชนิดหัวแข็งพิเศษ โดยความยาวของรางที่นำมาใช้ต้องมีความยาว 18 ม. โดยการติดตั้งทั่วไปจะมีความเอียง 1:40 รางทั้งหมดจะเชื่อมเป็นท่อนยาวต่อเนื่อง (CWR) และใช้คลิปปัดรางเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดจากรางขยายตัวในอุณหภูมิร้อนจัด ในกรณีที่คาดว่ารางจะขยายตัวเกินกว่าความสามารถของระบบ ยึดรางจะรับได้ ก็ให้ติดตั้ง Expansion Joint ที่ได้มาตรฐาน UIC เสริมไปด้วย รางตัวนำจะผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าและอลูมิเนียม โดยมีกระแสไฟฟ้า 4,500 แอมแปร์ ตลอดทั้งเส้น และมีค่าความต้านทาน 0.007 โอห์ม / กม.

เครื่องยึดเหนี่ยวรางเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยึดรางกับแท่นรับรางแบบ Track Plint รวมทั้งจะเป็นฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้าของรางและจะเป็นตัวกำกับความกว้างและความเอียงของราง ในโครงการนี้ระยะห่างระหว่างเครื่องยึดเหนี่ยวรางแต่ละตัวเท่ากับ 700 มม. ในช่วงเส้นทางที่รัศมีมากกว่า 400 ม. และ 650 มม. ในช่วงที่รัศมีน้อยกว่า 400 ม.



รูปที่ 5.5-1 ระบบรางและองค์ประกอบต่าง ๆ

ในส่วนของระบบรางพิเศษอื่น ๆ เช่น รางสำหรับใช้ในพื้นที่อาคารศูนย์ซ่อมบำรุงนั้น รางแบบฝังจมซึ่งสันรางจะอยู่ในระดับเดียวกับพื้นโรงจอดและซ่อมบำรุง

ประแจ รวงสับหลัก ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการด้านการเดินรถ ประกอบได้ด้วยประแจในทางข้ามประแจ ชนิด UIC60-500-1:14 ประแจใน pocket tracks ชนิด UIC60-190-1:9/1:9, UIC60-190-1:9 และประแจเชื่อมต่อกับโรงจอดและซ่อมบำรุง UIC60-140-1:7

5.6 ศูนย์ซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถ

ศูนย์ซ่อมบำรุงของเส้นทางรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 นี้ จะตั้งอยู่ใกล้กับสถานี N24 (สถานีคูคต) โดยจะตั้งอยู่ในพื้นที่เขตสายไหม บริเวณพื้นที่คลองสองตัดกับคลองหกวา เพื่อให้บริการการซ่อมบำรุงรักษารถไฟฟ้าที่วิ่งบริการในเส้นทาง โดยใช้พื้นที่ประมาณ 130 ไร่



รูปที่ 5.6-1 : ตำแหน่งที่ตั้ง และภาพจำลองศูนย์ซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถ (Depot & OCC)

ศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมกลางการเดินรถ (Depot/OCC) ที่บริเวณคูคต ได้รับการพิจารณาคัดเลือกให้เป็นสถานที่ดำเนินการซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถของ โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่-ลำลูกกา เนื่องจากศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมกลางการเดินรถที่เคยมีการศึกษาออกแบบไว้ที่บริเวณด้านทิศใต้ของท่าอากาศยานดอนเมือง ในงานการศึกษาออกแบบรายละเอียดโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ มีประเด็นปัญหาการใช้พื้นที่ดังกล่าว ซึ่ง ผู้แทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งจาก สนข. กองทัพอากาศ รฟม. บริษัทท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย กรมขนส่งทางอากาศ ได้มีการประชุม และมีมติร่วมกันเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2552 ให้ตัดทางเลือกการก่อสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงที่บริเวณทิศใต้ของท่าอากาศยานดอนเมือง ออกจากการพิจารณา และหาตำแหน่งที่เหมาะสมในบริเวณใหม่ต่อไป

การเลือกตำแหน่งศูนย์ซ่อมบำรุงที่คูคต เพื่อให้บริการซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถ โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว ส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-ลำลูกกา เป็นตำแหน่งที่มีความเหมาะสมสูงสุด สอดคล้องกับรูปแบบแนวทางการให้บริการเดินรถ และการดำเนินการโครงการที่อาจแบ่งการดำเนินงาน ออกเป็นระยะที่ 2 โดยช่วงคูคต-ลำลูกกา อาจมีการชะลอการดำเนินงานก่อสร้างออกไปในอนาคต เป็นระยะที่ 2 ได้

ศูนย์ซ่อมบำรุงที่คูคต จะเป็นศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมเต็มรูปแบบ (Full Service Depot/OCC) สามารถรองรับการให้บริการซ่อมบำรุงและควบคุมการเดินรถช่วงหมอซิด-สะพานใหม่-ลำลูกกา ได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาศูนย์ซ่อมบำรุงและศูนย์ควบคุมการเดินรถในที่อื่น โดยจะมีอาคารและสิ่งอำนวยความสะดวกที่สำคัญ และลักษณะการใช้งานดังนี้

- อาคารบริหารและศูนย์ควบคุมกลางการเดินรถ (Administration/OCC Building) เป็นอาคารที่ผู้ให้บริการเดินรถจะใช้เป็นศูนย์กลางการบริหารจัดการ และใช้ในการควบคุมการเดินรถ
- อาคารโรงซ่อมบำรุงหลัก (Main Workshop) เป็นอาคารหลักที่ใช้ในการซ่อมบำรุงขบวนรถไฟฟ้า
- อาคารจอดเก็บขบวนรถไฟฟ้า (Stabling Building) เป็นโรงจอดเก็บขบวนรถไฟฟ้า สามารถจอดเก็บขบวนรถไฟฟ้าได้ 36 ขบวน ที่ความยาวขบวนรถสูงสุด 6 ตู้/ขบวน เพียงพอสำหรับการจอดเก็บขบวนรถไฟฟ้าที่ต้องใช้ทั้งหมดของเส้นทางช่วงหมอซิด - สะพานใหม่ - ลำลูกกา ในระยะเวลา 30 ปี
- อาคารโรงซ่อมบำรุงโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Maintenance Workshop) เป็นอาคารหลักที่ใช้จอดเก็บพาหนะซ่อมบำรุงพิเศษ และใช้ในการวางแผน เตรียมการงานซ่อมบำรุงระบบและโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ทั้งหมดของโครงการในส่วนที่ไม่ใช่ตัวขบวนรถไฟฟ้า
- อาคารย่อย และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ได้แก่ โรงล้างขบวนรถ โรงเจียร์ล้อ สถานีไฟฟ้าย่อยเพื่อการขับเคลื่อน (Traction Service Substation) อาคารเก็บวัสดุอันตราย อาคารบำบัดน้ำเสีย โรงเก็บขยะ ถนนภายในและพื้นที่จอดรถยนต์ ป้อม/อาคารรักษาความปลอดภัย พื้นที่หนองน้ำและสถานีสูบน้ำ และแนวคันดินกั้นน้ำและรั้วรอบพื้นที่ทั้งหมด

การออกแบบโครงสร้างและระบบประกอบอาคารของศูนย์ซ่อมบำรุงที่คูคต จะยึดวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลักสำคัญ อาคารและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จะมีความเรียบง่าย ก่อสร้าง ติดตั้งได้รวดเร็ว มีความปลอดภัยในการใช้งาน บำรุงรักษาและรักษาความปลอดภัยได้สะดวก และถูกต้องตามหลักวิชาการ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

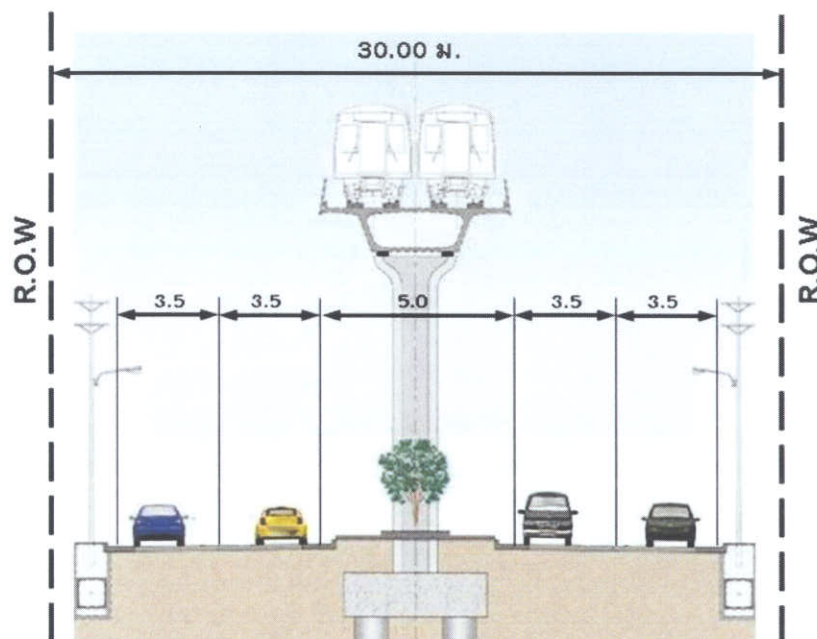
5.7 ถนน Local เชื่อม ถนนพหลโยธิน กับ ถนนลำลูกกา

ตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้าช่วงระหว่างประตูกรุงเทพจนถึงจุดเชื่อมต่อกับถนนลำลูกกา ที่ปรึกษาเสนอให้มีการก่อสร้างถนนโลคัล (Local Road) เพื่อเชื่อมโครงข่ายระหว่างถนนพหลโยธินกับถนนลำลูกกา รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 5.7-1



รูปที่ 5.7-1: แสดงแผนที่แนวถนนสายใหม่

ถนนสายใหม่จะเป็นก่อสร้างเป็นถนน 2 ทิศทางรวม 4 ช่องจราจร อยู่ใต้ทางยกระดับของรถไฟฟ้า โดยใช้แนวเขตทางถนน 30 เมตร โดยมีรายละเอียดรูปตัดถนนดังรูปที่ 5.7-2



รูปที่ 5.7-2 รูปตัดถนนแนวใหม่ 4 ช่องจราจร

ในการเชื่อมต่อถนนสายใหม่ของโครงการกับถนนพหลโยธินและถนนลำลูกกานั้น ที่ปรึกษาได้พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของถนน รวมทั้งการประเมินปริมาณจราจรเมื่อมีแนวถนนของโครงการตัดเชื่อมต่อ รายละเอียดและแนวทางเลือกของการเชื่อมต่อเป็นดังนี้

5.7.1 จุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนพหลโยธิน

สำหรับจุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนพหลโยธิน อยู่ใกล้กับตำแหน่งบริเวณที่เรียกว่า ประตูกรุงเทพ แนวถนนที่ต่อเชื่อมบริเวณนี้ จะเป็นแนวถนนที่อยู่ด้านล่างของทางยกระดับของรถไฟฟ้า เมื่อใกล้ถึงจุดต่อเชื่อมแนวถนนใหม่จะโค้งออกจากใต้ทางยกระดับของรถไฟฟ้าเพื่อมาต่อเชื่อมกับถนนพหลโยธิน สำหรับการต่อเชื่อมถนนในเบื้องต้นที่ปรึกษามีแนวทางเลือกไว้ 3 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 ต่อเชื่อมเป็นสามแยกโดยไม่เปิดเกาะกลางถนน



รูปที่ 5.7-3 ต่อเชื่อมเป็นสามแยกโดยไม่เปิดเกาะกลางถนน

รูปแบบที่ 2 ต่อเชื่อมเป็นสามแยกโดยเปิดเกาะกลางถนน และติดตั้งสัญญาณไฟจราจร



รูปที่ 5.7-4 เชื่อมเป็นสามแยกโดยเปิดเกาะกลางถนน และติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบที่ 3 เป็นสามแยกไม่เปิดเกาะกลางถนนและก่อสร้างสะพานเป็น Directional Ramp



รูปที่ 5.7-5 เป็นสามแยกไม่เปิดเกาะกลางถนนและก่อสร้างสะพานเป็น Directional Ramp

5.7.2 จุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนลำลูกกา

สำหรับจุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนลำลูกกา อยู่ใกล้กับตำแหน่งบริเวณช่วงทางโค้งที่ถัดมาจากสถานีตำรวจคูคต สำหรับการต่อเชื่อมถนนบริเวณดังกล่าวนี้ ที่ปรึกษาได้มีแนวทางเลือกไว้ 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ต่อเชื่อมเป็นสามแยกโดยไม่เปิดเกาะกลางถนน



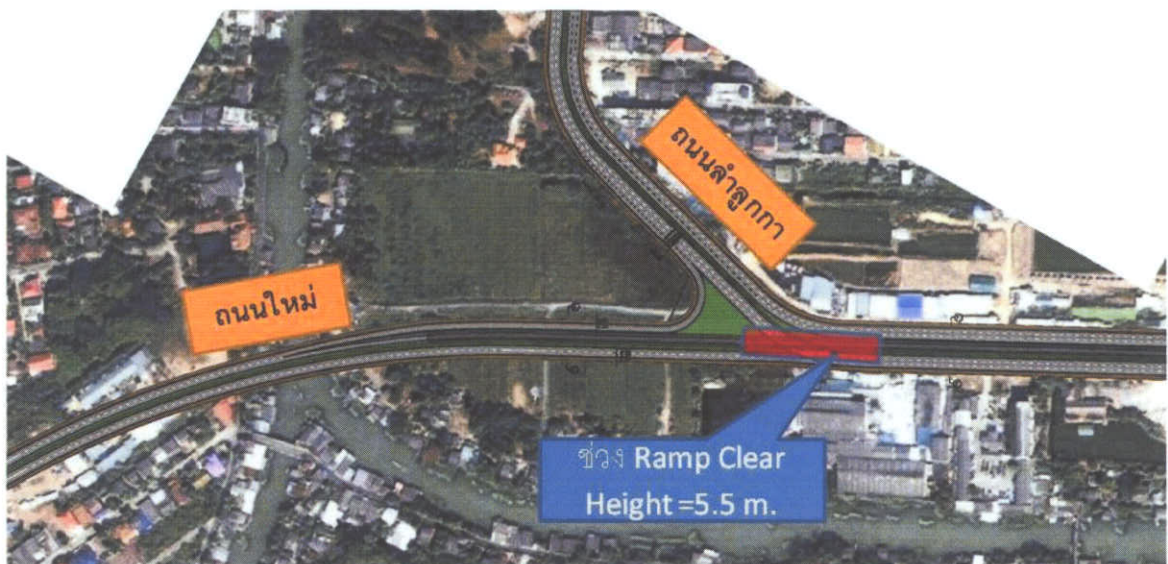
รูปที่ 5.7-6 ต่อเชื่อมเป็นสามแยกโดยไม่เปิดเกาะกลางถนน

รูปแบบที่ 2 ต่อเชื่อมเป็นวงเวียนสามแยก ไม่มีสัญญาณไฟจราจร



รูปที่ 5.7-7 ต่อเชื่อมเป็นวงเวียนสามแยก ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบที่ 3 ก่อสร้างสะพานยกระดับ 1 ช่องจราจร ในทิศทางถนนแนวใหม่กับถนนลำลูกกา



รูปที่ 5.7-8 ต่อเชื่อมโดยก่อสร้างสะพานยกระดับ 1 ช่องจราจร ในทิศทางถนนแนวใหม่กับถนนลำลูกกา

5.7.3 การพิจารณาความเหมาะสมในจุดต่อเชื่อมถนน

1. ความเหมาะสมสำหรับจุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนพหลโยธิน

ตารางที่ 5.7.3-1 ตารางเปรียบเทียบความเหมาะสมจุดต่อเชื่อมกับถนนพหลโยธิน

สาระสำคัญของการเปรียบเทียบ	รูปแบบที่ 1 (สามแยก)	รูปแบบที่ 2 (เปิดเกาะ-สัญญาณไฟ)	รูปแบบที่ 3 (มีทางยกระดับ)
1. ความสามารถรองรับปริมาณการจราจร	ไม่ดี	พอใช้	ดี
2. ราคาค่าก่อสร้าง (ไม่รวมงานเวนคืน)	น้อย (1 ล้านบาท)	น้อย (3 ล้านบาท)	สูงมาก (130 ล้านบาท)
3. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	น้อยมาก	น้อยมาก	น้อย

เนื่องจากโดยหลักการต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนของกรมทางหลวง จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อปัญหาการจราจรในทางสายหลักเดิมเป็นสำคัญ อีกทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งพบว่าทั้ง 3 รูปแบบดังกล่าวมีผลกระทบค่อนข้างน้อย ดังนั้นทางเลือกรูปแบบที่ 3 การก่อสร้างเป็นสามแยกไม่เปิดเกาะกลางถนนและก่อสร้างสะพานเป็น Directional Ramp จึงเหมาะสมที่สุด

2. ความเหมาะสมสำหรับจุดต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนลำลูกกา

ตารางที่ 5.7.3-2 ตารางเปรียบเทียบความเหมาะสมจุดต่อเชื่อมกับถนนลำลูกกา

สาระสำคัญของการเปรียบเทียบ	รูปแบบที่ 1 (สามแยก)	รูปแบบที่ 2 (สามแยก-วงเวียน)	รูปแบบที่ 3 (มีทางยกระดับ)
1. ความสามารถรองรับปริมาณการจราจร	ไม่ดี	ไม่ดี	ดี
2. ราคาค่าก่อสร้าง (ไม่รวมงานเวนคืน)	น้อยมาก (1 ล้านบาท)	น้อย (8 ล้านบาท)	สูงมาก (80 ล้านบาท)
3. ราคาค่าเวนคืนที่ดิน	น้อย (50.4 ล้านบาท)	สูงมาก (106.4 ล้านบาท)	น้อย (47.6 ล้านบาท)
4. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ปานกลาง	มาก	น้อย

เนื่องจากโดยหลักการต่อเชื่อมถนนใหม่กับถนนของกรมทางหลวง จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อปัญหาการจราจรในทางสายหลักเดิมค่อนข้างมาก อีกทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อประชาชนทางด้านการเวนคืนที่ดิน ดังนั้นทางเลือกรูปแบบที่ 3 การก่อสร้างเป็นสะพานยกระดับขนาด 1 ช่องจราจร ในทิศทางถนนแนวใหม่กับถนนลำลูกกา จึงเหมาะสมที่สุด

6. การรื้อย้ายสาธารณูปโภค

6.1 ระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ในปัจจุบันและได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโครงการ

ระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิม ตามแนวเส้นทางก่อสร้างโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้ม ส่วนต่อขยาย สะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 บนช่วงถนนพหลโยธิน และ ถนนลำลูกกา มีดังต่อไปนี้

- 1) ระบบไฟฟ้า ของการไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- 2) ระบบสื่อสารและโทรคมนาคม ของกองทัพอากาศ, บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และบริษัทผู้รับสัมปทาน, บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) และบริษัทผู้รับสัมปทาน
- 3) ระบบสัญญาณไฟจราจร ของกรุงเทพมหานคร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และกรมทางหลวง
- 4) ระบบประปา ของการประปานครหลวง และการประปาสวนภูมิภาค
- 5) ระบบท่อระบายน้ำ ของกรุงเทพมหานคร และกรมทางหลวง
- 6) ระบบท่อน้ำมัน ของบริษัท ท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด บริเวณถนนลำลูกกาช่วงคลองห้า ซึ่งการออกแบบได้หลีกเลี่ยงผลกระทบต่อท่อส่งน้ำมันดังกล่าวนี้

6.2 แนวทางการออกแบบรื้อย้าย

ในการออกแบบรื้อย้ายระบบสาธารณูปโภคแต่ละระบบ แต่ละหน่วยงานที่ดูแลรักษาจะมีมาตรฐานของตัวเองในการรื้อถอน การเคลื่อนย้าย ติดตั้งระบบสาธารณูปโภคนั้น ๆ ทั้งที่อยู่ใต้ดิน อยู่ผิวดิน หรือ อยู่บนอากาศ ผู้รับจ้างงานก่อสร้างจึงต้องดำเนินการประสานงานอย่างใกล้ชิด เพื่อหาแนวทางการรื้อย้ายสาธารณูปโภคที่เหมาะสม การรื้อย้ายระบบสาธารณูปโภคที่ระบุในแบบเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่มีอยู่ตามที่รวบรวมได้ในปัจจุบันเท่านั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาประกอบการวางแผนงานก่อสร้างที่จะดำเนินงานต่อไป ซึ่งในขั้นตอนการก่อสร้าง ผู้รับจ้างงานก่อสร้างต้องรับผิดชอบในการสำรวจระบบสาธารณูปโภคเดิมอย่างละเอียดอีกครั้ง ทั้งตำแหน่ง ขนาด จำนวน ชนิด และสภาพของสาธารณูปโภคเดิมภายในพื้นที่ก่อสร้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง รวมทั้งต้องประสานงานอย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานที่ดูแลรักษา เพื่อให้การรื้อย้ายเป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดของหน่วยงานนั้น ๆ รวมถึงการพิจารณาวิธีป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่มีต่อระบบสาธารณูปโภคและประชาชนในพื้นที่ให้น้อยที่สุด

6.3 วิธีการรื้อย้ายสาธารณูปโภค

การรื้อย้ายสาธารณูปโภคที่ได้รับผลกระทบจากงานก่อสร้าง บนถนนพหลโยธินและบนถนนลำลูกกา ทำโดยการย้ายระบบสายอากาศของไฟฟ้าเฉพาะช่วงที่บริเวณที่ได้รับผลกระทบลงใต้ดิน เช่น บริเวณก่อสร้างสถานี และ ตอม่อรถไฟฟ้าบางจุด แล้วจึงยกสายขึ้นเป็นระบบสายอากาศเมื่อพ้นบริเวณที่ได้รับผลกระทบแล้ว ส่วนระบบสายใต้ดิน ได้ออกแบบหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อระบบดังกล่าว ยกเว้นกรณีที่จะต้องมีการย้ายแนวท่อสายใต้ดินใหม่ ส่วนระบบประปาและระบบระบายน้ำ จะรื้อย้ายท่อออกจากแนวการก่อสร้างไปไว้ที่ตำแหน่งใหม่ที่เหมาะสมใต้ผิวจราจร หรือใต้ผิวทางเท้าซึ่งต้องพิจารณาถึงขนาดและตำแหน่งของฐานรากโครงสร้างด้วย

7. แผนการดำเนินงานโครงการ

การดำเนินงานโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง 4 โดยนโยบายของภาครัฐ ที่ต้องการให้มีการลงทุนโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้กำหนดให้โครงการแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงสะพานใหม่-คูคต และ ช่วงคูคต-ลำลูกกา สำหรับช่วงสะพานใหม่-คูคต กำหนดให้ดำเนินการก่อสร้างสอดคล้องกับโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงหมอชิต-สะพานใหม่ ส่วนโครงการช่วงคูคต-ลำลูกกา จากผลการศึกษาในโครงการแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนระบบรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น ได้ระบุให้ดำเนินการเปิดให้บริการในปี 2571 ซึ่งสอดคล้องกับผลการคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสาร ดังนั้นในหัวข้อนี้ ที่ปรึกษาจึงขอเสนอแผนการดำเนินงานก่อสร้างโครงการเฉพาะช่วงสะพานใหม่-คูคต ที่มีระยะทางประมาณ 6.5 กิโลเมตร ดังรูปที่ 7-1

BMLE Overall Project Implementation Program

	Description	Y0		Y1		Y2		Y3		Y4
		2H	1H	2H	1H	2H	1H	2H	1H	
	งานโครงการระบบขนส่งกรุงเทพมหานคร ช่วงสะพานใหม่ - คูคต									
1	การจัดซื้อจัดจ้าง (Procurement/Tender Period)									
2	ส่งมอบพื้นที่ก่อสร้าง (Land Handover)									
3	งานรื้อย้ายสาธารณูปโภค (Utilities Relocation)									
4	งานก่อสร้างโครงสร้างทางวิ่งและสถานี (Viaduct & Stations Construction)									
5	งานก่อสร้างศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot/OCC Construction)									
6	งานก่อสร้างศูนย์อำนวยความสะดวก (Intermodal Transfer Facilitis)									
7	งานติดตั้งระบบราง (Trackwork Installation)									
8	งานติดตั้งอุปกรณ์ซ่อมบำรุงในศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot Equipment Installation & Testing)									
9	งานติดตั้งและทดสอบระบบรถไฟฟ้า (Railway Systems Installation & Testing)									
10	การจัดส่งรถไฟฟ้า									
11	งานทดสอบระบบโดยรวมและทดลองการเดินรถ (Integrated Testing & Trial Run)									
	งานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ (Other Relevant Works)									
A	การคัดเลือกและว่าจ้างผู้ให้บริการเดินรถ									
B	การจัดตั้งศูนย์ประมวลผลและจัดแบ่งรายได้ (Clearing House)									
C	การว่าจ้างที่ปรึกษาบริหารโครงการ ควบคุมงานก่อสร้างติดตั้ง และงานที่ปรึกษาอื่นๆ									

รูปที่ 7-1 แผนดำเนินงานโครงการโดยรวม

การดำเนินงานโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-คูคต ตามแผนดำเนินงานโดยรวมในรูปที่ 7-1 ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่ารัฐบาลจะเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินงานในส่วนการรื้อย้ายสาธารณูปโภค การจัดการสิทธิ์พื้นที่ (เวนคืน) ส่งมอบพื้นที่เพื่อการก่อสร้าง และงานโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดของโครงการ (Project Infrastructures) ได้แก่การก่อสร้างโครงสร้างทางยกระดับ สถานีรถไฟฟ้า ศูนย์ซ่อมบำรุง งานก่อสร้างติดตั้งระบบราง และงานก่อสร้างศูนย์อำนวยความสะดวก

ส่วนการติดตั้งระบบรถไฟฟ้า อุปกรณ์ซ่อมบำรุงในศูนย์ซ่อมบำรุง และการจัดซื้อรถไฟฟ้า จะดำเนินการโดยผู้เดินรถ ซึ่งภาครัฐฯ อาจพิจารณาให้ผู้เดินรถในระบบส่วนเดิมและหรือส่วนที่ต่อเนื่องจากโครงการหมอชิต-สะพานใหม่ เป็นผู้ให้บริการเดินรถต่อเนื่องมายังส่วนต่อขยายของโครงการ หรือภาครัฐฯอาจคัดเลือกและว่าจ้างผู้เดินรถรายใหม่ให้เข้ามาเป็นผู้ให้บริการเดินรถและดำเนินการงานในส่วนนี้

เนื่องจากระบบรถไฟฟ้าระบบต่าง ๆ โดยเฉพาะรถไฟฟ้า ต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน ในออกแบบผลิตทดสอบในโรงงาน และจัดส่งมายังโครงการ (ใช้ระยะเวลารวมประมาณ 10-15 เดือน) การจัดซื้อจัดจ้างระบบรถไฟฟ้า และรถไฟฟ้าในส่วนความรับผิดชอบของผู้เดินรถจึงกำหนดให้เริ่มพร้อมกับการจัดจ้างผู้รับจ้างก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานในส่วนที่รัฐบาลจะเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน อย่างไรก็ตามการคัดเลือกผู้ลงทุนและผู้เดินรถไฟฟ้า ควรจะแล้วเสร็จก่อนที่จะเริ่มดำเนินการก่อสร้างงานก่อสร้างทางวิ่งรถไฟฟ้า ดังนั้นการคัดเลือกและว่าจ้างผู้เดินรถ จึงควรจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนครึ่งปีแรกของปีที่ 1

ในกรณีที่ภาครัฐฯ เลือกที่จะเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างระบบรถไฟฟ้า และรถไฟฟ้าเอง และว่าจ้างผู้ให้บริการเดินรถเพียงเพื่อให้บริการเดินรถและบำรุงรักษาระบบ แผนดำเนินงานโครงการโดยรวมที่เสนอก็คงยังสามารถใช้งานได้ โดยขั้นตอนการคัดเลือกและว่าจ้างผู้ให้บริการเดินรถจะไม่จำเป็นต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนครึ่งปีแรกของปีที่ 1 และสามารถใช้เวลาในการคัดเลือกผู้ให้บริการเดินรถและเจรจาต่อรองต่อไปได้จนถึงช่วงก่อนการเริ่มติดตั้งและทดสอบระบบรถไฟฟ้า

แผนดำเนินงานในรูปที่ 7-1 ยังสามารถใช้ได้ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าผู้เดินรถที่ได้สัมปทานโครงการ จะเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินงานในส่วนโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดของโครงการ (Project Infrastructures) และการติดตั้งระบบรถไฟฟ้า อุปกรณ์ซ่อมบำรุงในศูนย์ซ่อมบำรุง และการจัดซื้อรถไฟฟ้า ด้วยตนเองทั้งหมด โดยสิ่งที่จะเปลี่ยนแปลงไปคืองานในขั้นตอนการจัดซื้อจัดจ้างส่วนใหญ่จะเปลี่ยนมาอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของผู้ได้รับสัมปทานเดินรถ

8 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ

8.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

งานวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- งานประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านเศรษฐกิจของโครงการ
- งานประเมินผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจของโครงการ
- งานวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจของโครงการ
- งานวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

งานประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุน ที่ปรึกษาจะทำการประเมินค่าลงทุนโครงการ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสำคัญๆ ได้แก่ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ค่าก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านโยธา ค่าติดตั้งระบบราง ค่างานระบบสัญญาณการเดินรถและระบบเครื่องกลไฟฟ้า ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐกิจโดยใช้ราคาซึ่งสะท้อนถึงคุณค่าที่แท้จริงของทรัพยากรอันมีอยู่จำกัดของสังคม ทั้งนี้โดยการปรับราคาทางการเงินหรือราคาตลาด (Financial Price or Market Price) เป็นราคาทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Price)

สรุปค่าใช้จ่ายของโครงการเบื้องต้น มีดังนี้

1. ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ค่าใช้จ่ายในส่วนของการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและชดเชยสิ่งปลูกสร้าง
2. ค่าก่อสร้างโครงการ ประกอบด้วย ค่าก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของโครงการ (Civil Works) รวม สะพานลอยและอุโมงค์รถยนต์ ค่าก่อสร้างรางรถไฟ (Track Works) ค่าก่อสร้างสถานี (Station) ค่าก่อสร้างโรงซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า (Depot) ที่ลำลูกกา ค่า Interface Facility และ ค่าอุปกรณ์สื่อสาร (Signal/Communication)
3. ค่าขบวนรถ (Rolling Stock) ซึ่งจะมีการลงทุนในช่วงแรกคือเมื่อก่อสร้างโครงการ และจะดำเนินการจัดซื้อเพิ่มในระหว่างให้บริการเพื่อรองรับปริมาณผู้เดินทางที่เพิ่มมากขึ้น
4. ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าจ้างบุคลากร ค่าบำรุงรักษา ระบบรถไฟฟ้าและค่าพลังงานในการเดินรถ
5. ค่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงาน

ตารางที่ 8.1-1 สรุปค่าลงทุนทางเศรษฐกิจของโครงการ

หน่วย : ล้านบาท

รายการ	สะพานใหม่ - ลำลูกกาคลอง4 (มีโรงซ่อมบำรุงที่คูคต)	สะพานใหม่ - ลำลูกกาคลอง4 (ก่อสร้างเป็นขั้นตอน มีโรงซ่อม บำรุงที่คูคต)	หมอชิต - คูคต (มีโรงซ่อมบำรุงที่คูคต)	หมอชิต - ลำลูกกาคลอง4 (ก่อสร้างเป็นขั้นตอน มีโรง ซ่อมบำรุงที่คูคต)	หมอชิต - ลำลูกกาคลอง4 (มีโรงซ่อมบำรุงที่คูคต)
ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง	2,209	2,209	2,487	2,559	1,892
ค่าก่อสร้างรวมM&E	23,051	24,528	35,834	44,601	43,113
ค่าตรวจสอบติดตามสิ่งแวดล้อมระหว่างก่อสร้าง	10	17	19	23	10
ค่าขบวนรถ(เฉพาะช่วงก่อสร้างโครงการ)	1,023	1,791	4,860	5,884	5,372
ค่าที่ปรึกษาควบคุมงาน	755	825	1,276	1,583	1,521
รวมค่าลงทุนโครงการ	27,048	29,371	44,477	54,649	51,908
ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา(ตลอดอายุโครงการ 30 ปี)	16,071	12,499	44,160	46,907	49,582
ค่าตรวจสอบติดตามสิ่งแวดล้อมระหว่างให้บริการ	49	63	109	112	49
ค่าขบวนรถและค่าระบบเดินรถเพิ่มเติมตลอดอายุโครงการ	3,416	2,785	2,908	4,161	4,587
รวมทั้งหมด	46,584	44,718	91,653	105,828	106,126

ที่มา: จากการประมาณการโดยที่ปรึกษา

งานประเมินผลประโยชน์โครงการ ที่ปรึกษาจะทำการประเมินผลประโยชน์ตอบแทนในด้านเศรษฐกิจเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างในกรณี “มีโครงการ” และ “ไม่มีโครงการ” ผลประโยชน์ของโครงการสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อม

ผลประโยชน์ทางตรงได้แก่

- ก) มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Savings of Vehicle Operating Cost)
- ข) มูลค่าการประหยัดเวลาในการเดินทางของผู้ใช้ถนน (Savings of Road Users' Travel Time)
- ค) มูลค่าการลดค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อม (Savings of Environmental Cost)

ผลประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน เช่น การพัฒนาการใช้ที่ดินบริเวณแนวระบบขนส่งมวลชนและบริเวณสถานี การเข้าถึงการบริการต่าง ๆ ของภาคครัวเรือนได้สะดวกยิ่งขึ้น

ผลประโยชน์ของโครงการแสดงดังตาราง

ตารางที่ 8.1-2 มูลค่าผลประโยชน์ของโครงการ กรณีก่อสร้างช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4

ปี พ.ศ.	ปี ค.ศ.	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่ายในการ ใช้ยานพาหนะ (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด เวลาในการเดินทาง (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่าย ในการกำจัดมลพิษ (ล้านบาท/ปี)	รวมผลประโยชน์ (ล้านบาท/ปี)
2558	2015	334	944	134	1,412
2564	2021	1,361	2,203	336	3,900
2569	2026	1,685	3,088	490	5,263
2574	2031	1,382	4,681	542	6,605
2579	2036	1,526	5,168	598	7,292
รวมตลอดอายุโครงการ		43,062	121,915	15,337	180,314
คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน		5,733	13,960	1,920	21,811

ตารางที่ 8.1-3 มูลค่าผลประโยชน์ของโครงการ กรณีก่อสร้างช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4
(ก่อสร้างเป็นขั้นตอน)

ปี พ.ศ.	ปี ค.ศ.	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่ายในการ ใช้ยานพาหนะ (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด เวลาในการเดินทาง (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่าย ในการกำจัดมลพิษ (ล้านบาท/ปี)	รวมผลประโยชน์ (ล้านบาท/ปี)
2558	2015	559	1,581	225	2,364
2564	2021	1,058	1,712	261	3,031
2569	2026	1,295	2,372	377	4,044
2574	2031	1,382	4,681	542	6,605
2579	2036	1,526	5,168	598	7,292
รวมตลอดอายุโครงการ		41,730	121,733	15,121	178,584
คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน		5,150	12,953	1,761	20,144

ตารางที่ 8.1-4 มูลค่าผลประโยชน์ของโครงการ กรณีก่อสร้างช่วงหมอชิต-คูคต

ปี พ.ศ.	ปี ค.ศ.	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่ายในการ ใช้ยานพาหนะ (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด เวลาในการเดินทาง (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่าย ในการกำจัดมลพิษ (ล้านบาท/ปี)	รวมผลประโยชน์ (ล้านบาท/ปี)
2558	2015	1,346	3,803	541	5,690
2564	2021	3,177	5,142	784	9,103
2569	2026	4,265	7,813	1241	13,319
2574	2031	4,684	15,866	1838	22,388
2579	2036	5,172	17,517	2029	24,718
รวมตลอดอายุโครงการ		133,709	388,202	48,499	570,409
คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน		18,316	46,355	6,327	70,998

ตารางที่ 8.1-5 มูลค่าผลประโยชน์ของโครงการ กรณีก่อสร้างช่วงหมอชิต-ลำลูกกา
(ก่อสร้างเป็นขั้นตอน)

ปี พ.ศ.	ปี ค.ศ.	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่ายในการ ใช้ยานพาหนะ (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด เวลาในการเดินทาง (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่าย ในการกำจัดมลพิษ (ล้านบาท/ปี)	รวมผลประโยชน์ (ล้านบาท/ปี)
2558	2015	1,346	3,803	541	5,690
2564	2021	3,177	5,142	784	9,103
2569	2026	4,265	7,813	1241	13,319
2574	2031	4,905	16,616	1925	23,446
2579	2036	5,416	18,345	2125	25,886
รวมตลอดอายุโครงการ		138,105	402,391	50,181	590,677
คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน		18,586	47,180	6,427	72,514

ตารางที่ 8.1-6 มูลค่าผลประโยชน์ของโครงการ กรณีก่อสร้างช่วงหมอชิต-ลำลูกกา

ปี พ.ศ.	ปี ค.ศ.	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่ายในการ ใช้ยานพาหนะ (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด เวลาในการเดินทาง (ล้านบาท/ปี)	มูลค่าประหยัด ค่าใช้จ่าย ในการกำจัดมลพิษ (ล้านบาท/ปี)	รวมผลประโยชน์ (ล้านบาท/ปี)
2558	2015	1,400	3,957	562	5,919
2564	2021	3,480	5,633	859	9,972
2569	2026	4,655	8,529	1354	14,538
2574	2031	4,905	16,616	1925	23,446
2579	2036	5,416	18,345	2125	25,886
รวมตลอดอายุโครงการ		141,263	408,602	51,115	600,980
คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน		19,389	48,847	6,674	74,910

ผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ

การดำเนินโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา ส่งผลดีต่อระบบเศรษฐกิจในภาพรวม นั่นคือความสะดวกในการเดินทางก่อให้เกิดการพัฒนาการใช้ที่ดินบริเวณแนวโครงการและบริเวณสถานี เปิดพื้นที่ใหม่ ๆ ที่ยังไม่ได้มีการพัฒนาอย่างเต็มที่ ซึ่งจึงทำให้เกิดการลงทุนของภาคเอกชนในด้านต่าง ๆ ส่งผลให้อุปสงค์ต่อที่ดินตามแนวเส้นทางโครงการมีเพิ่มมากขึ้น ที่ดินมีราคาเพิ่มสูงขึ้น ก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมทางเศรษฐกิจตลอดแนวโครงการมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการจ้างงานและมีการกระจายรายได้สู่ภาคครัวเรือน

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากตัวคูณเศรษฐกิจ (Economic Multiplier Effect)

สัดส่วนต้นทุนในประเทศ(LC) ของโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวเข้มส่วนต่อขยาย ช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา มีค่าเท่ากับ 13,900 ล้านบาท หรือประมาณร้อยละ 52 ของเงินลงทุนทั้งหมด ซึ่งจะใช้จ่ายเพื่อซื้อสินค้าและบริการต่าง ๆ ที่ผลิตในประเทศเพื่อการก่อสร้างโครงการ ก่อให้เกิดผลต่อเนื่องในการผลิตและการจ้างงานในสาขาต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เศรษฐกิจของประเทศเติบโตขึ้นมากกว่าเงินลงทุนในโครงการ จากการศึกษาก่อนหน้านี้ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้ประมาณการสัดส่วนของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจเพิ่มเติมอันเนื่องมาจากผลของตัวคูณทางเศรษฐกิจ ซึ่งตัวคูณทางเศรษฐกิจดังกล่าวจะมีค่าประมาณ 2.7 เท่าของเงินลงทุนโครงการที่เป็นเงินบาท (Local Currency) และจากการจ้างงานที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 20.7 ของมูลค่าการลงทุน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก) ซึ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากตัวคูณเศรษฐกิจของโครงการนี้คิดเป็นมูลค่ากว่า 37,600 ล้านบาท และมูลค่าการจ้างงานกว่า 7,800 ล้านบาท

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีตามแนวสายทาง

การก่อสร้างระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะก่อให้เกิดการพัฒนาพื้นที่โดยรอบโครงการตลอดแนวสายทาง โดยเฉพาะบริเวณใกล้เคียงสถานีทั้ง 8 แห่ง ในการศึกษาค้างนี้ได้ตั้งสมมติฐานเพื่อวิเคราะห์ผลประโยชน์ในการพัฒนาที่ดินรัศมี 250 เมตรรอบสถานีรถไฟฟ้า เป็นพื้นที่ประมาณ 123 ไร่ต่อสถานี คิดเป็นพื้นที่รวมทั้งหมด 982 ไร่ โดยสมมติให้เป็นพื้นที่ว่างเปล่ารอการพัฒนา หรือพื้นที่ซึ่งเจ้าของที่ดินจะทำการรื้อสิ่งปลูกสร้างเก่าเพื่อพัฒนาใหม่ประมาณ 344 ไร่ กำหนดให้กิจกรรมลงทุนด้านอสังหาริมทรัพย์ประกอบด้วย คอนโดมิเนียม หมู่บ้านจัดสรร ศูนย์การค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต อาคารสำนักงาน โรงเรียน และท่าจอดเรือตู้และรถประจำทาง ซึ่งคิดเป็นมูลค่าที่ดินทั้งหมด 4,027 ล้านบาท (เฉลี่ยตร.วาละ 29,000 บาท) และมูลค่าการก่อสร้างอีก 14,746 ล้านบาท รวมเป็นมูลค่าเพิ่มจากการพัฒนาพื้นที่กว่า 18,773 ล้านบาท

จะเห็นได้ว่าการลงทุนโครงการนอกจากจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางตรงต่อระบบเศรษฐกิจแล้ว ยังก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางอ้อมในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาที่ดิน การก่อให้เกิดผลต่อเนื่องในการผลิตและการจ้างงานในสาขาต่าง ๆ และยังรวมถึงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชนในพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของภาครัฐได้อย่างสะดวกและทั่วถึงอีกด้วย

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจของโครงการ

สำหรับกรณีฐาน ลงทุนช่วงหมอชิต-ลำลูกกา คลอง 4 (ก่อสร้างพร้อมกันทั้งหมด) เปิดให้บริการปี พ.ศ. 2558 ผลการวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐกิจ พบว่า มีความเหมาะสมแก่การลงทุน โดยมี

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ อัตราคิดลดร้อยละ 12 เท่ากับ 27,308 ล้านบาท
- อัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์กับค่าลงทุนทางเศรษฐกิจ (B/C Ratio) เท่ากับ 1.57
- อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (EIRR) เท่ากับร้อยละ 17.4

ดังปรากฏในตารางที่ 8.1-8 และรายละเอียดดังในตารางภาคผนวก ค

ตารางที่ 8.1-7 สรุปผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจของโครงการ

ตัวชี้วัด		
NPV (ล้านบาท)	B/C Ratio	EIRR (%)
27,308	1.57	17.4

จากผลการวิเคราะห์โครงการแสดงว่า การลงทุนดำเนินโครงการมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ เนื่องจาก โครงการให้อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (EIRR) มากกว่าอัตราค่าเสียโอกาสของโครงการที่ร้อยละ 12 ให้ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน ที่มากกว่า 1 รวมทั้งให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่มากกว่าศูนย์ ซึ่งแสดงว่าโครงการสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อต้นทุนทรัพยากรของประเทศ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ จะนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาตัดสินใจในการดำเนินการ ภายใต้สภาพที่แปรเปลี่ยนไปของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อโครงการ เช่น ปริมาณจราจร อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ราคาน้ำมัน เป็นต้น ทั้งนี้ เนื่องมาจากสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรดังกล่าวจะทำให้มูลค่าการลงทุนทางเศรษฐกิจของโครงการอาจจะเพิ่มขึ้น หรือผลประโยชน์ของโครงการที่ประมาณไว้ลดลง อันเนื่องมาจากตัวแปรที่กล่าวมาข้างต้น รวมถึงการวิเคราะห์เพิ่มเติมในกรณีที่ก่อสร้างโครงการเฉพาะช่วงต่าง ๆ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการประกอบด้วย

- กรณีที่ 1 มูลค่าการลงทุนของโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 จากมูลค่าการลงทุนเดิม
- กรณีที่ 2 ผลประโยชน์จากโครงการลดลงร้อยละ 20 จากมูลค่าผลประโยชน์เดิม
- กรณีที่ 3 มูลค่าการลงทุนของโครงการเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 จากมูลค่าการลงทุนเดิม และผลประโยชน์จากโครงการลดลงร้อยละ 20 จากมูลค่าผลประโยชน์เดิม
- กรณีที่ 4 วิเคราะห์กรณีที่ก่อสร้างช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4 เปิดให้บริการปี พ.ศ. 2555

- กรณีที่ 5 วิเคราะห์กรณีก่อสร้างเป็นขั้นตอนช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง4 โดยเปิดให้บริการช่วงสะพานใหม่-คูคต ปี พ.ศ. 2558 และเปิดให้บริการช่วงคูคต-ลำลูกกาปี พ.ศ. 2571
- กรณีที่ 6 วิเคราะห์กรณีก่อสร้างช่วงหมอชิต-คูคต เปิดให้บริการปี พ.ศ. 2558
- กรณีที่ 7 วิเคราะห์กรณีก่อสร้างเป็นขั้นตอนช่วงหมอชิต-ลำลูกกาคลอง4 โดยเปิดให้บริการ ช่วงหมอชิต-คูคต ปี พ.ศ. 2558 และเปิดให้บริการช่วงคูคต-ลำลูกกาคลอง 4 ปี พ.ศ. 2571

ตารางที่ 8.1-8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเศรษฐกิจของโครงการ

รายละเอียด	ตัวชี้วัด		
	NPV (ล้านบาท)	B/C Ratio	EIRR (%)
กรณีฐาน (Base Case)	27,308	1.57	17.4
- กรณีที่ 1: ค่าลงทุนเพิ่มขึ้น 20%	17,787	1.31	15.1
- กรณีที่ 2: ผลประโยชน์ลดลง 20%	12,326	1.26	14.6
- กรณีที่ 3: ค่าลงทุนเพิ่มขึ้น 20% และ ผลประโยชน์ลดลง 20%	2,805	1.05	12.5
- กรณีที่ 4: กรณีก่อสร้างช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกาคลอง4	-2,047	0.91	11.2
- กรณีที่ 5: กรณีก่อสร้างเป็นขั้นตอนช่วงสะพานใหม่-ลำลูกกา คลอง 4	962	1.05	12.5
- กรณีที่ 6: กรณีก่อสร้างกรณีก่อสร้างช่วงหมอชิต-คูคต	29,904	1.72	18.7
- กรณีที่ 7: กรณีก่อสร้างเป็นขั้นตอนช่วงหมอชิต-ลำลูกกาคลอง4	32,870	1.77	19.7

จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทางด้านเศรษฐกิจ พบว่า การดำเนินโครงการไม่มีความอ่อนไหวทางด้านเศรษฐกิจ กล่าวคือ ไม่ว่าตัวแปรทางด้านต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร การดำเนินโครงการยังคงมีความเหมาะสมและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน กล่าวคือ ยังคงมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นบวก หรือมากกว่าศูนย์ ให้ค่าผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจของโครงการ (EIRR) ที่มากกว่าร้อยละ 12 และมีค่าอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย ที่มากกว่า 1 แต่จะเห็นได้ว่าหากต้องการดำเนินโครงการให้เกิดผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจสูงสุดควรที่จะดำเนินโครงการช่วงหมอชิต-คูคต (กรณีที่ 6) เนื่องจากปริมาณการเดินทางในระบบจะทำให้เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเหมาะสมกับค่าลงทุนโครงการ โดยเมื่อเลื่อนการดำเนินโครงการช่วง คูคต-ลำลูกกาออกไปจนมีผลประโยชน์ที่เหมาะสม (กรณีที่ 7) จะทำให้ค่าดัชนีชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

8.2 การศึกษาผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

ในส่วนของการศึกษาผลตอบแทนทางการเงิน ที่ปรึกษา ได้จัดทำประมาณการทางการเงินโดยใช้สมมติฐานจากข้อมูลทางวิศวกรรม ประกอบกับสมมติฐานทางการเงินตาม MRT Assessment Standardisation อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับการนำไปปฏิบัติจริง ที่ปรึกษา ได้จัดทำการวิเคราะห์ออกเป็น 4 กรณี ตามรูปแบบการพัฒนาโครงการ ได้แก่

- กรณีที่ 1 เส้นทาง ส่วนต่อขยายสะพานใหม่ – ลำลูกกา พร้อมทั้งศูนย์ซ่อมบำรุง
- กรณีที่ 2 เส้นทาง ส่วนต่อขยายสะพานใหม่ – คูคต พร้อมทั้งศูนย์ซ่อมบำรุง
- กรณีที่ 3 เส้นทาง ส่วนต่อขยายหมอชิต – คูคต พร้อมทั้งศูนย์ซ่อมบำรุง
- กรณีที่ 4 เส้นทาง ส่วนต่อขยายหมอชิต – ลำลูกกา พร้อมทั้งศูนย์ซ่อมบำรุง

1. เงินลงทุน

สำหรับการจัดทำประมาณการเงินลงทุน ที่ปรึกษา ได้แบ่งเงินลงทุนในโครงการออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ (1) งานจัดหาที่ดินและรื้อย้ายสาธารณูปโภค (2) งานโครงสร้างโยธาและระบบราง (3) งานระบบรถไฟฟ้า และ (4) งานจัดหาขบวนรถ ซึ่งในแต่ละกรณีการวิเคราะห์ทั้งเงินลงทุนก็จะมีค่าแตกต่างกันไปตามระยะทางและรูปแบบของศูนย์ซ่อมบำรุง โดยวงเงินลงทุนในแต่ละส่วนของโครงการดังแสดงในตารางที่ 8.2-1

ตารางที่ 8.2-1 : มูลค่าเงินลงทุนในแต่ละกรณี (ราคาปี 2552, ล้านบาท)

	กรณีที่ 1 สะพานใหม่-ลำลูกกา	กรณีที่ 2 สะพานใหม่-คูคต	กรณีที่ 3 หมอชิต-คูคต	กรณีที่ 4 หมอชิต-ลำลูกกา
ที่ดิน	1,979	1,913	2,161	2,227
ค่าชดเชยอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	257	250	361	368
งานโยธา				
โครงสร้าง ทางวิ่ง สถานี	13,225	7,417	21,818	27,625
ระบบราง	2,224	1,498	2,929	3,649
ศูนย์ซ่อมบำรุง, อาคารจอดรถ, อื่นๆ	3,778	3,364	5,813	6,226
รวมงานโยธา	19,226	12,280	30,559	37,501
ระบบรถไฟฟ้า				
งานระบบรถไฟฟ้า	7,754	6,194	11,383	12,961
รวมระบบรถไฟฟ้า	7,754	6,194	11,383	12,961
ขบวนรถ	1,198	1,497	5,689	6,288
รวมทั้งหมด	30,413	22,134	50,153	59,344

เงินลงทุนข้างต้นเป็นเงินลงทุนในช่วงแรกก่อนการเปิดให้บริการ ซึ่งนอกจากเงินลงทุนในช่วงดังกล่าวแล้ว ที่ปรึกษา ได้จัดทำประมาณการเงินลงทุนเพิ่มเติมในระหว่างการเปิดให้บริการตามแผนปฏิบัติการเดินรถ เช่น การจัดซื้อขบวนรถและติดตั้งระบบรถไฟฟ้าเพิ่มเติม ตัวอย่างสำหรับกรณีที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 8.2-2

ตารางที่ 8.2-2 : มูลค่าเงินลงทุนเพิ่มเติมหลังจากเปิดให้บริการ กรณีที่ 1 (ราคาปี 2552, ล้านบาท)

รายการ	ปีที่ลงทุน	เงินลงทุน (ล้านบาท)
จัดซื้อขบวนรถเพิ่มเติม	ปีที่ 11	1,634.20
จัดซื้อขบวนรถเพิ่มเติม	ปีที่ 21	1,361.83
ปรับปรุงขบวนรถเดิม รถชุดแรก	ปีที่ 15	441.78
ปรับปรุงขบวนรถเดิม รถชุดที่สอง	ปีที่ 26	539.29
ปรับปรุงขบวนรถเดิม รถชุดที่สาม	ปีที่ 36	449.41
เปลี่ยนอุปกรณ์ระบบรถไฟฟ้า	ปีที่ 15	7,753.51

2 รายได้จากการดำเนินงาน

รายได้จากการดำเนินงานจะมาจากแหล่งรายได้หลัก 2 แหล่ง คือ รายได้จากค่าโดยสาร และรายได้จากกิจกรรมเชิงพาณิชย์ ซึ่งสมมติฐานในการคำนวณรายได้ดังกล่าว มีดังนี้

1) รายได้ค่าโดยสาร (Fare Revenue)

สมมติฐานในการคำนวณรายได้จากค่าโดยสารในเบื้องต้น ที่ปรึกษาใช้โครงสร้างอัตราค่าโดยสาร แบบคิดตามระยะทาง ซึ่งเป็นไปตามกรอบของ MRT Assessment Standardization โครงสร้างค่าโดยสารดังกล่าวอ้างอิงอัตราค่าโดยสารที่ได้มีการศึกษาไว้โดยโครงการ URMAT คือ มีการคิดค่าธรรมเนียมแรกเข้า 10 บาท และคิดค่าโดยสารตามระยะทาง 1.8 บาทต่อกิโลเมตร (ราคา ณ ปี พ.ศ. 2544) และกำหนดให้ค่าโดยสารเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 ต่อปีตามอัตราเงินเฟ้อ (Inflation Rate) ดังกำหนดใน MRT Assessment Standardisation โดยรูปแบบการกำหนดราคาค่าโดยสารในแบบจำลองทางการเงินแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 : อัตราค่าโดยสารที่ไม่มีการคิดค่าธรรมเนียมเปลี่ยนเส้นทางสำหรับผู้โดยสารที่เดินทางข้ามระบบ (Fare without transfer fee)

รูปแบบที่ 2 : อัตราค่าโดยสารที่มีการคิดค่าธรรมเนียมเปลี่ยนเส้นทางสำหรับผู้โดยสารที่เดินทางข้ามระบบ (Fare with transfer fee)

2) รายได้จากกิจกรรมเชิงพาณิชย์

ที่ปรึกษาพิจารณาผู้ประกอบการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน (BTSC และ BMCL) พบว่ารายได้หลักของกิจกรรมพาณิชย์มาจากการให้เช่าพื้นที่เพื่อการค้าแก่ร้านค้า ตู้ ATM ในบริเวณพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า การให้เช่าพื้นที่และเครือข่ายแก่ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ และรายได้จากค่าโฆษณาทั้งในบริเวณสถานี ขบวนรถ และบนบัตรโดยสาร ในการศึกษาค้างนี้ ที่ปรึกษากำหนดสมมติฐานให้รายได้จากกิจกรรมพาณิชย์มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ค่าโดยสารตามกรอบของ MRT Assessment Standardization

3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายที่โครงการใช้ตลอดอายุโครงการเพื่อดำเนินการบริหาร เงินสด บำรุงรักษาและให้บริการแก่ประชาชน ที่ปรึกษาได้สรุปค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการออกเป็นค่าใช้จ่ายต่างๆได้ดังต่อไปนี้

- 1) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตัวอาคารและระบบเงินรถ (MAINTENANCE COSTS)
- 2) เงินเดือนพนักงาน (OPERATIONS STAFF COSTS)
- 3) ค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน (ENERGY COSTS)
- 4) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการเดินรถโดยตรงอื่นๆ (OTHER DIRECT OPERATING EXPENSES)
- 5) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการเดินรถทางอ้อมอื่นๆ (OTHER INDIRECT OPERATING EXPENSES)

4. ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

ตารางที่ 8.2-3 : ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

	ระยะเวลาโครงการ (ปี)	กรณี 1		กรณี 2		กรณี 3		กรณี 4	
		สะพานใหม่ - ลำลูกกา		สะพานใหม่ - คูคต		หมอชิต-คูคต		หมอชิต-ลำลูกกา	
		คิดค่า เปลี่ยนระบบ	ไม่คิดค่า เปลี่ยนระบบ	คิดค่า เปลี่ยนระบบ	ไม่คิดค่า เปลี่ยนระบบ	คิดค่า เปลี่ยนระบบ	ไม่คิดค่า เปลี่ยนระบบ	คิดค่า เปลี่ยนระบบ	ไม่คิดค่า เปลี่ยนระบบ
NPV (ล้านบาท)	25	(27,656.38)	(31,672.31)	(13,694.24)	(18,140.10)	(15,216.52)	(25,414.57)	(27,844.00)	(36,375.49)
	30	(24,903.97)	(29,788.47)	(10,196.05)	(15,703.01)	(3,448.48)	(16,242.33)	(16,648.04)	(27,488.11)
	35	(26,176.33)	(31,923.75)	(10,340.47)	(16,299.49)	(169.20)	(15,309.01)	(14,585.15)	(27,486.30)
	40	(23,587.59)	(30,175.39)	(7,193.63)	(14,042.13)	10,724.18	(6,724.83)	(3,916.16)	(18,843.29)
IRR	25	-4.31%		-0.43%	-3.41%	2.93%	1.22%	1.60%	0.22%
	30	-1.16%	-3.42%	2.01%	-0.28%	4.64%	3.16%	3.44%	2.21%
	35	-1.99%		2.04%	-0.57%	4.98%	3.35%	3.72%	2.30%
	40	0.42%	-2.13%	3.40%	1.41%	5.83%	4.42%	4.72%	3.54%
B/C	25	0.37	0.30	0.50	0.39	0.67	0.55	0.57	0.49
	30	0.43	0.35	0.60	0.46	0.78	0.65	0.66	0.56
	35	0.46	0.38	0.63	0.50	0.82	0.68	0.70	0.59
	40	0.52	0.42	0.71	0.56	0.90	0.75	0.77	0.66

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบทางเลือกรูปแบบการลงทุนในรูปแบบที่ 1 และ 2 จะพบว่าผลตอบแทนในกรณีดำเนินการก่อสร้างถึงคูคต สูงกว่ากรณีที่มีการก่อสร้างถึงลำลูกกา ซึ่งสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบกรณีที่ 3 กับ 4 แสดงให้เห็นว่าช่วงคูคต ถึง ลำลูกกา มีผลตอบแทนทางกว่าช่วงสะพานใหม่ ถึงคูคต อย่างไรก็ตามอัตราผลตอบแทนดังกล่าวยังต่ำกว่าอัตราคิดลดซึ่งใช้ในการคำนวณหา NPV ที่ 5% ดังนั้นมูลค่า NPV จึงมีค่าติดลบในเกือบทุกกรณี

9. การศึกษาความเหมาะสมและเสนอรูปแบบการลงทุนของโครงการ

ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการเงิน ที่ปรึกษา จำเป็นที่จะต้องใช้สมมติฐานประกอบในการศึกษาวิเคราะห์ ซึ่งสมมติฐานที่ที่ปรึกษานำมาใช้ ได้ถูกกำหนดไว้โดย MRT Assessment Standardisation

สมมติฐานตามกรอบการวิเคราะห์ของ MRT Assessment Standardisation

ในการพิจารณารูปแบบการลงทุนและการร่วมดำเนินงานระหว่างภาครัฐกับเอกชน ที่ปรึกษา ได้พิจารณาสมมติฐานในการวิเคราะห์ โดยได้ยึดสมมติฐานทางการเงินตาม MRT Assessment Standardisation

โครงการระบบขนส่งกรุงเทพมหานครเป็นโครงการที่ใช้เงินลงทุนมหาศาล (Mega Project) การที่รัฐมีนโยบายส่งเสริมให้เอกชนเข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมในการลงทุน เป็นการช่วยลดภาระการลงทุนของภาครัฐ ทำให้รัฐบาลสามารถบริหารงบประมาณแผ่นดินไปใช้ในโครงการอื่นที่มีความสำคัญ นอกจากนี้ การมีเอกชนเข้าร่วมลงทุนและบริหารการเดินรถ ยังทำให้รัฐได้อาศัยความรู้ความชำนาญของภาคเอกชนให้เป็นประโยชน์ต่อการบริหารโครงการระบบรถไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ปรึกษาได้พิจารณารูปแบบการลงทุนตามระหว่างภาครัฐและเอกชนตามที่กำหนดไว้ใน MRT Assessment Standardisation ซึ่งมีอยู่ 2 แนวทางคือ การเปิดโอกาสให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนในระบบรถไฟฟ้าและขบวนรถ และการที่รัฐเป็นผู้ลงทุนทั้งหมด

แนวทางเลือกที่ 1 เอกชนลงทุนระบบรถไฟฟ้า ขบวนรถไฟฟ้าและบริหารการเดินรถและบำรุงรักษาระบบ (Private – Public Partnership, PPP)

ทางเลือกนี้เป็นลักษณะการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน โดยเอกชนจะร่วมลงทุนในส่วนในระบบรถไฟฟ้าทั้งหมด (Mechanical & Electrical: M&E) รวมทั้งขบวนรถ (Rollingstocks) และดำเนินการบริหารการเดินรถและบำรุงรักษาระบบ (Operation & Maintenance: O&M) รัฐบาลจะเป็นผู้ลงทุนเฉพาะในส่วนโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ งานโยธาทั้งหมด และงานระบบราง (Track work) แนวทางนี้จะช่วยลดภาระการลงทุนของภาครัฐ

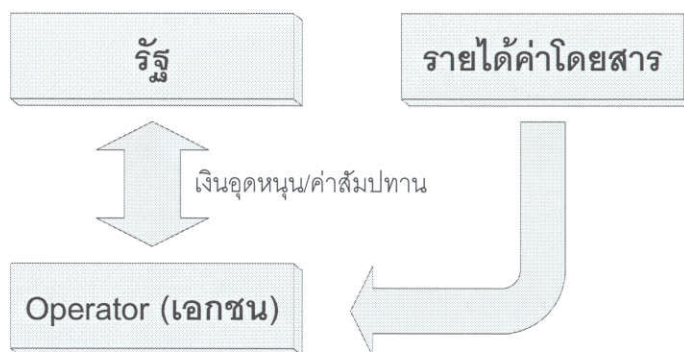
แนวทางเลือกที่ 2 เอกชนรับผิดชอบเฉพาะการบริหารการเดินรถและบำรุงรักษาระบบ (Public Sector Comparator, PSC)

ในทางเลือกนี้ รัฐจะเป็นผู้ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์สิ่งจากระบบรถไฟฟ้า (M&E) ทั้งหมด รวมถึงขบวนรถไฟฟ้า และเอกชนเป็นผู้รับผิดชอบเฉพาะการบริหารการเดินรถและซ่อมบำรุงรักษาระบบ (O&M) เท่านั้น แนวทางนี้จะการคำนวณโครงการถือเป็นภาระของรัฐทั้งหมด ใช้เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบ กับแนวทางเลือก PPP ข้างต้น

การเปิดให้เอกชนเข้าร่วมลงทุนและดำเนินงานดังกล่าวจะมีรูปแบบการจัดเก็บและแบ่งรายได้หรือจ่ายค่าตอบแทน เงินชดเชยให้แก่เอกชนหลายรูปแบบ รูปแบบของการเปิดให้เอกชนเข้าร่วมดำเนินงานตามกรอบการวิเคราะห์ของ MRT Assessment Standardisation แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

แนวทางเลือกที่ 1 Net Cost Concession

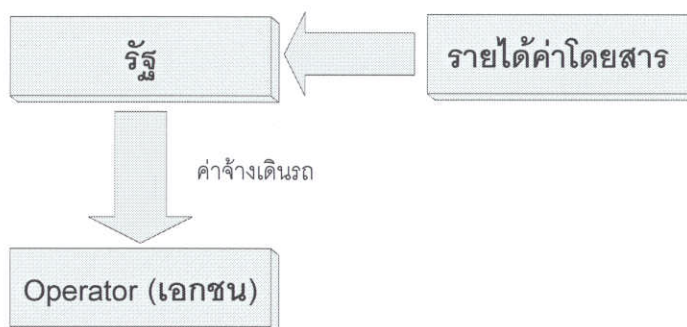
ทางเลือกนี้ เอกชนเป็นผู้จัดเก็บค่าโดยสารเป็นผู้ดำเนินการเดินรถตลอดจนการบำรุงรักษาระบบทั้งหมด โดยมีการกำหนดผลตอบแทนขั้นต่ำที่เอกชนจะได้รับ ซึ่งผลตอบแทนนี้จะครอบคลุมต้นทุนการดำเนินการของเอกชน ซึ่งหากเอกชนขาดทุน รัฐจะต้องจ่ายเงินชดเชย (Subsidy) ส่วนต่างนี้ และหากมีกำไรก็จะต้องจ่ายเงินคืนให้แก่รัฐเช่นกัน



รูปที่ 9-1 : การจ่ายผลตอบแทนสำหรับทางเลือกในการร่วมดำเนินงาน Net Cost

แนวทางเลือกที่ 2 Gross Cost Concessions

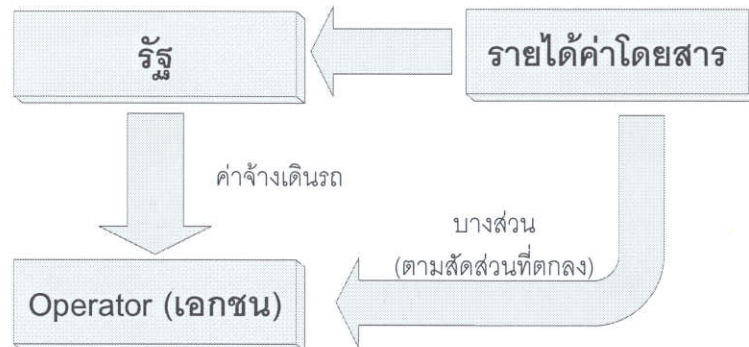
ทางเลือกนี้รัฐเปรียบเสมือนเป็นผู้ดำเนินการบริหารเองโดยรัฐจะเป็นผู้ดำเนินการจัดเก็บค่าโดยสารเองทั้งหมด และว่าจ้างให้เอกชนเข้ามาทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการเดินรถและซ่อมบำรุง โดยเอกชนจะได้รับค่าจ้างเดินรถจากรัฐตามมาตรฐานการดำเนินงานและอัตราค่าจ้างที่ตกลงกันไว้ (Fixed payment) ทั้งนี้ผลตอบแทนที่เอกชนจะได้รับไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับค่าโดยสาร ซึ่งในการดำเนินการรัฐและเอกชนมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าจ้างในรูปแบบของค่าจ้างต่อหน่วยการให้บริการ เช่น ค่าจ้างต่อการเดินรถ 1 Car-Kilometer รวมทั้งกำหนดมาตรฐานในการให้บริการต่าง ๆ ขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากการกำหนดผลตอบแทนให้แก่เอกชนในรูปแบบของ ROE ขั้นต่ำ ในการวิเคราะห์จึงแสดงค่าจ้างเอกชนในรูปแบบของค่าจ้างรายปีที่รัฐต้องจ่ายให้แก่เอกชน



รูปที่ 9-2 : การจ่ายผลตอบแทนสำหรับทางเลือกในการร่วมดำเนินงาน Gross Cost

แนวทางเลือกที่ 3 Modified Gross Cost Concession

ทางเลือกนี้เป็นลักษณะการจัดสรรกำไรระหว่างรัฐและเอกชน มีลักษณะคล้ายกับ Gross Cost โดยรัฐเป็นผู้ดำเนินการจัดเก็บค่าโดยสารเองทั้งหมด และจ้างเอกชนเป็นผู้ดำเนินการเดินรถและซ่อมบำรุง โดยเอกชนจะได้รับค่าจ้างเดินรถจากรัฐตามอัตราที่ตกลงกันไว้ และจะได้รับผลตอบแทนอีกส่วนหนึ่งตามจำนวนผู้โดยสารด้วย ซึ่งในการวิเคราะห์การให้ผลตอบแทนแก่เอกชนในรูปแบบนี้จะไปในลักษณะเดียวกับ Gross Cost และมีส่วนเพิ่มจากรายได้ค่าโดยสาร



รูปที่ 9-3 : การจ่ายผลตอบแทนสำหรับทางเลือกในการร่วมดำเนินงาน Modified Gross Cost

ผลการวิเคราะห์แนวทางเลือกในการร่วมดำเนินงาน

สำหรับการวิเคราะห์ความเหมาะสมของทางเลือกในการดำเนินการนั้น ที่ปรึกษาจะแสดงผลการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดต่าง ๆ ที่กล่าวไปในหัวข้อที่ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะแสดงเปรียบเทียบกรณีฐาน (Base Case) กับกรณีที่ปัจจัยพื้นฐานเบี่ยงเบนจากความคาดหวัง (Optimism Bias) เพื่อพิจารณาความเสี่ยงของโครงการร่วมด้วย สำหรับกรณีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น จะประกอบไปด้วย 3 กรณีตามรูปแบบการพัฒนา โดยในแต่ละกรณีที่ปรึกษา จะได้ทำการวิเคราะห์ทั้งกรณีที่มีการเก็บค่าเปลี่ยนเส้นทางและกรณีที่ไม่มีการเก็บค่าเปลี่ยนเส้นทาง โดยจะพิจารณาการเก็บค่าเปลี่ยนเส้นทางในบริเวณสถานี N9 สำหรับเส้นทางสายสีเขียวและสีน้ำเงิน และบริเวณสถานี N17 สำหรับการต่อเชื่อมกับสายสีชมพู

ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 9-1 : ผลการวิเคราะห์รูปแบบการร่วมลงทุนสำหรับกรณีที่ 1 สะพานใหม่ - ลำลูกกา

	กรณีที่ 1 แบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง	กรณีที่ 1 แบบไม่มีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง
กรณีฐาน (Base Case)		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	38,295.21 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี	43,179.47 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	7,136.25 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี	12,020.51 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี
กรณี Optimism Bias		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	54,743.30 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี	61,502.13 ล้านบาท PPP Gross Cost 25 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	24,160.20 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี	30,919.03 ล้านบาท PPP Gross Cost 25 ปี
กรณีการใช้ Expected Value		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	46,782.79 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	53,031.54 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	16,164.91 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	22,413.66 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
อัตราผลตอบแทนของเอกชน	7.67%	8.82%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของเอกชน	2,865.06 ล้านบาท	4,650.69 ล้านบาท

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าในกรณี Base Case รูปแบบที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุดคือ PSC Gross Cost ในกรณีที่ดำเนินโครงการระยะเวลา 30 ปี อย่างไรก็ตามในกรณีของ Optimism Bias กลับพบว่ารูปแบบ PPP Modified Gross Cost กลับทำให้รัฐมีความเสี่ยงที่จะมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาทั้ง 2 กรณีร่วมกันแล้วรูปแบบที่มีความเหมาะสมในทางการเงินจะเป็นกรณีของ PPP Gross Cost ระยะเวลา 30 ปี ผลสรุปการวิเคราะห์สำหรับกรณีอื่น ๆ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 9-2 : ผลการวิเคราะห์รูปแบบการร่วมลงทุนสำหรับกรณี 2 สะพานใหม่ - คูคต

	กรณี 2 แบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง	กรณี 2 แบบไม่มีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง
กรณีฐาน (Base Case)		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	16,750.24 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	23,599.44 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	-3,740.56 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	3,108.63 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
กรณี Optimism Bias		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	38,253.15 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 30 ปี	40,842.79 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	18,175.31 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 30 ปี	20,764.94 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
กรณีการใช้ Expected Value		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	29,444.19 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	33,440.04 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	9,366.35 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	12,856.13 ล้านบาท PSC Gross Cost 30 ปี
อัตราผลตอบแทนของเอกชน	7.77%	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของเอกชน	2,445.96 ล้านบาท	1,790.12 ล้านบาท

ตารางที่ 9-3 : ผลการวิเคราะห์รูปแบบการลงทุนสำหรับกรณีที่ 3 หมอชิต - คูคต

	กรณีที่ 3 แบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง	กรณีที่ 3 แบบไม่มีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง
กรณีฐาน (Base Case)		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	19,511.21 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	36,885.66 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	-28,670.60 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	-11,296.14 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
กรณี Optimism Bias		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	84,585.42 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 30 ปี	89,463.56 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	37,437.59 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 30 ปี	42,369.34 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี
กรณีการใช้ Expected Value		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	55,947.54 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	65,150.79 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VFM ดีที่สุด	8,799.71 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	18,002.96 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
อัตราผลตอบแทนของเอกชน	7.51%	8.28%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของเอกชน	5,107.36 ล้านบาท	7,206.65 ล้านบาท

ตารางที่ 9-4 : ผลการวิเคราะห์รูปแบบการร่วมลงทุนสำหรับกรณี 4 หมอชิต - ลำลูกกา

	กรณีที่ 4 แบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง	กรณีที่ 4 แบบไม่มีค่าเปลี่ยนแปลงเส้นทาง
กรณีฐาน (Base Case)		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	38,693.78 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	53,454.29 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	-19,588.820 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี	-4,828.31 ล้านบาท PSC Gross Cost 40 ปี
กรณี Optimism Bias		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	104,037.21 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี	108,287.83 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	46,984.48 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี	51,235.10 ล้านบาท PPP Modified Gross Cost 25 ปี
กรณีการใช้ Expected Value		
ทางเลือกที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด	74,297.98 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	83,753.54 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
ทางเลือกที่มีค่า VIM ดีที่สุด	17,180.29 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี	26,635.85 ล้านบาท PPP Gross Cost 30 ปี
อัตราผลตอบแทนของเอกชน	7.64%	8.55%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิของเอกชน	6,124.71 ล้านบาท	9,199.52 ล้านบาท

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นว่าทุกกรณีเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ กรณี Base Case รูปแบบที่รัฐมีภาระทางการเงินต่ำที่สุดคือ PSC Gross Cost อย่างไรก็ตามในกรณีของ Optimism Bias กลับพบว่ารูปแบบ PPP Modified Gross Cost กลับทำให้รัฐมีความเสี่ยงที่จะมีภาระทางการเงินต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นดังกล่าวแล้วพบว่า รูปแบบที่มีความเหมาะสมในทางการเงินจะเป็นกรณีของ PPP Gross Cost ระยะเวลา 30 ปี ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า แนวทางที่น่าจะมีความเหมาะสมและมีความเสี่ยงน้อยที่สุดจึงน่าจะเป็นรูปแบบ PPP Gross Cost ระยะเวลา 30 ปี

หลักการและแนวคิดในการแบ่งปัน (share) การลงทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อสถานีของรถไฟฟ้ากับอาคารข้างเคียงที่เป็นแหล่งชุมชนและธุรกิจการค้าต่าง ๆ

การเชื่อมต่อสถานีของรถไฟฟ้ากับอาคารข้างเคียงที่เป็นแหล่งชุมชนและธุรกิจการค้าต่าง ๆ ย่อมทำให้เกิดประโยชน์ต่อทั้งระบบรถไฟฟ้าและผู้โดยสารที่เพิ่มความสะดวกในการเดินทางระหว่างจุดหมายการเดินทางที่เป็นอาคารที่ประกอบธุรกิจการค้าต่าง ๆ อาทิเช่น อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า กับระบบรถไฟฟ้า โดยเจ้าของอาคารดังกล่าวได้รับประโยชน์จากมูลค่าเพิ่มในทรัพย์สินจากความสะดวกมากขึ้นในการเข้าถึงระบบรถไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการต่อเชื่อมเข้าสู่ระบบรถไฟฟ้า ปัจจุบันการเชื่อมต่อจากอาคารที่ประกอบธุรกิจการค้ากับสถานีของรถไฟฟ้าพบได้ในโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) ที่มีการก่อสร้าง Skywalk ในแนวใต้โครงสร้างทางวิ่ง (Viaduct) เชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้ากับ อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า คอนโดมิเนียม ฯลฯ

การวิเคราะห์หาผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างทางเชื่อมต่อสถานีรถไฟฟ้ากับอาคารข้างเคียงสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อม ผลประโยชน์ทางตรงเกิดจากความสามารถในการหาผลประโยชน์ได้โดยตรงจากพื้นที่ของทางเชื่อมต่อเช่น รายจากการให้เช่าร้านค้า หรือป้ายโฆษณา เป็นต้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านกฎหมายในการขออนุญาตก่อสร้างทำให้ทางเชื่อมต่อที่มีในปัจจุบันไม่สามารถใช้ประโยชน์อื่นใดได้นอกจากใช้เป็นทางสัญจรเพื่อเข้าหรือออกจากระบบขนส่งมวลชนเท่านั้น ดังนั้นสรุปได้ว่าไม่มีผลประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากการก่อสร้างทางเชื่อมต่อแล้วแต่จะมีการแก้ไขกฎระเบียบในการขออนุญาตก่อสร้างทางเชื่อมต่อให้สามารถดำเนินการกิจกรรมที่ก่อให้เกิดรายได้ สำหรับผลประโยชน์ทางอ้อมนั้น ทั้งผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าและเจ้าของอาคารข้างเคียงต่างก็ได้รับผลประโยชน์ทั้งคู่โดย ผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าได้รับผลประโยชน์จากการมีผู้โดยสารเพิ่มมากขึ้นจากความสะดวกในการเข้าสู่ระบบ ส่วนเจ้าของอาคารข้างเคียงได้รับประโยชน์จากการเพิ่มขึ้นของศักยภาพของพื้นที่ขายที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนได้สะดวกขึ้น แต่การจะวิเคราะห์เชิงปริมาณอย่างละเอียดเพื่อให้ทราบถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับทั้งผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้ากับเจ้าของอาคารข้างเคียงจากการมีโครงการรถไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและศึกษาอย่างละเอียดจึงจะสามารถกำหนดสัดส่วนการลงทุนหรือการจ่ายผลประโยชน์ตอบแทนที่แน่นอนได้

ปัจจุบันการจัดทำทางต่อเชื่อมอาคารเช่นในโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (BTS) เจ้าของอาคารที่ต่อเชื่อมต่าง ๆ เป็นผู้ลงทุนเองทั้งหมดในการจัดทำทางยกระดับเชื่อมต่ออาคารของตนกับสถานีรถไฟฟ้าเพื่อเพิ่มระดับความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน (Accessibility) ซึ่งแนวทางนี้มีความเหมาะสมเนื่องจากการก่อสร้างทางเชื่อมต่อจะทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเพิ่มเติมจากที่ได้ลงทุนก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนไปแล้วในขณะที่ผลประโยชน์ส่วนเพิ่มต่อผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าจากการมีทางเชื่อมต่อไม่ได้เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นการกำหนดให้เจ้าของอาคารที่ต้องการเชื่อมต่อเป็นผู้ลงทุนก่อสร้างทางเชื่อมต่อจึงมีความเหมาะสม นอกจากนั้นเจ้าของอาคารควรจ่ายค่าเชื่อมต่อให้กับผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าเนื่องจากได้รับประโยชน์จากการสามารถเพิ่มราคาเช่าหรือขายพื้นที่ซึ่งอาจพิจารณาค่าต่อเชื่อมเป็นรายกรณีไปเนื่องจากแต่ละกรณีจะมีเงื่อนไขในการพิจารณาที่แตกต่างกัน

ออกไป เช่นความต้องการให้มีการต่อเชื่อมของผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าเองอยู่แล้ว คักยภาพ ทำเลที่ตั้งของอาคารที่ต้องการต่อเชื่อม พฤติกรรมการเดินทางของผู้โดยสารเข้าสู่หรือออกจากสถานีรถไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากค่าต่อเชื่อมระบบที่ผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าจะได้รับแล้วจากเจ้าของอาคารที่ขอเชื่อมต่อแล้ว ผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าอาจเรียกเก็บค่าบริการจัดการพื้นที่ทางเชื่อมต่อ เช่นค่ารักษาความสะอาด ค่ารักษาความปลอดภัย ค่าซ่อมบำรุง ซึ่งแม้จะเป็นจำนวนเงินไม่มากแต่ก็มีความจำเป็นที่ผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าต้องเป็นผู้ดำเนินการเองเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยและเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้โดยสารในการใช้เดินทาง ค่าบริหารจัดการพื้นที่นี้จะเรียกเก็บจากเจ้าของอาคารที่ต่อเชื่อมโดยคิดตามจำนวนพื้นที่ของทางเชื่อมต่อซึ่งแปรผันโดยตรงกับระยะทางระหว่างสถานีถึงอาคารที่ขอเชื่อมต่อ วิธีการเก็บค่าบริการจัดการพื้นที่ที่มีความเหมาะสมและเป็นธรรมเนื่องจากอาคารที่อยู่ใกล้สถานีจะได้รับผลประโยชน์โดยอ้อมในระดับสูงก็ควรจ่ายค่าบริการจัดการพื้นที่ในระดับสูงด้วยเช่นกัน

ดังนั้นการลงทุนและแบ่งผลประโยชน์ของการเชื่อมต่อสถานีรถไฟฟ้ามกับอาคารต่าง ๆ ควรให้เจ้าของอาคารเป็นผู้ลงทุนก่อสร้างทางเชื่อมต่ออาคาร จ่ายค่าบริการจัดการพื้นที่และจ่ายค่าขอเชื่อมต่อให้กับผู้ดำเนินโครงการรถไฟฟ้าซึ่งได้ลงทุนจำนวนมากในโครงการรถไฟฟ้าก็ไม่ควรต้องรับภาระในการก่อสร้างทางเชื่อมต่ออาคารโดยเฉพาะอาคารที่เป็นของภาคเอกชน อย่างไรก็ตาม ค่าบริหารจัดการพื้นที่ทางเชื่อมต่อโดยจะต้องไม่อยู่ในระดับที่สูงจนเกินไปเพื่อส่งเสริมให้มีการจัดทำทางเชื่อมต่ออันจะนำมาสู่การใช้ระบบขนส่งมวลชนอย่างแพร่หลาย