

**การสำรวจเบื้องต้น
โครงการบำบัดน้ำเสียของ
กรุงเทพมหานคร
ในประเทศไทย**

**รายงานฉบับสุดท้าย (ส่วนที่ II)
การศึกษาความเหมาะสม
(เล่มที่ 1) รายงานสรุป**

กรกฎาคม 2554

**องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น (JICA)
บริษัท โตเกียว เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด(TEC)
บริษัท นิปปอน โคเอะ จำกัด(NK)**

SAP

JR

11-022

ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2553

1 บาท = 0.0330 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา

1 บาท = 2.76 เยน

สารบัญ

	หน้า
1. ตารางการทำงานและแผนการปฏิบัติงานของการดำเนินงานระยะที่ 2	1
1.1 ตารางการทำงานเพื่อการสำรวจทั้งหมดและวัตถุประสงค์ของงานระยะที่ 2	1
1.2 พื้นที่โครงการรายงานระยะที่ 2	1
1.3 หน่วยงานที่ดำเนินงานในประเทศไทย	1
1.4 นโยบายพื้นฐานในการสำรวจ	1
1.5 หน่วยงานสำรวจ	1
2. ภาพรวมพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน	3
2.1 พื้นที่บำบัดน้ำเสีย	3
2.2 ปิ่เป้าหมาย พื้นที่ตามแผน ระบบรวบรวมน้ำเสีย และการนำน้ำที่ผ่านการบำบัด และ ตะกอนน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์	3
2.3 กรอบการออกแบบ	5
2.4 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	5
3. การออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเบื้องต้น	7
3.1 การออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย	7
3.1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ	7
3.1.2 พื้นฐาน	8
3.2 การวางเส้นทางท่อรวบรวมน้ำเสีย	9
3.2.1 การเลือกเส้นทาง	9
3.2.2 ผลสรุปของท่อรวบรวมน้ำเสีย	10
3.3 ปัญหาและมาตรการแก้ไขทางเทคนิคในอนาคต	10
3.3.1 การป้องกันน้ำคลองไหลย้อน	10
3.3.2 การส่งเสริมต่อเชื่อมท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียที่รั่วไหลเข้าสู่ระบบบำบัด	10
3.3.3 การสร้างเสริมความเข้มแข็งให้แก่การเดินระบบและบำรุงรักษาระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย	10
4. การออกแบบเบื้องต้นของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน	12
4.1 การวางแผนขั้นพื้นฐาน	12
4.1.1 โครงร่างของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน	12
4.1.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ	12
4.1.3 การคาดการณ์อัตราไหลของน้ำเสียช่วงฤดูแล้ง และขีดความสามารถ ที่ใช้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	12
4.1.4 แนวคิดในการออกแบบและเกณฑ์การออกแบบ	13
4.2 การเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสีย	14
4.2.1 การเปรียบเทียบทางเลือก	14
4.3 การวางแผนส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย	14
4.3.1 แนวคิดในการวางแผนส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย	14
4.3.2 การออกแบบอัตราไหลของน้ำเสีย	14
4.3.3 แหล่งน้ำรองรับน้ำทิ้ง	15

	หน้า
4.3.4 การวางแผนภาคตัดชลศาสตร์	16
4.3.5 การเลือกกระบวนการบำบัดตะกอน	16
4.3.6 มาตรการลดภาวะโลกร้อน	16
4.3.7 กระบวนการบำบัดน้ำเสียภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม	18
4.3.8 โครงร่างองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียที่กำหนดในแผน	20
5. การประมาณราคาและแผนการดำเนินงาน	21
5.1 ราคาโครงการ	21
5.1.1 เงื่อนไขการประมาณราคา	21
5.1.2 การประมาณราคาโครงการ	21
5.1.3 การประมาณราคาค่าเดินระบบและบำรุงรักษาระบบ	22
5.2 แผนการดำเนินงานและแผนการจ่ายเงิน	23
5.2.1 แผนการดำเนินงาน	23
5.2.2 แผนการชำระเงิน	25
5.3 การบริหารจัดการและหน่วยงานรับผิดชอบ	25
5.3.1 การบริหารจัดการและหน่วยงานรับผิดชอบ	25
5.3.2 การจัดการเดินระบบ	27
5.4 ความช่วยเหลือด้านเทคนิค	28
5.4.1 การฝึกอบรม	28
5.4.2 แผนการปรับปรุงและงานจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย	28
6. ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	29
6.1 การศึกษาข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	29
6.2 การจำแนกผลกระทบด้านลบเนื่องมาจากการดำเนินโครงการ และข้อควรพิจารณาสำหรับมาตรการลดผลกระทบและแผนการเฝ้าระวัง	29
6.3 การสำรวจความตระหนักของประชาชน	35
6.3.1 โครงร่างของการสำรวจ	35
6.3.2 บทสรุป	35
6.4 การประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	36
7. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน	37
7.1 การประเมินการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย	37
7.1.1 แผนการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย	37
7.1.2 ความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) และความสามารถที่จะจ่าย (ATP) ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย	37
7.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	39
7.2.1 สมมติฐานเบื้องต้น	39
7.2.2 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์	39
7.2.3 ผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์	41
7.2.4 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว	42

7.3	การวิเคราะห์ด้านการเงิน	43
7.3.1	สมมติฐานเบื้องต้น	43
7.3.2	ต้นทุนด้านการเงิน	43
7.3.3	การคาดการณ์รายได้	44
7.3.4	ผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน	45
8.	การประเมินผลในภาพรวมและข้อเสนอแนะ	47
8.1	การประเมินด้านต่าง ๆ	47
8.2	การประเมินผลในภาพรวมและข้อเสนอแนะ	49

ส่วนประกอบของรายงาน

รายงานฉบับสุดท้าย (ฉบับที่ 1) แผนแม่บท

ฉบับที่ 1 รายงานสรุป

ฉบับที่ 2 รายงานหลัก

แผ่นซีดี

รายงานฉบับสุดท้าย (ฉบับที่ 2) ศึกษาความเหมาะสม

ฉบับที่ 1 รายงานสรุป

ฉบับที่ 2 รายงานหลัก

ฉบับที่ 3 แบบ

แผ่นซีดี

1. ตารางการทำงานและแผนการปฏิบัติงานของการดำเนินงานระยะที่ 2

1.1 ตารางการทำงานเพื่อการสำรวจทั้งหมดและวัตถุประสงค์ของงานระยะที่ 2

โครงการเตรียมความพร้อมเพื่อสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานครแบ่งช่วงการเก็บข้อมูลจากเวลาทั้งหมด (ประมาณ 15 เดือน) เป็น 2 ระยะ ได้แก่ ช่วงแรก 6 เดือน และช่วงที่ 2 9 เดือน เป็นต้น รายละเอียดการสำรวจแสดงในรูปที่ 1.1

วัตถุประสงค์ของงานสำรวจระยะที่ 2 เพื่อศึกษาความเหมาะสมโครงการบำบัดน้ำเสียที่ได้รับเลือกจากผลการสำรวจในระยะแรก โดยมีเวลาสำรวจจากเดือนกันยายน 2553 ถึงเมษายน 2554

จากภาพที่ 2.1 “รายงานฉบับกลาง หมายเลข 1 (Interim Report (I))” เปลี่ยนเป็น “รายงานฉบับสุดท้าย หมายเลข 1 (Final Report (I))” โดย “รายงานฉบับสุดท้าย (Final Report)” เปลี่ยนเป็น “รายงานฉบับสุดท้ายหมายเลข 2 (Final Report (II))” สำหรับการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเปลี่ยนจากเดือนพฤศจิกายน 2553 เป็นเดือนกุมภาพันธ์ 2554 และยกเลิกการประชุม (2)

1.2 พื้นที่โครงการของงานระยะที่ 2

งานระยะที่ 2 จะดำเนินการในพื้นที่โครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนของกรุงเทพมหานคร

1.3 หน่วยงานที่ดำเนินงานในประเทศไทย

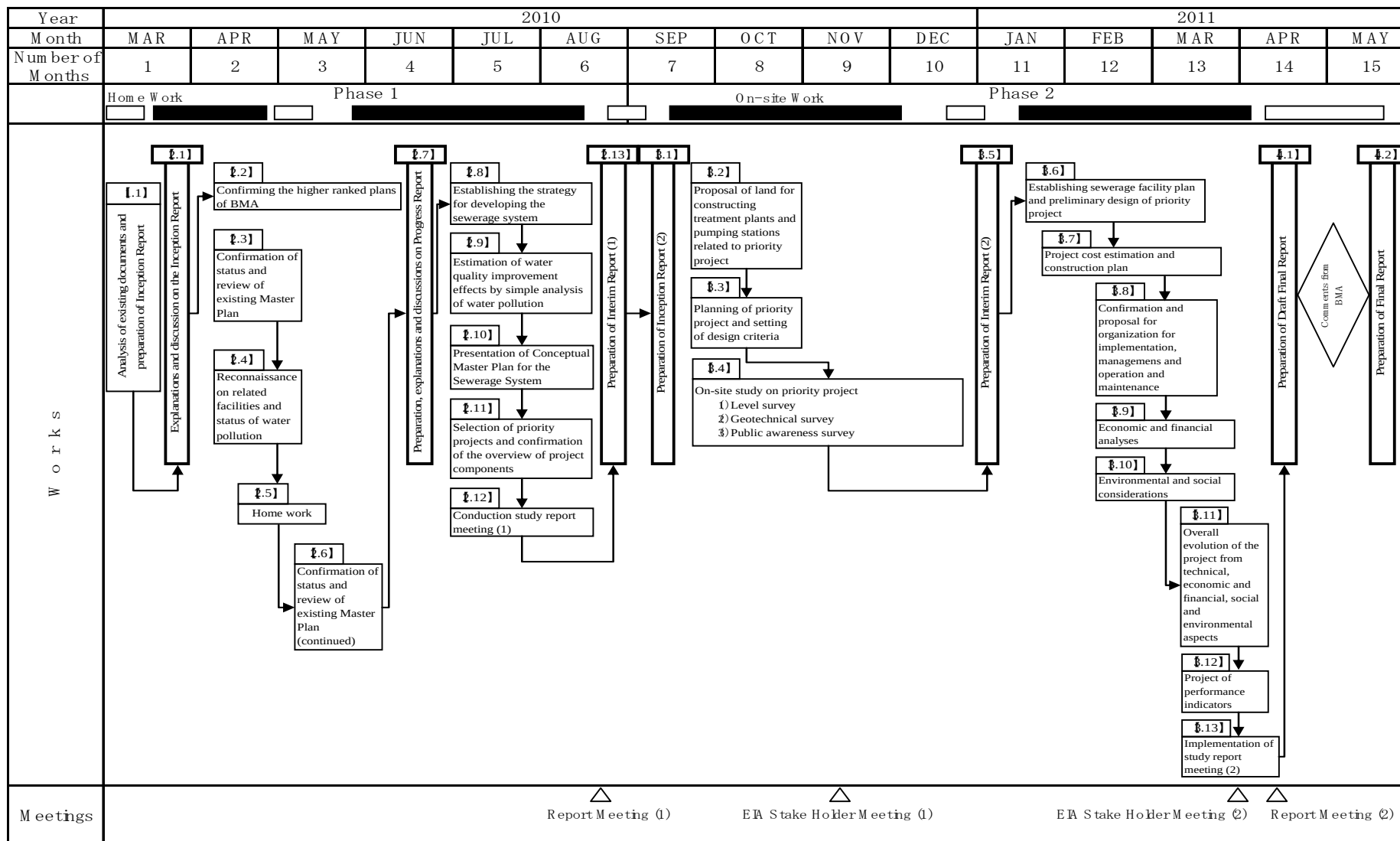
หน่วยงานที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการสำรวจในครั้งนี้ คือ สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ ในสังกัดสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

1.4 นโยบายพื้นฐานในการสำรวจ

งานสำรวจครั้งนี้ดำเนินการตามนโยบายพื้นฐานที่อธิบายในรายงานฉบับต้น หมายเลข 2 (Inception Report (2))

1.5 หน่วยงานสำรวจ

ทีมที่ปรึกษาในการสำรวจประกอบด้วยบุคลากร 4 คน จากบริษัท โตเกียว เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนต์ จำกัด (Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd) และ 3 คน จากบริษัท นิปปอน โคเอะ จำกัด (Nippon Koei Co., Ltd) ทีมสำรวจจะดำเนินงานต่อเนื่องจากงานระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 2



รูปที่ 1.1 ผังการสำรวจ

2. ภาพรวมพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน

2.1 พื้นที่บำบัดน้ำเสีย

พื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน มีอาณาเขตทางทิศเหนือติดกับทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (Motor way) และทางรถไฟสาย Airport link ที่เชื่อมต่อถึงสนามบินสุวรรณภูมิและเมืองพัทยา ทิศตะวันตกติดกับชุมชนหนาแน่นในพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียโครงการคลองเตยที่กำลังจะดำเนินการ ส่วนทิศตะวันออกและทิศใต้ติดกับจังหวัดสมุทรปราการ

จากแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน แบ่งประเภทพื้นที่ได้ดังนี้ ส่วนของตะวันตกเฉียงใต้จัดเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่นปานกลางและแหล่งพาณิชยกรรม พื้นที่ส่วนที่เหลือจัดเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่นต่ำ Airport link จะดำเนินการในพื้นที่ส่วนเหนือของพื้นที่โครงการ และพื้นที่ทางตะวันตกมีแผนจะดำเนินการก่อสร้างทางรถไฟยกระดับบนถนนศรีนครินทร์ ระบบขนส่งทั้ง 2 อยู่ในพื้นที่ชุมชนที่มีความหนาแน่นต่ำ ในอนาคตมีการคาดการณ์จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น และอิทธิพลจากการพัฒนาเพราะพื้นที่ดังกล่าวตั้งอยู่ระหว่างพื้นที่เมืองที่พัฒนาแล้วทางทิศตะวันตก (พื้นที่บำบัดน้ำเสียคลองเตย) และสนามบินสุวรรณภูมิทางทิศตะวันออก

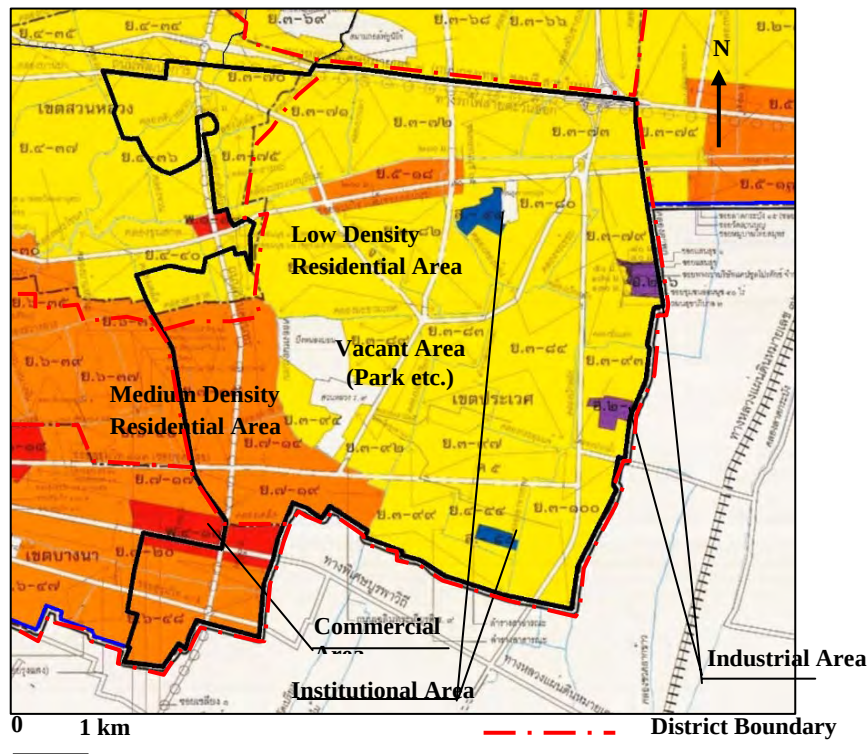
2.2 เป้าหมาย พื้นที่ตามแผน ระบบรวบรวมน้ำเสีย และการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดและตะกอนน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์

(1) เป้าหมาย

แผนแม่บทการจัดการน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร มีเป้าหมายในการบำบัดน้ำเสียที่ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2583 สำหรับโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนมีการกำหนดไว้ที่ปี พ.ศ.2563 เนื่องจากการขยายท่อรวบรวมน้ำเสียในแต่ละระยะทำได้ยาก จึงออกแบบโดยคำนวณจากปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2583 เป็นฐาน ในทางตรงข้ามการออกแบบเครื่องจักรและเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียสามารถขยายเป็นระยะ ๆ ได้ง่ายกว่า จึงออกแบบตามปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2563 เป็นฐาน

(2) พื้นที่ตามแผน

พื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนถูกบรรจุไว้ในแผนแม่บทการจัดการน้ำเสียฉบับปรับปรุงของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ใน 3 เขตปกครอง ได้แก่ เขตประเวศ และบางส่วนของเขตสวนหลวง และเขตบางนา รวมพื้นที่ทั้งหมด 63.85 ตารางกิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วยอาคารที่พักอาศัย สถานประกอบการพาณิชยกรรม สถาบันต่าง ๆ และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นไปตามแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2563 ของสำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ภาพที่ 2.1 แสดงรายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บำบัดน้ำเสีย และตารางที่ 2.1 แสดงพื้นที่และการใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่



ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

รูปที่ 2.1 แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดพื้นที่ซึ่งจำแนกตามขนาดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน (ตร.กม.)

ที่พักอาศัยหนาแน่นต่ำ	ที่พักอาศัยหนาแน่นปานกลาง	พาณิชยกรรม	อุตสาหกรรม	สถาบัน	พื้นที่ว่างสวนสาธารณะ	ถนนคลอง	รวม
46.71	12.07	0.87	0.35	0.55	2.05	1.25	63.85

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

(3) ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ใช้ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อรวม (Combined System) โดยยอมให้ใช้ระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์

(4) การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดและตะกอนน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์

น้ำที่ผ่านการบำบัดมีประสิทธิภาพในการใช้รดน้ำต้นไม้และเพื่อปรับทัศนียภาพของกรุงเทพมหานครให้สวยงาม มีการพิจารณานำน้ำที่ผ่านการบำบัดจากโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นในบริเวณสวนหลวง ร.9 ซึ่งอยู่ใกล้เคียง

ตะกอนน้ำเสียทั้งหมดจากทุกโรงควบคุมคุณภาพน้ำในกรุงเทพมหานคร ถูกส่งเข้าบำบัด ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ซึ่งมีการทดลองนำกากตะกอนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักและนำก๊าซที่เกิดจากระบบหมักมาผลิตไฟฟ้า มีการวางแผนนำตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนเข้าบำบัด ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม เช่นกัน

2.3 กรอบการออกแบบ

(1) จำนวนประชากรที่ออกแบบ

จำนวนประชากรในพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนออกแบบดังรายละเอียดในตารางที่ 2.2 จากการคาดการณ์มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ 2 ใน 3 เขต ของพื้นที่บำบัดน้ำเสีย ได้แก่ เขตประเวศ และเขตสวนหลวง

ตารางที่ 2.2 จำนวนประชากรที่ออกแบบสำหรับพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน

(คน)

เขต	ปี พ.ศ.2563	ปี พ.ศ.2573	ปี พ.ศ.2583
บางนา	27,432	27,432	27,432
ประเวศ	191,670	203,770	216,470
สวนหลวง	19,762	20,371	20,981
รวม	238,863	251,574	264,883

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

การออกแบบอัตราการไหลของน้ำเสียในพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 อัตราการไหลของน้ำเสียที่ออกแบบของพื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน

ปี พ.ศ.	ประชากร (คน)	หน่วยน้ำประปา (ลิตร/คน/วัน)			น้ำประปา (ลูกบาศก์-เมตร/วัน)	% การเกิดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
		ที่พักอาศัย	ไม่ใช่ที่พักอาศัย	ทั้งหมด			
2563	238,863	186	279	465	111,071	80	88,857
2573	251,754	197	296	493	124,026	80	99,221
2583	264,883	200	300	500	132,442	80	105,953

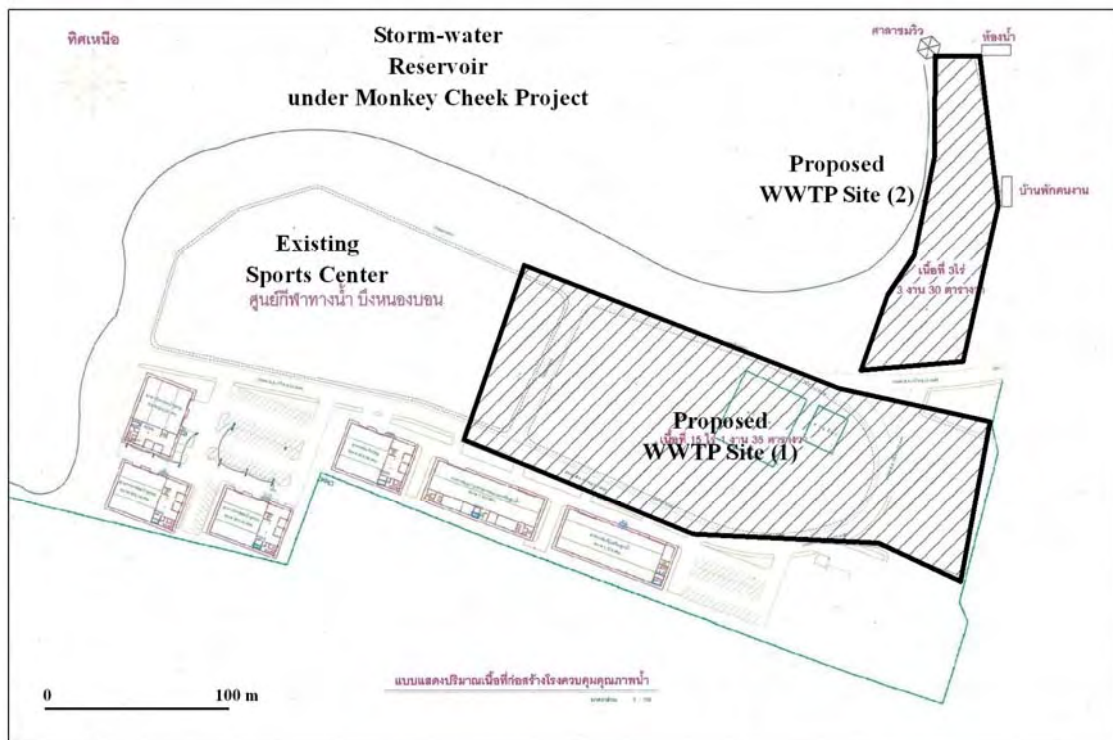
ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (ลบ.ม./วัน)	อัตราการครอบคลุมน้ำเสีย (%)	น้ำเสียที่รวบรวมได้ (ลบ.ม./วัน)	อัตราน้ำซึมเข้าท่อ (%)	ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อ (ลบ.ม./วัน)	อัตราการไหลของน้ำเสียที่ออกแบบ (ลบ.ม./วัน)
2563	88,857	70	62,200	40	24,880	87,080
2573	99,221	80	79,377	40	31,751	111,128
2583	105,953	90	95,358	40	38,143	133,501

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

2.4 พื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

แผนภาพพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียหนองบอน แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 บริเวณพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ใกล้กับสวนหลวง ร.9 และอยู่ในพื้นที่รับน้ำในโครงการแก้มลิง ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักการระบายน้ำ ศูนย์กีฬาทางน้ำภายใต้การจัดการของสำนักวัฒนธรรม กีฬา และการท่องเที่ยว ซึ่งก่อสร้างแล้วเสร็จและมีบึงรับน้ำซึ่งเปิดให้ประชาชนมาใช้เป็นสถานที่พักผ่อน การก่อสร้างอาคารบริหารของสำนักการระบายน้ำ (กองเครื่องจักรกล และกองระบบอาคารบังคับน้ำ) และห้องปฏิบัติการเริ่มก่อสร้างในพื้นที่ส่วนบริหารงานของสำนักการระบายน้ำ

มีพื้นที่ที่เหลือเพื่อใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียได้ ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.035 ตารางกิโลเมตร หรือ 3.5 เฮกแตร์ (บนพื้นที่ 0.011 ตารางกิโลเมตร หรือ 1.1 เฮกแตร์ โดยสามารถใช้ประโยชน์เหนือพื้นดินได้) พื้นที่ดังกล่าวมีขนาดแคบมากเมื่อใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่ 135,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดกะทัดรัดจึงได้รับการเลือกใช้ในโครงการนี้ เพื่อให้มีการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ จึงใช้พื้นที่ทั้งใต้ดินรวมกับการใช้พื้นที่เหนือพื้นดิน จากผลการสำรวจทางธรณีวิทยา ปรากฏว่าบริเวณดังกล่าว ประกอบด้วยชั้นดินที่มีค่า N (ค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก) มากกว่า 40 ที่ระดับความลึก 30 เมตร และชั้นดินที่รับน้ำหนักด้วยค่า N มากกว่า 50 ที่ระดับความลึก 40 เมตร



ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

รูปที่ 2.2 พื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนที่เสนอ

3. การออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเบื้องต้น

3.1 การออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

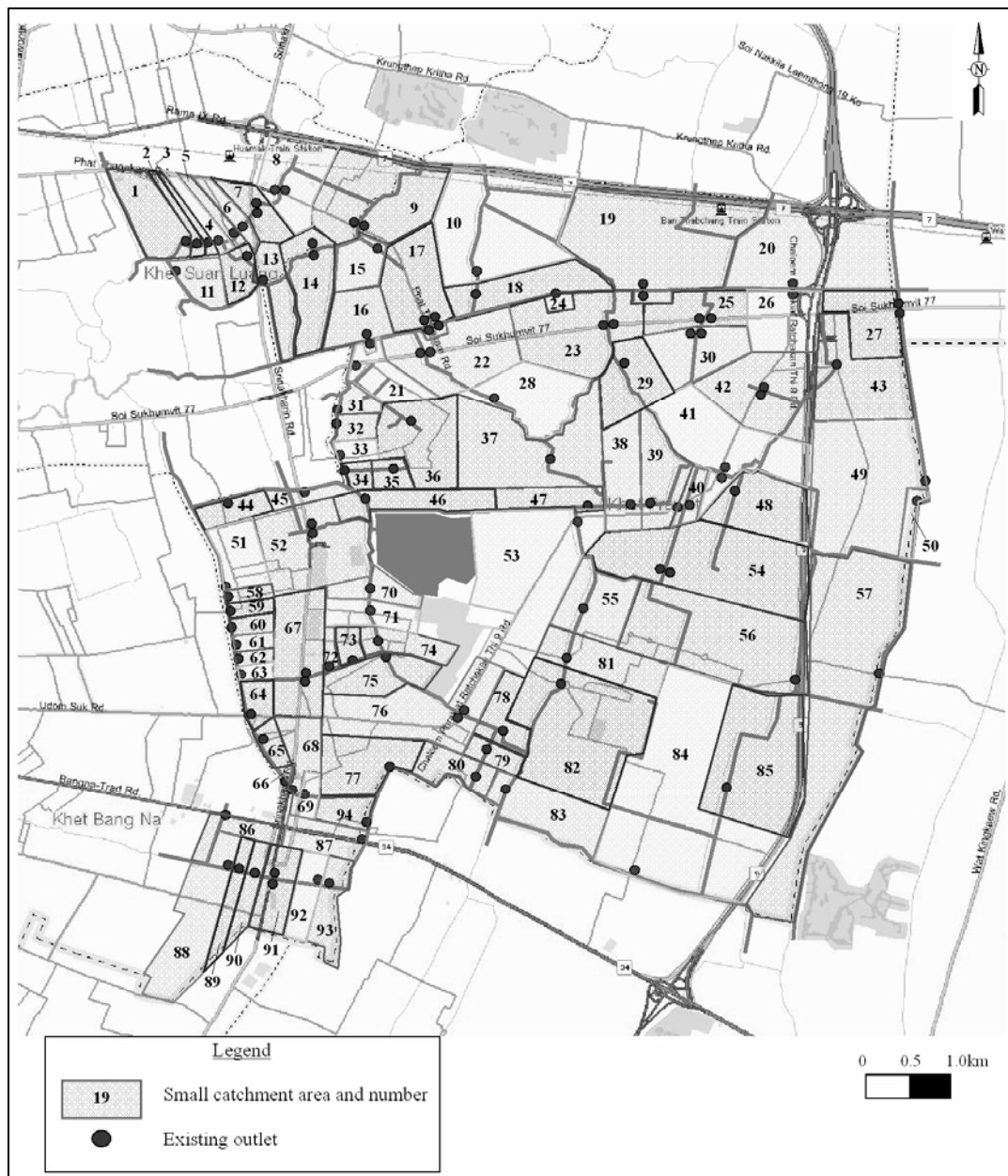
3.1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ

(1) การแบ่งพื้นที่รับน้ำโดยพิจารณาการออกแบบปริมาณน้ำเสียที่มีอยู่

การก่อสร้างบ่อดักน้ำเสียจากจุดปล่อยน้ำทิ้งบริเวณปลายท่อระบายน้ำก่อนจุดปล่อยเพื่อดักน้ำเสียไม่ให้น้ำเสียไหลลงคลอง (ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย) พื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้เป็นพื้นที่รับน้ำเสียย่อย 94 พื้นที่ โดยอาศัยสภาพการรวมกันและปล่อยทิ้งน้ำเสียที่มีจุดไหลลงคลองต่าง ๆ กัน ทั้งโดยท่อรับน้ำตามแนวสองข้างของถนน และสองฝั่งของคลองที่มีพื้นที่ติดกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 น้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำย่อย 94 แห่งจะกลายเป็นปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบในโครงการบำบัดน้ำเสียหนองบอน

(2) น้ำเสียภายในพื้นที่รับน้ำย่อย

จำนวนประชากรและปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 2.3 กรอบการออกแบบที่เสนอไว้ก่อนแล้ว การออกแบบปริมาณน้ำเสียภายในพื้นที่รับน้ำย่อยประมาณการขึ้นจากกรอบของการออกแบบ



รูปที่ 3.1 พื้นที่รับน้ำจากจุดปล่อยน้ำที่มีอยู่

3.1.2 พื้นฐาน

(1) อัตราการดักน้ำเสีย

การดักน้ำเสียสำหรับการออกแบบบ่อดักน้ำเสียจะกำหนดไว้เท่ากับ 5 เท่าของอัตราไหลเฉลี่ยในฤดูแล้ง (5DWF) และอัตราการดักน้ำเสียสำหรับการออกแบบท่อรวบรวมน้ำเสียจะกำหนดไว้ที่ 2 ถึง 5 เท่า ของอัตราไหลเฉลี่ยในฤดูแล้ง (2-5 DWF)

(2) โครงสร้างของบ่อดักน้ำเสีย

ระดับของสันเวย์ร์ที่เหมาะสม และเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลอด (orifice) ที่ได้ขนาดจะได้รับการออกแบบ โดยนำค่าระดับน้ำคลอง และอัตราไหลเข้าของน้ำเสียมาประกอบการออกแบบ ประตูกันน้ำไหลย้อน (flap gate) ควรได้รับการติดตั้งเพื่อป้องกันน้ำคลองไหลย้อน ส่วนระดับความสูงของสันเวย์ร์ ควรออกแบบให้สูงกว่าระดับน้ำคลองถ้าหากทำได้

(3) การลดจำนวนบ่อดักน้ำเสีย

วิธีการลดจำนวนบ่อดักน้ำเสียสามารถทำได้โดยเลือกตำแหน่งบ่อดักน้ำเสีย 2-3 จุด ที่อยู่ใกล้กัน นำมาออกแบบให้รวมกันเป็นบ่อดักน้ำเสียเดียว และปิดช่องทางไหลออกของบ่อดักน้ำเสียที่ไม่ได้ใช้ อย่างไรก็ตามท่อระบายน้ำและทางน้ำไหลออกเดิมยังคงอยู่ ภายใต้การรับผิดชอบออกแบบของสำนักการโยธา ดังนั้นจึงต้องมีการปรึกษาหารือและร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดก่อนจะดำเนินการใด ๆ

(4) การวางแนวท่อดักน้ำเสีย (ใต้คลองหรือถนน)

แนวท่อดักน้ำเสียจะวางตัวอยู่ใต้ถนนหรือคลอง ซึ่งมีข้อดีและข้อด้อยในทั้งสองกรณี แนวที่เหมาะสมที่สุดควรจะได้จากการคัดเลือกให้เป็นแนวก่อสร้าง

(5) วิธีการวางท่อรวบรวมน้ำเสีย

ท่อรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่โครงการหนองบอนนั้นจะต้องวางไว้ในระดับที่ลึกมาก ไม่ว่าจะวางตามแนวถนนหรือแนวคลอง เพราะท่อรวบรวมน้ำเสียส่วนใหญ่จะต้องวางลอดใต้คลอง ดังนั้นการก่อสร้างด้วยวิธีขุดเปิดหน้าดินจึงไม่เหมาะสม

โดยทั่วไปค่าก่อสร้างท่อด้วยวิธีดันท่อลอดใต้ดิน (Pipe jacking) จะแพงน้อยกว่าการก่อสร้างด้วยวิธีผนังปล่องอุโมงค์ (shield) ถ้าหากเส้นผ่าศูนย์กลางท่อน้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตร การก่อสร้างด้วยวิธีดันท่อจะสามารถกระทำได้สะดวกหากความยาวของช่วงท่อนั้นสั้นกว่า 1,000 เมตร ท่อรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียหนองบอนนั้นอยู่ในเกณฑ์เงื่อนไขดังกล่าว ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการก่อสร้างน้ำเสียด้วยวิธีการดันท่อลอดใต้ดิน (pipe jacking)

(6) สถานีสูบน้ำเสีย

สถานีสูบน้ำเสียระหว่างทางจำเป็นต้องก่อสร้างที่บริเวณปลายทางของแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย อย่างไรก็ตามตำแหน่งที่ตั้งนั้นอยู่ใกล้โรงควบคุมคุณภาพน้ำมาก ดังนั้นจึงไม่มีการวางแผนให้มีสถานีสูบน้ำเสียระหว่างทางจึงใช้เฉพาะสถานีสูบน้ำเสียในโรงควบคุมคุณภาพน้ำ

(7) การเก็บรวบรวมน้ำเสียที่ไหลลงสู่คลองโดยตรง

ระบบท่อรวม (Combined system) เป็นระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่นำมาใช้ในพื้นที่โครงการฯ หนองบอน เช่นเดียวกันกับพื้นที่อื่น ๆ ในกรุงเทพมหานคร บ่อดักน้ำเสียจะก่อสร้างไว้ที่จุดเหนือจุดปล่อยน้ำออกของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่เชื่อมบ่อดักน้ำเสียออกมาจากท่อระบายน้ำเดิม การก่อสร้างบ่อดักน้ำเสียจะยากมากในกรณีที่เป็นการปล่อยระบายน้ำเสียจากบ้านเรือนลงสู่ลำคลองโดยตรง จึงมีการเสนอว่า ควรมีการก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสียขนานไปตามแนวคลองเพื่อรวบรวมน้ำเสียจุดปลายทาง เช่นเดียวกับที่มักพบได้บ่อยในพื้นที่ภูเขาของประเทศญี่ปุ่น

3.2.2 ผลสรุปของท่อรวบรวมน้ำเสีย

ขนาด ความยาว และเงื่อนไขต่าง ๆ ของท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อดักที่ใช้ก่อสร้างสรุปไว้ดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลสรุปของท่อรวบรวมน้ำเสีย

ท่อน้ำเสีย			บ่อดักแฉะ			
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความยาว (ม.)		จำนวน		ความลึกเฉลี่ย (ม.)	
	ใต้ถนน	ใต้คลอง	ใต้ถนน	ใต้คลอง	ใต้ถนน	ใต้คลอง
300	480	0	4	0	6.9	-
450	0	1,455	0	11	-	7.8
600	4,970	24,900	36	172	7.5	8.1
800	4,025	9,720	27	50	14.9	10.0
1,000	4,270	755	22	5	11.7	13.3
1,200	1,595	4,125	11	23	16.7	14.8
1,500	4,970	2,645	21	19	19.0	15.6
2,000	385	0	3	0	20.6	-
รวม	20,665	43,600	124	280	-	-

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

3.3 ปัญหาและมาตรการแก้ไขทางเทคนิคในอนาคต

จากคำอธิบายในรายงานแผนแม่บทมีปัญหามากมายเกี่ยวกับระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัด ปัญหาเหล่านี้ควรได้รับการแก้ไข ด้วยมาตรการระยะปานกลาง และระยะยาว หลังจากการดำเนินโครงการตามที่เสนอ ตลอดจนก่อสร้างโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อดักน้ำเสียภายใต้งานศึกษาความเหมาะสมครั้งนี้

3.3.1 การป้องกันน้ำคลองไหลย้อน

การติดตั้งประตูกันน้ำไหลย้อน (Flap gate) เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อน จากที่เห็นในพื้นที่บำบัดน้ำเสียอื่น ๆ กรณีมีเศษขยะเข้าไปขัดขวางประตูน้ำไม่ให้อาจปิดได้สนิท ประตูกันน้ำจะไม่สามารถป้องกันน้ำคลองไหลย้อนได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ทั้งมาตรการแก้ไขทั้งระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว

- การดำเนินมาตรการระยะสั้น ทำความสะอาดบ่อดักน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอ
- ดำเนินมาตรการระยะปานกลางและมาตรการระยะยาว การปรับเปลี่ยนพื้นที่บริการ

ให้เป็นระบบสุริยะและปิดทางออกของบ่อดักน้ำเสียทั้งหมด

3.3.2 การสนับสนุนการต่อเชื่อมท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียที่รั่วไหลเข้าสู่ระบบบำบัด

การเก็บรวบรวมน้ำเสียที่ยังรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำเข้ามาสู่ระบบบำบัดนับเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพดีขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บรวบรวมน้ำเสียให้ได้ทั้งหมด (100%) ในอนาคต จึงจำเป็นต้องมีการใช้กฎหมายบังคับให้มีการต่อเชื่อมท่อจากทุกบ้านเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสีย ดังนั้น จึงควรพิจารณาให้มีการสนับสนุนร่วมทุนจากสำนักงานเขต หรือกรุงเทพมหานคร

การสนับสนุนการต่อเชื่อมท่อ ควรดำเนินการโดยสำนักงานโยธา ร่วมกับสำนักงานการระบายน้ำ โดยสำนักงานโยธา เป็นผู้รับผิดชอบการต่อเชื่อมระหว่างบ้านพักกับท่อระบายน้ำ

3.3.3 การสร้างเสริมความเข้มแข็งให้แก่การเดินระบบและบำรุงรักษาระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ท่อระบายน้ำในปัจจุบันอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานโยธา หรือสำนักงานเขต และสำนักงานการระบายน้ำ ได้รับผิดชอบเกี่ยวกับการก่อสร้าง การเดินระบบ และบำรุงรักษา บ่อดักน้ำเสีย และท่อรวบรวมน้ำเสีย ปัญหาเกี่ยวกับการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบท่อระบายน้ำที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ได้แสดงเอาไว้อย่างละเอียดจากการเก็บข้อมูล โดยการออกสำรวจในพื้นที่จริงในงานศึกษาความเป็นไปได้ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปัญหาและมาตรการแก้ไขที่เกี่ยวข้องกับระบบระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ขั้นตอน	ปัญหา	มาตรการแก้ไข
การจัดการข้อมูล รายละเอียดเกี่ยวกับระบบท่อ	ข้อมูลเกี่ยวกับท่อระบายน้ำจำเป็นต่อการศึกษาความเหมาะสมในครั้งนี้ แต่ข้อมูลที่เป็นนั้นไม่สามารถจัดหาได้เพราะท่อเหล่านี้ได้ก่อสร้างไว้หลายปีแล้ว สำนักงานเขตจึงต้องเตรียมข้อมูลเหล่านี้ให้ รายการระบบท่อน้ำเสียซึ่งตามปกติจะมีจัดเตรียมไว้ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศญี่ปุ่น แต่กลับไม่มีการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ไว้ ข้อมูลที่ได้จึงขึ้นอยู่กับความทรงจำของวิศวกรเฉพาะบุคคล	รายการระบบท่อรวบรวมน้ำเสียควรทำการศึกษา เก็บข้อมูลไว้ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ระยะเวลาและงบประมาณตามความจำเป็น ระบบเก็บข้อมูล แผนที่อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นระบบมีใช้อยู่ทั่วไปสำหรับเมืองใหญ่ในประเทศญี่ปุ่น สิ่งเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการข้อมูลเกี่ยวกับระบบระบายน้ำ ที่มีประสิทธิภาพของกรุงเทพมหานคร
การสัมผัสตัวอย่าง ดูสภาพภายในท่อระบายน้ำ	มีการดำเนินการทำความสะอาดท่อระบายน้ำแล้ว อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจสอบสภาพความทรุดโทรมของระบบท่อระบายน้ำในปัจจุบันด้วย	มีความเป็นไปได้ที่เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนแล้วเป็นสาเหตุให้เกิดการทรุดตัวของผิวจราจรเนื่องมาจากท่อระบายน้ำที่เก่าหรือแตกหัก อุบัติเหตุนี้สามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยมาตรการป้องกันล่วงหน้า คือ มีการตรวจสอบสภาพภายในท่อด้วยกล้องโทรทัศน์ ตามแผนที่กำหนดไว้
ขีดความสามารถในการรับอัตราไหลของน้ำเสีย	ขีดความสามารถที่แท้จริงของท่อระบายน้ำเสียในปัจจุบัน ไม่มีความชัดเจน ถึงแม้ว่าท่อคักน้ำเสียได้รับการออกแบบไว้ที่ 5 เท่าของอัตราไหลช่วงฤดูแล้ง (5DWF) เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ยังคงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการไหลล้นของน้ำฝนออกก่อนเข้าบ่อดักน้ำเสีย ถึงแม้ว่าท่อคักน้ำเสียจะมีการก่อสร้างอย่างถูกต้องแล้ว	การตรวจสอบท่อระบายน้ำที่มีอยู่ทั้งหมด ตลอดพื้นที่รับน้ำ คำนวณปริมาณน้ำฝนตกที่ต้องระบายน้ำออกและประเมินขีดความสามารถที่มีอยู่ หากพบว่าขีดความสามารถไม่เพียงพอควรดำเนินการเปลี่ยนหรือก่อสร้างท่อใหม่

4. การออกแบบเบื้องต้นของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

4.1 การวางแผนขั้นพื้นฐาน

4.1.1 โครงร่างของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

โครงร่างของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน ซึ่งเป็นโครงการที่จัดลำดับให้มีความสำคัญสูงสุด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 โครงร่างของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

หัวข้อ	ขนาด/หมายเหตุ
ขีดความสามารถบำบัด	135,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามแผนหลักในเป้าหมายปี 2040 (พ.ศ. 2583)
ที่ตั้งโรงควบคุมคุณภาพน้ำ	ข้างบึงหนองบอนภายใต้โครงการแก้มลิง ติดกับสวนหลวง ร.9 (พื้นที่ 3.5 เฮกแตร์ ซึ่งสามารถใช้ได้บนพื้นดินเพียง 1.1 เฮกแตร์)

4.1.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียหนองบอน และมาตรฐานน้ำที่ผ่านการบำบัดนั้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำที่ใช้ออกแบบ

พารามิเตอร์	คุณสมบัติที่เข้าสู่ระบบบำบัด		มาตรฐานน้ำที่ผ่านการบำบัด
	พ.ศ.2583 (ตามแผนแม่บท)	พ.ศ.2563 (ศึกษาความเหมาะสม)	
พีเอช (pH)			5.5 – 9
ค่า บีโอดี (BOD)	150 mg/l	100 mg/l	20 mg/l
ของแข็งแขวนลอย (SS)	150 mg/l	100 mg/l	30 mg/l
ไนโตรเจนทั้งหมด (TN)	30 mg/l	20 mg/l	10 mg/l
ไนโตรเจน (แอมโมเนีย)	-	-	5 mg/l
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	8 mg/l	6 mg/l	2 mg/l
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	-	-	5 mg/l
ไขมัน น้ำมัน (Oil & Grease)	-	-	5 mg/l

แหล่งข้อมูล : ผู้เชี่ยวชาญ JICA

4.1.3 การคาดการณ์อัตราไหลของน้ำเสียช่วงฤดูแล้ง และขีดความสามารถที่ใช้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย อัตราไหลช่วงฤดูแล้งที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ระหว่างปี 2563 ถึง 2583 ซึ่งเป็นปีเป้าหมายของแผนแม่บทได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คาดการณ์อัตราการไหลของน้ำเสียช่วงฤดูแล้ง

รายการ	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน		
	พ.ศ.2563 (2020)	พ.ศ.2573 (2030)	พ.ศ.2583 (2040)
อัตราไหลเฉลี่ยรายวัน	87,100	111,100	133,600
อัตราไหลมากที่สุดรายชั่วโมง	174,200	222,200	267,200

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ระบบบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์เต็มโครงการจะประกอบด้วย สายการบำบัดน้ำเสียสามสาย แต่ละสายสามารถบำบัดน้ำเสียได้ 45,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งพิจารณาจากอัตราการไหลของน้ำเสียที่ได้ คำนวณไว้ และขีดความสามารถซึ่งออกแบบไว้ให้สามารถรับน้ำเสียดังกล่าวได้

งานโยธาและสถาปัตยกรรมของสายการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 สาย จะดำเนินการก่อสร้างพร้อมกัน ตั้งแต่เริ่มแรก เพราะการทยอยก่อสร้างแต่ละช่วงนั้นไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ สำหรับงานด้านเครื่องกลและไฟฟ้าสามารถก่อสร้างเพียงเฉพาะ 2 สาย ในระยะแรกเริ่มก่อน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระยะแรก เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการทยอยติดตั้งเครื่องจักร

ช่วงเวลาในแผนพัฒนา และการออกแบบขีดความสามารถของโครงการบำบัดน้ำเสียหนองบอน พร้อมทั้งอัตราไหลที่คาดการณ์ไว้ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ขีดความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสีย

ปี พ.ศ.	งานโยธาและสถาปัตยกรรม	งานเครื่องกลและไฟฟ้า	ขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบไว้
เริ่ม-2564	3 สายการบำบัด	2 สายการบำบัด	90,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน
2565-2574	3 สายการบำบัด	2 + (1/2) สายการบำบัด	112,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน
2575-2583	3 สายการบำบัด	3 สายการบำบัด	135,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

4.1.4 แนวคิดในการออกแบบและเกณฑ์การออกแบบ

แนวคิดในการออกแบบและเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียหนองบอนสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ขีดความสามารถของเครื่องจักร อุปกรณ์ โครงสร้างต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับอัตราไหลเฉลี่ยรายวัน และในขณะเดียวกันขีดความสามารถของระบบสูบน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียได้รับการออกแบบให้สามารถรับอัตราไหลสูงสุดรายชั่วโมงได้

2) ระบบบำบัดน้ำเสียหนองบอนจะออกแบบให้รับน้ำในฤดูฝนได้ถึง 5 เท่า ของอัตราไหลเฉลี่ยในฤดูแล้ง (5DWF) น้ำเสียตามปริมาณที่ออกแบบจะผ่านกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการทางชีววิทยา ขณะเดียวกันปริมาณน้ำเสีย 2 เท่าของอัตราไหลในฤดูแล้งที่ออกแบบจะผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้น ซึ่งประกอบไปด้วยการแยกขยะ กรวด หทราย ซึ่งปะปนมาออกไป ส่วนน้ำที่มากกว่าสามเท่าของอัตราการไหลที่ออกแบบจะไหลล้นออกไปโดยไม่ได้รับการบำบัด

3) กระบวนการบำบัดต้องสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐาน

4) กระบวนการบำบัดที่กำหนด จะต้องสามารถปรับตัวได้กับภาวะการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของปริมาณมลสารในน้ำ เพราะปริมาณมลสารในช่วงปีแรก ๆ ที่เริ่มต้นเดินระบบนั้น คาดการณ์ว่าจะต่ำกว่าปริมาณมลสารที่ออกแบบ

5) ตะกอนน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียจะผ่านระบบรีดเอาน้ำออกในระบบบำบัด และถูกขนส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียหนองแขม ซึ่งจะเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดตะกอนแบบรวม ซึ่งเป็นศูนย์บำบัดตะกอนจากทุกโรงบำบัดในกรุงเทพมหานคร

6) การพิจารณาสภาพภูมิประเทศและการควบคุมมลพิษโดยคำนึงถึงผลกระทบทางลบ เช่น กลิ่น เสียง และความสั่นสะเทือน ไม่ให้กระทบต่อสภาพแวดล้อม และสภาพการใช้ที่ดินโดยรอบ

4.2 การเลือกกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

4.2.1 การเปรียบเทียบทางเลือก

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย 4 แบบ ที่เหมาะสมกับสถานที่ตั้ง และเกณฑ์กำหนดจะได้รับการคัดเลือกให้เป็นทางเลือกของโครงการบำบัดน้ำเสียหนองบอนนี้ ได้แก่ กระบวนการเวียนกลับ ไนตริฟิเคชัน (Nitrification) และดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification), Recycled Nitrification and Denitrification Process (RNDP), Sequencing batch sector (SRB), ถังปฏิกรณ์เมมเบรน (MBR) และแอกติเวเต็ด-สลัดจ์ ชนิดมีการเติมก้อนพาหะ (CAASP)

ผลจากการเปรียบเทียบทำให้ทราบว่า กระบวนการแอกติเวเต็ดสลัดจ์ชนิดมีการเติมก้อนพาหะ (Carrier Added Activated Sludge Process (CAASP)) เป็นกระบวนการที่เสนอแนะให้ใช้เพราะข้อได้เปรียบดังต่อไปนี้

- 1) ระบบมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ และการทำปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน เป็นไปตามที่คาด เพราะการทำงานของแบคทีเรีย nitrifying และสิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยในก้อนพาหะ
- 2) โดยพื้นฐาน เทคโนโลยีในการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบจะเป็นแบบเดียวกับ RNDP และกรุงเทพมหานครมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีของระบบนี้อยู่แล้ว
- 3) CAASP มีความยืดหยุ่นสูง ในช่วงฝนตกหนักเพราะก้อนพาหะจะยังคงอยู่ในถังเติมอากาศ และช่วยรักษาตะกอนจุลินทรีย์ที่อาศัยในก้อนพาหะเอาไว้
- 4) ปริมาณก้อนพาหะสามารถเพิ่มหรือลดได้ ขึ้นกับปริมาณมลสารในน้ำเสียที่เข้าระบบ เมื่อเริ่มเดินระบบและสามารถเติมก้อนพาหะลงไปอีกได้ในอนาคตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบ
- 5) CAASP เป็นระบบที่ให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วัดในรูปมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากที่สุด เพราะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการเดินระบบและการบำรุงรักษาต่ำที่สุด

4.3 การวางแผนส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย

4.3.1 แนวคิดในการวางแผนส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสีย

- 1) พิจารณาค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน รวมถึง ค่าลงทุนเริ่มต้น, ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา ตลอดจนค่าเปลี่ยนอะไหล่
- 2) การเดินระบบสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและง่ายต่อการบันทึกข้อมูลย้อนหลังที่จำเป็นและการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติผ่านระบบ SCADA และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
- 3) ประหยัดพลังงานได้มากในภาพรวม โดยการใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการเดินระบบที่พอเหมาะ และลดการสูญเสียพลังงานในน้ำให้เหลือน้อยที่สุด
- 4) ประหยัดงบประมาณ โดยการทยอยทำการติดตั้งเครื่องจักรไฟฟ้าเป็นระยะ ๆ แล้วพิจารณาให้สอดคล้องกับอัตราการไหลของน้ำเสียและปริมาณมลสาร
- 5) พิจารณาผลกระทบทางสังคม และสิ่งแวดล้อม

4.3.2 การออกแบบอัตราไหลของน้ำเสีย

อัตราไหลน้ำเสียที่ใช้เพื่อการออกแบบ ของแต่ละกระบวนการสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราไหล่น้ำเสียที่ออกแบบ

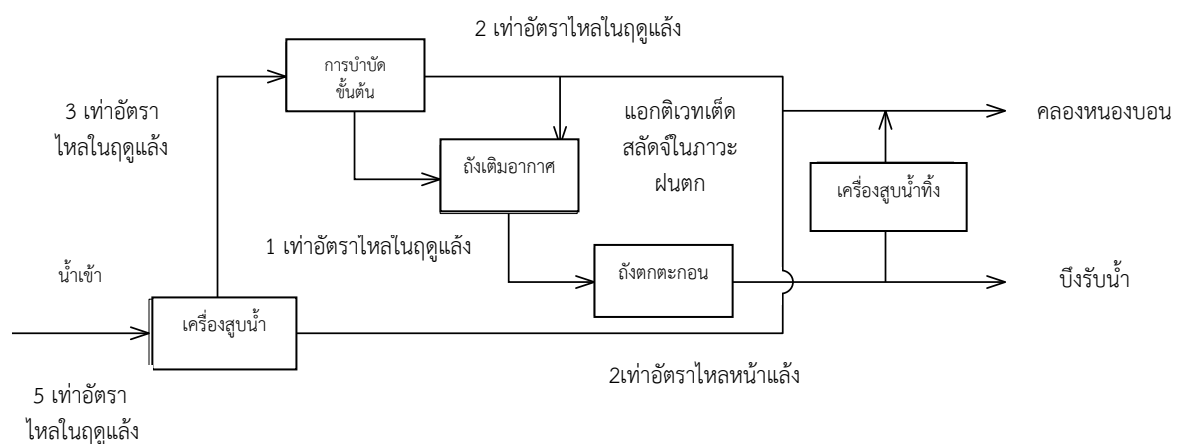
อัตราการไหลออกแบบ	คำอธิบาย
อัตราไหล่น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด	อัตราไหล่น้ำเสียเข้าระบบมากที่สุด ซึ่งเป็นในช่วงเวลาที่น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดสูงสุดเท่ากับ 5 เท่า ของอัตราไหลออกแบบ
กระบวนการบำบัดขั้นต้น	ปริมาณน้ำเสีย 3 เท่าของอัตราไหลออกแบบ คือ อัตราไหลที่สามารถจะรับน้ำเสียเข้ามาสู่กระบวนการบำบัดขั้นต้น ได้แก่ ถังดักกรวดทราย และตะแกรงละเอียด
กระบวนการบำบัดขั้นสูง	อัตราไหลออกแบบจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดในขั้นที่สอง ซึ่งประกอบด้วยการบำบัดทางชีวภาพ เช่น ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน
กระบวนการแยกแฉะในภาวะฝนตก	ปริมาณสองเท่าของอัตราไหลออกแบบ นั่นคือ น้ำส่วนเหลือจากระบบบำบัดขั้นที่ 1 มีทางเลือกสองทาง คือ ไหลลงสู่แหล่งน้ำหลังผ่านกระบวนการบำบัดขั้นแรก หรือไหลไปสู่กระบวนการแยกแฉะในภาวะฝนตก ในกรณีกระบวนการแยกแฉะในภาวะฝนตก อัตราไหลสองเท่าของอัตราไหลออกแบบจะไหลเข้าสู่ส่วนปลายของถังเติมอากาศ
การปล่อยทิ้งโดยตรง	ปริมาณสองเท่าของอัตราไหลออกแบบ ซึ่งส่วนที่มากกว่า คือ 3 เท่า ของอัตราออกแบบจะสามารถผ่านเข้ากระบวนการบำบัดขั้นต้นได้จะถูกปล่อยทิ้งออกไปสู่แหล่งน้ำโดยตรง โดยถูกสูบผ่านเครื่องสูบน้ำ

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

4.3.3 แหล่งน้ำรองรับน้ำทิ้ง

ในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียหนองบอน มีแหล่งรับน้ำทิ้งมากกว่าหนึ่งแห่ง เพื่อเป็นแหล่งสำรองไว้เลือกใช้ตามความเหมาะสม ได้แก่ คลองหนองบอน บึงรับน้ำหนองบอน และอุโมงค์ระบายน้ำหนองบอน เพื่อเป็นทางเลือกของแหล่งรับน้ำได้ ส่วนหนึ่งของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะกำหนดแผนเพื่อให้เป็นน้ำใช้สำหรับรักษาทัศนียภาพให้สวยงามของสวนหลวง ร.9 ที่อยู่ติดกัน

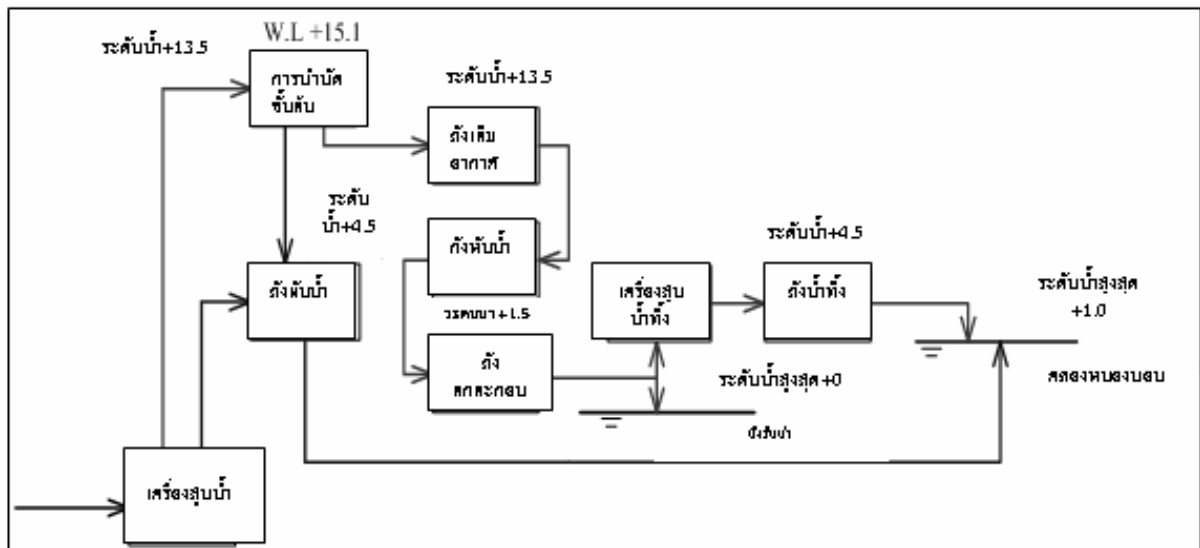
แผนภาพแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ และการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียและแหล่งน้ำรองรับน้ำทิ้ง ขึ้นกับคุณสมบัติของน้ำทิ้งแสดงไว้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 อัตราการไหลออกแบบและแหล่งน้ำรองรับน้ำทิ้ง

4.3.4 การวางแผนภาคตัดชลศาสตร์

ภาคตัดชลศาสตร์ในสภาพอากาศไม่มีฝน และมีฝน แสดงดังในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การวางแผนภาคตัดชลศาสตร์

4.3.5 การเลือกกระบวนการบำบัดตะกอน

ตะกอนน้ำเสีย (Sludge) ซึ่งเกิดขึ้นจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน นั้น มีแผนจะส่งไปบำบัดยังโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ชนิดของเครื่องรีดน้ำออกจากตะกอนนั้นจะคัดเลือกโดยคำนึงถึง ประสิทธิภาพในการแยกน้ำออกจากตะกอน ราคาและความคุ้มค่า และความง่ายในการเดินระบบ และบำรุงรักษา เครื่องรีดตะกอนมีสามประเภท ได้แก่ เครื่องรีดสายพาน (belt press) เครื่องหมุนเหวี่ยงตะกอน (centrifugal) และเครื่องแบบเกลียว (Screw Press) พบว่า เครื่องรีดตะกอนชนิดสายพาน (belt press) เป็นเครื่องที่เสนอแนะให้ใช้กับโครงการนี้ เนื่องจาก

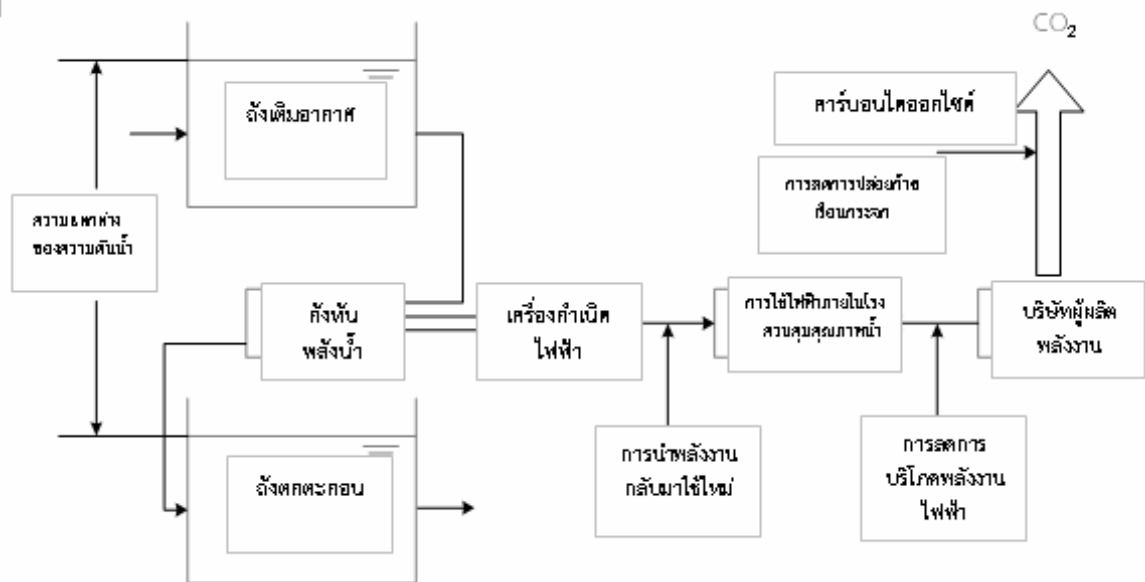
1) คุณสมบัติของตะกอนที่รีดน้ำแล้วของกรุงเทพมหานคร พบว่า ค่อนข้างเสถียรและบุคลากรของกรุงเทพมหานครมีความคุ้นเคยกับการเดินระบบและบำรุงรักษา เครื่องรีดตะกอนชนิดนี้ซึ่งมีใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงควบคุมคุณภาพน้ำของกรุงเทพมหานคร

2) เป็นเครื่องรีดตะกอนที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด ในรูปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value)

4.3.6 มาตรการลดภาวะโลกร้อน

กรุงเทพมหานครมีการส่งเสริมภาวะโลกร้อนด้วยการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น ในการออกแบบขั้นต้นจึงได้มีการเสนอให้ติดตั้งเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า โดยใช้พลังงานน้ำที่ไหลจากถังเดิมอากาศลงสู่ถังตกตะกอน ซึ่งอยู่ต่างระดับกัน

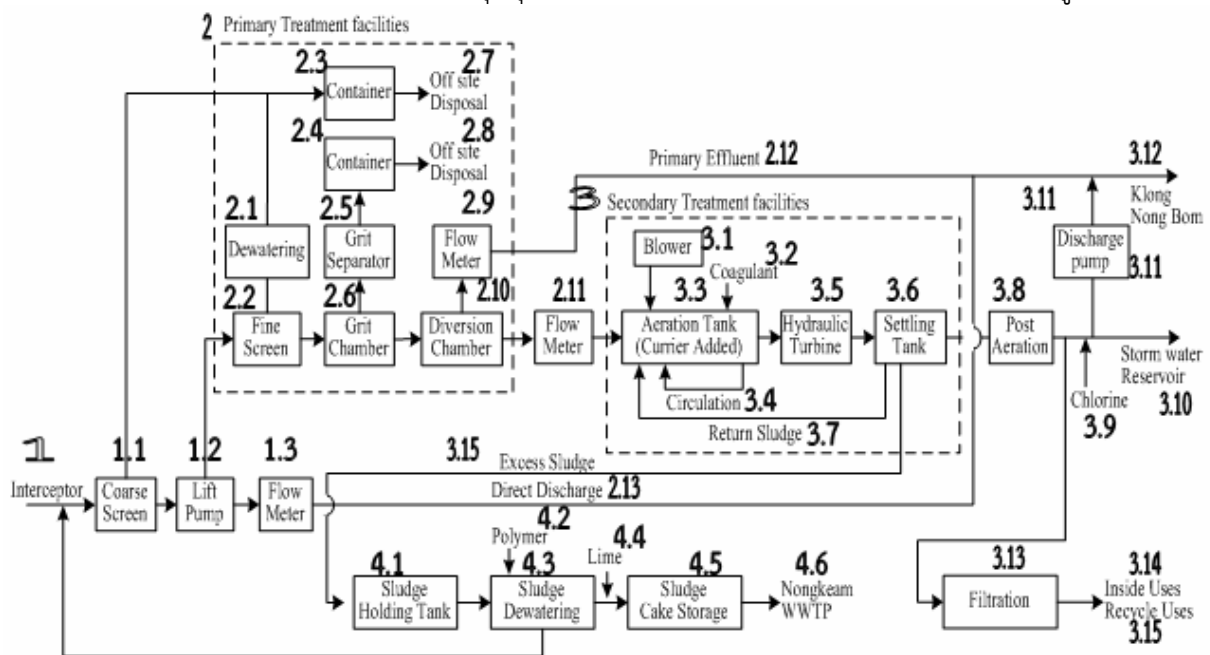
แผนภาพแสดงการเกิดพลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยกังหันน้ำ แสดงไว้ในรูปที่ 4.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะแปลงพลังงานน้ำไหล ซึ่งขับเคลื่อนกังหันให้เปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรกลที่ติดตั้งอยู่ในโรงควบคุมคุณภาพน้ำได้ พลังงานที่ได้คืนกลับมานั้นจะช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกได้ โดยการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจ่ายมาจากการไฟฟ้าลงได้



รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงกลไกการเกิดพลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.3.7 กระบวนการบำบัดน้ำเสียภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

แผนภาพแสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดในการวางแผนกระบวนการบำบัดในโรงควบคุมคุณภาพน้ำบึงหนองบอนที่เสนอแนะไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภาพกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

หมายเหตุ

1. ท่อรวบรวมน้ำเสีย 2. ระบบบำบัดขั้นต้น

- | | | | | |
|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1.1 ตะแกรงหยาบ | 2.1 ทำให้งั้น | 2.5 แยกกรวดทราย | 2.9 เครื่องวัดอัตราไหล | 2.12 น้ำทิ้งจากการบำบัดขั้นต้น |
| 1.2 สถานีสูบ | 2.2 ตะแกรงละเอียด | 2.6 ถังดักกรวดทราย | 2.10 ถังผิวน้ำ | |
| 1.3 เครื่องวัดอัตราไหล | 2.3, 2.4 ถังเก็บ | 2.7, 2.8 ทิ้งภายนอก | 2.11 เครื่องวัดอัตราไหล | |

3. ระบบบำบัดขั้นสอง

- | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| 3.1 เครื่องเติมอากาศ | 3.2 สารช่วยตกตะกอน | 3.3 ถังเติมอากาศ (เติมตัวพาหนะ) | 3.4 หมุนเวียน |
| 3.5 ถังกั้นน้ำ | 3.6 ถังตกตะกอน | 3.7 ตะกอนเวียนกลับ | 3.8 เติมน้ำก่อนทิ้ง |
| 3.9 คลอรีน | 3.10 บึงรับน้ำ | 3.11 เครื่องสูบน้ำทิ้ง | 3.12 คลองหนองบอน |
| 3.13 การกรอง | 3.14 การใช้น้ำภายใน | 3.15 นำไปใช้ใหม่ | |

4. 4.1 ถังเก็บตะกอน 4.2 โพลีเมอร์ 4.3 ริดตะกอน 4.4 ปูนขาว 4.5 ถังเก็บกากตะกอน 4.6 โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

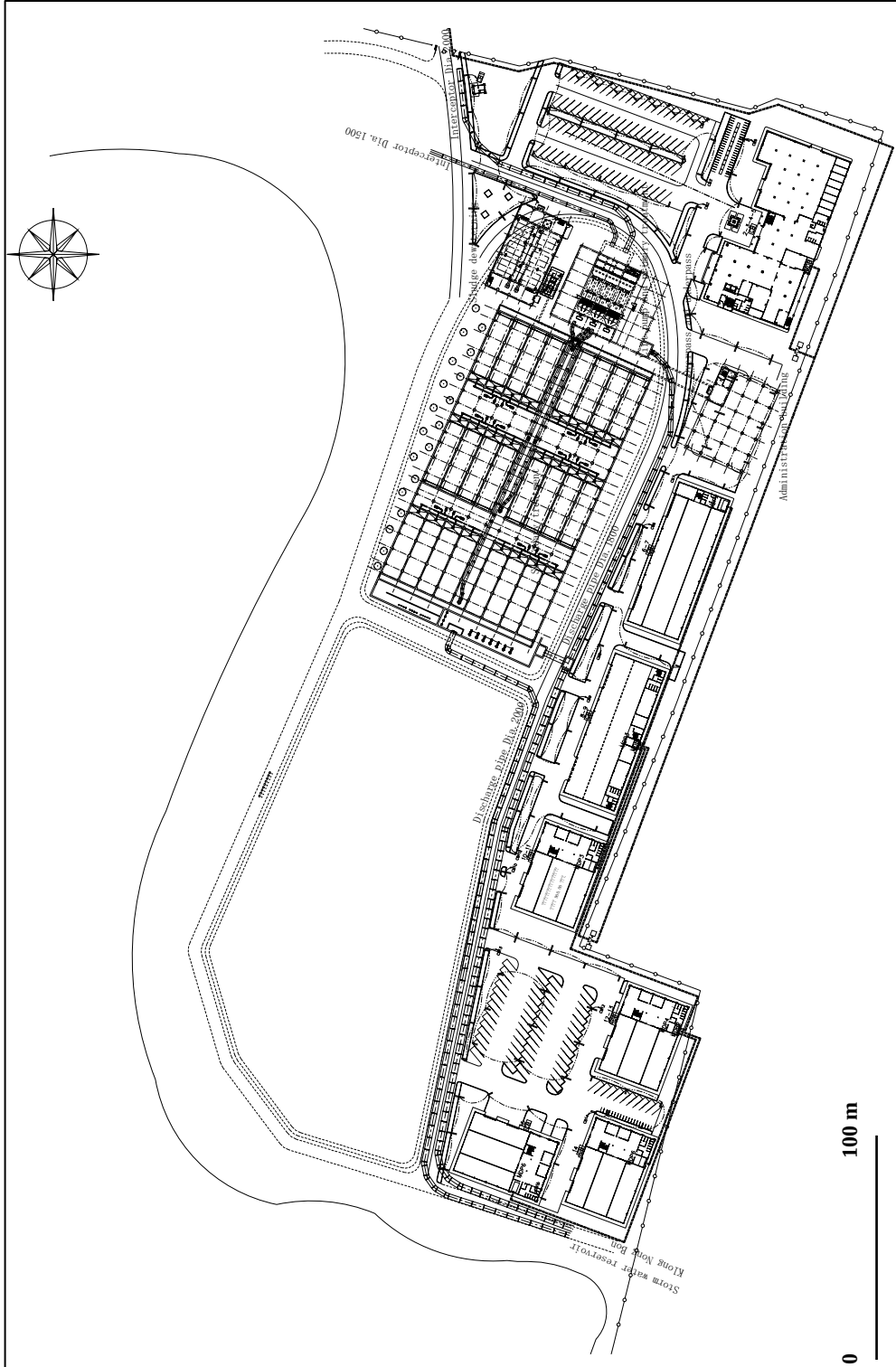
4.3.8 โครงร่างองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียที่กำหนดในแผน

ขนาดของส่วนประกอบหลักต่าง ๆ และคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องจักรได้รับการคำนวณขึ้นตามเกณฑ์การออกแบบและสรุปไว้ดังตารางที่ 4.6 โครงร่างทั่วไปของส่วนประกอบที่เสนอ ภาคตัดชลศาสตร์และแผนภูมิการไหล แสดงดังในรูป 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.6 โครงร่างองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียที่กำหนดในแผน

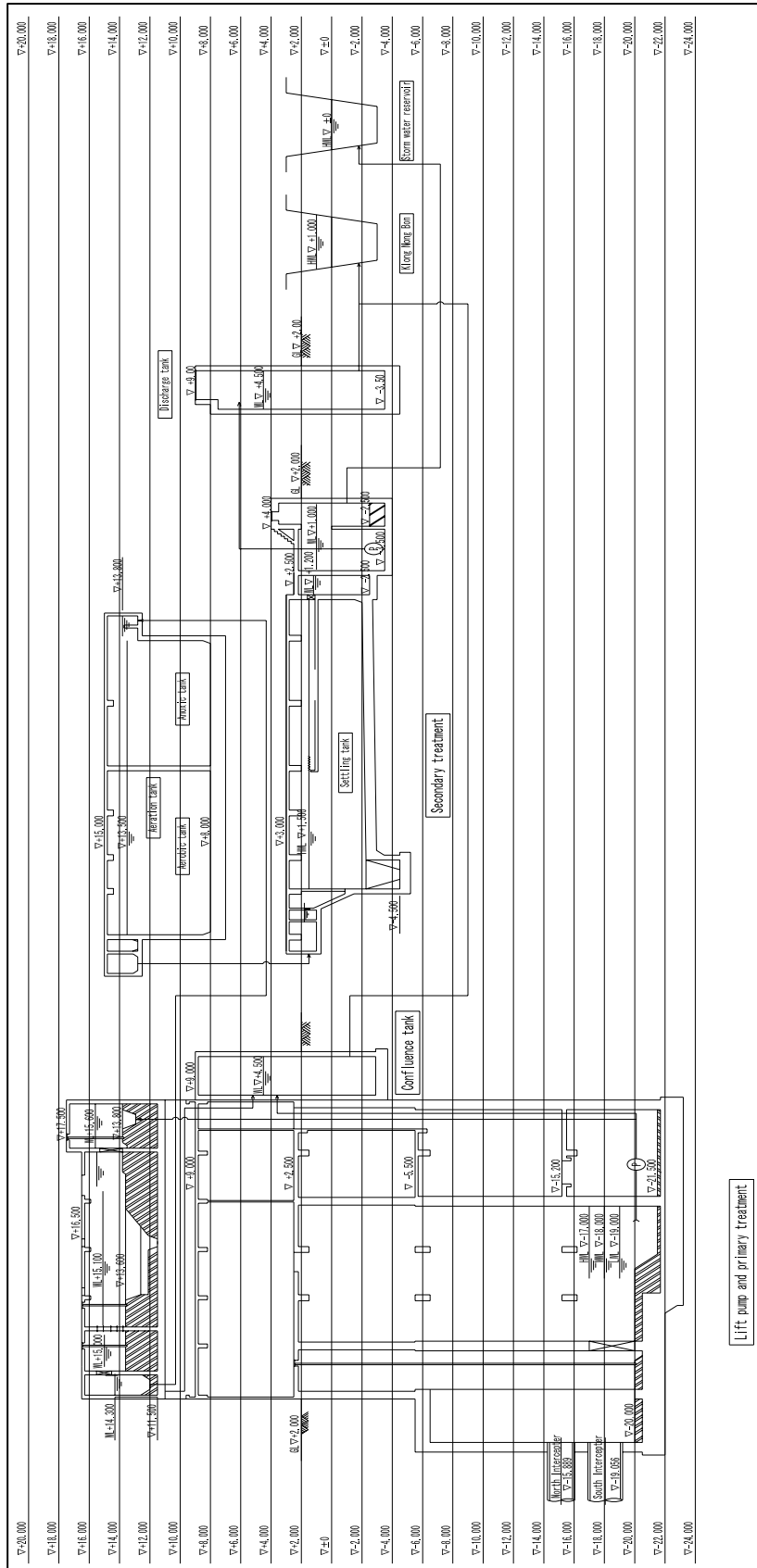
ลำดับ ที่	ส่วนประกอบ/ขนาด/คุณสมบัติเฉพาะ	จำนวนในแผนหลัก (M/P)	จำนวนในงานศึกษา ความเหมาะสม (F/S)
1.	เครื่องสูบน้ำ		
1-1	ตะแกรงหยาบ (ช่องกว้าง 2.5 เมตร)	3 เครื่อง	2 เครื่อง
1-2	เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ (94 ลบ.ม./นาที่x38 ม. x 800 กิโลวัตต์)	3 (1 สำรอง)	2 (1 สำรอง)
1-3	เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก (32 ลบ.ม./นาที่x38 ม. x 280 กิโลวัตต์)	3	3
1-4	เครื่องสูบน้ำระบายทิ้ง (94 ลบ.ม./นาที่x25 ม. x 540 กิโลวัตต์)	3 (1 สำรอง)	3 (1 สำรอง)
2.	ถังดักกรวดทราย		
2-1	ถังดักกรวดทราย (2.0 ม. กว้าง x 9.5 ม. ยาว)	6 ช่อง	4 ช่อง
2-2	ตะแกรงละเอียด (ช่องกว้าง 1.4 เมตร)	9 เครื่อง	6 เครื่อง
2-3	เครื่องแยกน้ำออกจากทราย (7.5 ลบ.ม./ชั่วโมง)	2 เครื่อง	2 เครื่อง
2-4	ตระแกรงร่อนน้ำ 3 ลบ.ม./ชั่วโมง	2 เครื่อง	2 เครื่อง
3.	ถังเติมอากาศ		
3-1	ถังแอนน็อกซิก (กxยxส = 15 ม. x 13 ม. X 5.5 ม.)	12 ถัง	8 ถัง
3-2	ถังเติมอากาศ (กxยxส = 15 ม. x 17 ม. X 5.5 ม.)	12 ถัง	8 ถัง
3-3	เครื่องเป่าอากาศ (160 ลบ.ม./นาที่ x 6500 มม. น้ำx260 กิโลวัตต์)	9 (3 สำรอง)	6 (2 สำรอง)
3-4	เครื่องสูบลมเวียนน้ำ (air Lift Pump)	12 เครื่อง	8 เครื่อง
3-5	เครื่องสูบลมเวียนตะกอน (8 ลบ.ม./นาที่x17 ม. x 45 กิโลวัตต์)	12 เครื่อง	8 เครื่อง
4.	ถังตกตะกอน		
4-1	ถังตกตะกอน (กxยxส = 5 ม. x 30 ม. X 4 ม.)	24 ถัง	16 ถัง
4-2	เครื่องกวาดตะกอน (ชนิดขับเคลื่อน 2 ถังพร้อมกัน)	12 เครื่อง	8 เครื่อง
5.	ส่วนของน้ำทิ้งและนำน้ำกลับมาใช้		
5-1	เครื่องสูบน้ำระบายทิ้ง (47 ลบ.ม./นาที่x8 ม. x 110 กิโลวัตต์)	7 (1 สำรอง)	5 (1 สำรอง)
5-2	เครื่องกรองแบบแผ่นงาน (พื้นผิวกรอง 12 ตร.ม.)	3	2
6.	ส่วนแยกน้ำออกจากตะกอน		
6-1	เครื่องร่อนน้ำออกจากตะกอนแบบสายพาน (กว้าง 3 ม.)	6 (1 สำรอง)	3 (1 สำรอง)
6-2	ถังเก็บตะกอนที่ร่อนน้ำแล้ว (40 ลบ.ม.)	2 เครื่อง	1 เครื่อง
7.	ระบบไฟฟ้ากำลัง		
7-1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (2,500 กิโลวัตต์-แอมป์)	3 เครื่อง	2 เครื่อง
7-2	เครื่องกักเก็บน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า (20 กิโลวัตต์)	6 เครื่อง	4 เครื่อง
8.	เครื่องกำจัดกลิ่น		
8-1	อุปกรณ์กำจัดกลิ่นโดยวิธีชีวภาพ (240 ลบ.ม./นาที่)	1 เครื่อง	1 เครื่อง
8-2	อุปกรณ์กำจัดกลิ่นโดยวิธีชีวภาพ (760 ลบ.ม./นาที่)	1 เครื่อง	1 เครื่อง
8-3	อุปกรณ์กำจัดกลิ่นโดยวิธีชีวภาพ (380 ลบ.ม./นาที่)	1 เครื่อง	0

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA



ที่มา: คณะผู้ศึกษา JICA

รูปที่ 4.5 แผนผังทั่วไปของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน



ที่มา: คณะผู้ศึกษา JICA

รูปที่ 4.6 ภาคตัดการไหล(hydraulic profile)ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองบอน

5. การประมาณราคาและแผนการดำเนินงาน

5.1 ราคาโครงการ

5.1.1 เงื่อนไขการประมาณราคา

การประมาณราคาโครงการประเมินตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) ราคาโครงการประกอบด้วย ค่าก่อสร้าง ค่าบริหารจัดการ ค่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงาน ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด (ทางกายภาพ และทางราคา) อัตราดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้าง ค่าธรรมเนียมผูกพัน เงินกู้ และภาษี

2) ราคาโครงการ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระแสเงินภายในประเทศและส่วนที่เป็นกระแสเงินต่างประเทศ

3) ค่าบริหารจัดการประเมินที่ร้อยละ 2 ของค่าก่อสร้าง

4) ค่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงานประเมินที่ร้อยละ 10 ของค่าก่อสร้าง

5) ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดเนื่องจากตัวแปรทางกายภาพ คิดเป็นร้อยละ 10 ของผลรวมของค่าก่อสร้าง ค่าบริหารจัดการ และค่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงาน

6) การปรับราคาเพิ่มขึ้น ได้นำหลักการต่อไปนี้มาประยุกต์ใช้ คือ คิดจากอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.3 ต่อปี ของกระแสเงินภายในประเทศ และคิดจากอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.4 ต่อปี ของกระแสเงินต่างประเทศและการประยุกต์ใช้ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดที่ประเมินจากแผนการปฏิบัติงานตามตารางที่ 5.3

7) ช่วงเวลาที่ประมาณราคา คือเดือนตุลาคมปี 2553 และใช้อัตราแลกเปลี่ยนที่ 1 บาท เท่ากับ 2.76 เยนหรือ 1 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ เท่ากับ 83.63 เยน

8) ค่าจัดซื้อที่ดินไม่ได้นำมาพิจารณาเพราะใช้ ที่ดินของสำนักการระบายน้ำ

9) อัตราดอกเบี้ยตลอดช่วงเวลาก่อสร้างจะประเมินโดยการนำราคาโครงการ ซึ่งเป็นราคาโครงการที่ได้รับจากการสนับสนุนเงินกู้ JICA ODA (เงื่อนไขการกู้เงิน : รูปแบบสิทธิพิเศษ/มาตรฐาน, อัตราดอกเบี้ย = 0.65%, ระยะเวลาคืนเงิน = 40 ปี, ระยะเวลาปลอดหนี้ = 10 ปี)

10) ค่าธรรมเนียมผูกพันเงินกู้ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.1 ของเงินกู้ที่ได้รับจากการลงนามในสัญญาเงินกู้ขึ้น ซึ่งประเมินจากการส่งเสริมให้การดำเนินโครงการบรรลุผลสำเร็จ

11) อัตราทางศุลกากร คิดเป็นร้อยละ 5 สำหรับสินค้านำเข้าซึ่งใช้ในโครงการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งคิดจาก อัตราภาษีนำเข้าในประเทศไทย อัตราภาษีคิดเป็นร้อยละ 7 ประกอบไปด้วยภาษีมูลค่าเพิ่มและภาษีในด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

5.1.2 การประมาณราคาโครงการ

การประมาณราคาสำหรับโครงการที่ได้จัดลำดับความสำคัญนี้ได้พิจารณาองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้น โดยแสดงในตารางที่ 5.1 การประมาณราคาสำหรับโครงการนี้ คิดเป็น 7,835 ล้านบาท (21.6 พันล้านบาท) เมื่อคิดรวมภาษี และคิดเป็น 7,198 ล้านบาท (19.9 พันล้านบาท) เมื่อไม่รวมภาษี

ตารางที่ 5.1 การประมาณราคา

ลำดับ ที่	รายการ	เงินภายในประเทศ (หน่วย : พันบาท)	เงินภายนอกประเทศ (หน่วย : พันบาท)	รวม (หน่วย : พันบาท)
1	ราคาค่าก่อสร้าง			
A	โรงบำบัดน้ำเสีย			
A-1	สถานีสูบน้ำเสีย	155,811	294,995	450,806
A-2	ถังดักกรวดทราย	52,109	123,513	175,622
A-3	ถังเติมอากาศ	215,634	480,650	696,284
A-4	ถังตกตะกอน	287,992	167,506	455,498
A-5	น้ำทิ้ง และการนำกลับมาใช้ใหม่	113,862	73,907	187,769
A-6	การรีดน้ำออกจากตะกอน	96,858	111,363	208,221
A-7	อาคารสำนักงาน	177,909	11,697	189,606
A-8	ระบบจ่ายไฟ	20,257	173,179	193,436
	รวมทั้งหมดของส่วน A	1,120,432	1,436,810	2,557,242
B	ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย			
B-1	การดันท่อ (Pipe Jacking)	1,609,424	0	1,609,424
B-2	บ่อพักสำหรับการดันท่อ (Pipe Jacking Shaft)	721,165	0	721,165
B-3	บ่อดักน้ำเสีย	137,000	0	137,000
	รวมทั้งหมดของส่วน B	2,467,589	0	2,467,589
	รวมทั้งหมดของส่วนที่ 1	3,588,021	1,436,810	5,024,831
2	ค่าบริหารจัดการ	100,497	0	100,497
3	ค่าจ้างที่ปรึกษาควบคุมงาน	358,802	143,681	502,483
4	ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดทางกายภาพ	404,732	158,049	562,781
5	ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดทางราคา	696,347	195,584	891,931
6	อัตราดอกเบี้ยระหว่างการก่อสร้าง	63,587	23,393	86,980
7	ค่าธรรมเนียมผูกพันเงินกู้	20,320	7,683	28,003
8	ค่าภาษีและค่าธรรมเนียม	366,261	270,787	637,048
	รวมของส่วน 2-8	2,010,546	799,177	2,809,723
	รวมทั้งหมด (รวมภาษีและค่าธรรมเนียม)	5,598,567	2,235,987	7,834,554
	รวมทั้งหมด (ยกเว้นภาษีและค่าธรรมเนียม)	5,232,306	1,965,200	7,197,506

5.1.3 การประมาณราคาค่าเดินระบบและบำรุงรักษาระบบ

ค่าเดินระบบและบำรุงรักษา ที่ใช้จ่ายสำหรับโครงการนี้ได้ประมาณการ และสรุปได้ในตาราง 5.2 ค่าเดินระบบและบำรุงรักษาระบบ ประกอบด้วย เงินเดือน ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่าขนส่งตะกอน ค่าสินค้าประเภทบริโภคภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบได้ประมาณราคา ที่ 112.1 ล้านบาทต่อปี (หรือ 309 ล้านบาทต่อปี)

ตารางที่ 5.2 การประมาณราคาค่าเดินระบบและบำรุงรักษาระบบ

ลำดับที่	รายการ	รวม (ล้านบาทต่อปี)
1	เงินเดือน	14.8
2	ค่าไฟฟ้า	51.5
3	ค่าบำรุงรักษา	20.0
4	ค่าขนส่งตะกอน	4.8
5	ค่าสินค้าประเภทบริโภคภัณฑ์	13.8
6	ค่าระบบน้ำเสีย	4.0
7	ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	3.1
	รวม	112.1

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

5.2 แผนการดำเนินงานและแผนการจ่ายเงิน

5.2.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานจัดเตรียมขึ้นเพื่อปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคู่มือการจัดการของ JICA

แผนการดำเนินงานเริ่มจากขั้นตอนการลงนามในข้อตกลงกู้เงินที่ได้จัดทำขึ้นดังตารางที่ 5.3 ซึ่งแสดงขั้นตอนที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอน แผนการดำเนินงานประเมินค่าว่าจะขยายเวลาไปกว่า 72 เดือน (6 ปี) ของทั้งหมด

ตารางที่ 5.3 แผนการดำเนินงาน

รายการ	ระยะเวลา	ปีที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
การลงนามในข้อตกลงการกู้เงิน	-								
การคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษา	12 เดือน								
การออกแบบรายละเอียด	12 เดือน								
การประมาณหาผู้รับจ้าง	12 เดือน								
บริษัทที่ปรึกษาบริหารควบคุมการก่อสร้าง	36 เดือน								
การคัดเลือกบริษัทก่อสร้าง	12 เดือน								
การดำเนินการก่อสร้าง	36 เดือน								
การเริ่มดำเนินงาน	24 เดือน								

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

เวลาที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการคัดเลือกที่ปรึกษาและบริษัทผู้รับจ้างก่อสร้างคัดเลือกโดยพิจารณาตามกระบวนการสรรหาตามมาตรฐาน JICA ดังแสดงในตาราง 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดแผนการดำเนินงานการคัดเลือกบริษัทที่ปรึกษา

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เตรียมการคัดเลือกบริษัทให้เหลือน้อยรายและเตรียมร่างข้อเสนอ	■	■	■									
อนุมัติร่างข้อเสนอโดยรัฐบาลไทย			■									
พิจารณาร่างข้อเสนอโดย JICA				■								
แจกจ่ายข้อเสนอถึงบริษัทที่ปรึกษาที่สนใจ					■	■						
ประเมินข้อเสนอที่ได้ยื่นเรื่องเข้ามา						■	■					
การอนุมัติผลการประเมินโดยรัฐบาลไทย							■	■				
JICA ร่วมประเมินผล								■	■			
เจรจาต่อรองราคากับบริษัทที่ผ่านการประเมิน									■	■	■	
อนุมัติการลงนามในสัญญาโดยรัฐบาลไทย											■	■
ร่วมอนุมัติการลงนามในสัญญาโดย JICA												■
การลงนามในสัญญา												▼

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดแผนการดำเนินงานการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้าง

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เตรียมรายละเอียดข้อเสนอการประกวดราคา	■	■	■	■								
พิจารณารายละเอียดข้อเสนอการประกวดราคาโดย JICA				■	■	■						
การคัดเลือกคุณสมบัติบริษัทเบื้องต้น					■	■						
ร่วมพิจารณาการคัดเลือกคุณสมบัติเบื้องต้นโดย JICA						■	■					
ระยะเวลาดำเนินการประมูล							■	■	■	■		
การประเมินผลการประมูล										■	■	
พิจารณาผลการประมูลโดย JICA											■	■
เจรจาต่อรองราคากับผู้ชนะการประมูล											■	■
พิจารณาร่างสัญญาโดย JICA												■
ลงนามในสัญญา												▼

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

การก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียได้ประเมินไว้ประมาณ 36 เดือนตามรูปที่แสดงในตาราง 5.6 และ 5.7

ตารางที่ 5.6 รายละเอียดแผนการดำเนินงานการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย (4 แนวท่อหลัก)

ปี	1	2	3
แนวท่อหลักหนองบอนเหนือ	■	■	■
แนวท่อหลักหนองบอนใต้	■	■	■
แนวท่อหลักประเวศ	■	■	■
แนวท่อหลักดอกไม้		■	■
บ่อดักน้ำเสีย			■

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 5.7 รายละเอียดแผนการดำเนินการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย

ปี	1	2	3
การเตรียมพื้นที่และความพร้อมสำหรับการก่อสร้าง			
ระบบเครื่องสูบน้ำ			
ระบบถังตกทราย			
ระบบถังเติมอากาศ			
ระบบถังตกตะกอน			
ระบบน้ำทิ้งและการนำกลับมาใช้ใหม่			
อาคารรีดน้ำจากตะกอน			
อาคารสำนักงาน			
งานเครื่องกลและระบบไฟฟ้า			

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

5.2.2 แผนการชำระเงิน

กำหนดการชำระเงินเป็นไปตามแผนการดำเนินงานที่ได้จัดทำไว้ตามตาราง 5.8

ตารางที่ 5.8 แผนการชำระเงิน

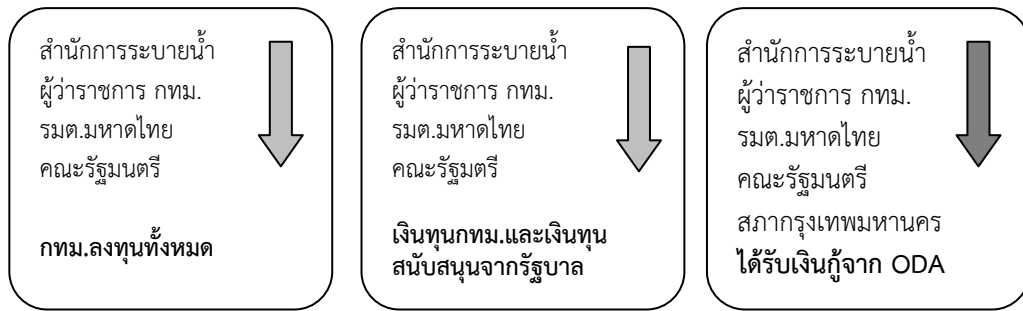
รายการ	แหล่งที่มา	ปี								รวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ค่าใช้จ่ายตรง การก่อสร้าง	งบกระแสเงิน ภายในประเทศ	0	0	0	1,196.0	1,196.0	1,196.0	0	0	3,588.0
	งบกระแสเงิน จากต่างประเทศ	0	0	0	478.9	478.9	478.9	0	0	1,436.8
	รวม	0	0	0	1,674.9	1,674.9	1,674.9	0	0	5,024.8
ค่าใช้จ่าย ทางอ้อมใน การก่อสร้าง	งบกระแสเงิน ภายในประเทศ	26.7	117.1	120.2	542.0	581.8	622.7	0	0	2,010.5
	งบกระแสเงิน จากต่างประเทศ	2.1	37.5	38.3	230.6	240.4	250.3	0	0	799.2
	รวม	28.8	154.7	158.5	772.6	822.2	873.0	0	0	2,809.7
รวม	งบกระแสเงิน ภายในประเทศ	26.7	117.1	120.2	1,738.0	1,777.8	1,818.7	0	0	5,598.6
	งบกระแสเงิน จากต่างประเทศ	2.1	37.5	38.3	709.5	719.3	729.2	0	0	2,236.0
	รวม	28.8	154.7	158.5	2,447.6	2,497.1	2,548.0	0	0	7,834.6

5.3 การบริหารจัดการและหน่วยงานรับผิดชอบ

5.3.1 การบริหารจัดการโครงการ

(1) กระบวนการอนุมัติโครงการ

หลังจากการอนุมัติการศึกษาความเหมาะสมโครงการโดย JICA ขั้นแรกนำเสนอข้อเสนอโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน ต่อสำนักการระบายน้ำ และกรุงเทพมหานคร หลังจากนั้นจะเป็นการพิจารณาโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรี การให้เงินทูลนั้นมีความจำเป็นในขั้นเตรียมการดำเนินโครงการ กระบวนการอนุมัติโครงการมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยขึ้นอยู่กับแหล่งทุนของโครงการมีแหล่งเงินทุน 3 แหล่งได้แก่กรุงเทพมหานครเป็นผู้ลงทุนเองทั้งหมด กรุงเทพมหานครร่วมลงทุนโดยได้รับเงินอุดหนุนบางส่วนจากรัฐบาลกลาง และกรุงเทพมหานครกู้เงินจากเงินกู้ ODA กระบวนการอนุมัติสำหรับแต่ละแหล่งทุนของทั้ง 3 ทางเลือกได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้



ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA จากข้อมูลของสำนักการคลัง กรุงเทพมหานคร

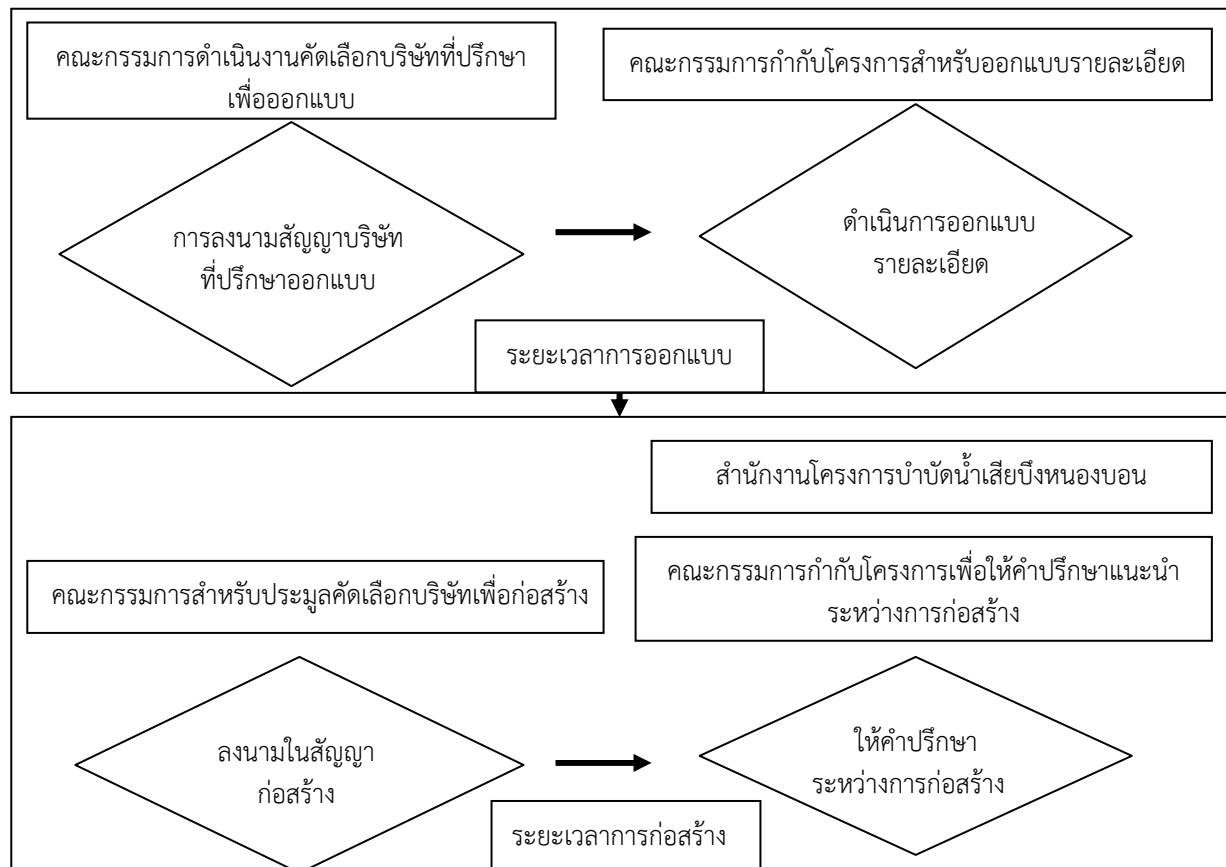
รูปที่ 5.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการอนุมัติโครงการ

ระเบียบการเงินในปัจจุบันระบุว่า การดำเนินโครงการที่มีมูลค่าโครงการเกินกว่า 1,000 ล้านบาท จะต้องเสนออนุมัติโครงการต่อคณะรัฐมนตรี แม้กรุงเทพมหานครจะลงทุนโครงการเองทั้งหมดก็ตามต้องได้รับการอนุมัติโครงการจากคณะรัฐมนตรี สำหรับการกู้เงินจากแหล่งเงินกู้ ODA จะมีขั้นตอนเพิ่มขึ้น คือ ต้องได้รับอนุมัติจากสภากรุงเทพมหานครก่อน

(2) หน่วยงานที่รับผิดชอบและขั้นตอนการดำเนินงาน

สำนักการระบายน้ำได้ดำเนินงานโครงการบำบัดน้ำเสียมาแล้ว 7 แห่ง และระบบบำบัดน้ำเสียที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้มีโครงการอีก 4 โครงการที่อยู่ในระหว่างเตรียมโครงการ (1 โครงการอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง และ 3 โครงการอยู่ในระหว่างจัดทำแผนงาน) สำนักการระบายน้ำได้ประเมินว่ามีความสามารถดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียหนองบอน ได้ด้วยเหตุผลข้อเท็จจริงที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

วิธีการดำเนินงานและการบริหารจัดการ สำหรับการดำเนินโครงการได้แสดงในรูปที่ 5.2 โดยคาดว่า สำนักงานโครงการบำบัดน้ำเสียหนองบอนจะจัดตั้งขึ้นก่อนการเริ่มต้นโครงการ



ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA จากการหารือร่วมกับสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 5.2 กระบวนการดำเนินงานโครงการ

(3) ความสามารถในการดำเนินโครงการ และการปรับปรุงโครงการ
 สำนักการระบายน้ำมีศักยภาพในการดำเนินโครงการ แต่ยังขาดประสบการณ์ในการดำเนินโครงการกู้เงินจากสถาบันการเงินระหว่างประเทศ หรือการกู้เงินจากสองแหล่ง หรือจากหลายแหล่ง ดังนั้นจึงขอเสนอแนะให้สร้างความเข้มแข็งและความสามารถในการดำเนินโครงการเงินกู้จากต่างประเทศ

ขั้นตอนต่อไปนี้ได้เสนอแนะให้มีการพัฒนาบุคลากรเพื่อการดำเนินงานก่อสร้าง

ตารางที่ 5.9 ความต้องการสำหรับการพัฒนาบุคลากร

ความต้องการ	ข้อปฏิบัติ
การจัดการเงินกู้ ODA	- ศึกษาจากแนวทางปฏิบัติสำหรับการกู้เงิน ODA - ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสำนักงาน JICA และ - การร้องขอผู้เชี่ยวชาญ JICA ในระยะสั้นเพื่ออธิบาย และฝึกอบรมการจัดการในการกู้เงิน ODA
การบริหารจัดการ	- เพิ่มกำลังคนสำหรับสำนักงานโครงการเพื่อการดำเนินงาน - ระดมผู้เชี่ยวชาญในสาขาการเงิน/เศรษฐศาสตร์, สิ่งแวดล้อม, นักพัฒนาองค์กร และนักสังคมสงเคราะห์

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

5.3.2 การจัดการดินระบบ

(1) องค์กรที่รับผิดชอบการเดินระบบ

การเดินระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสีย เป็นความรับผิดชอบของกลุ่มปฏิบัติการของสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำภายใต้สำนักการระบายน้ำ ในปัจจุบันมีโรงบำบัดน้ำเสีย 7 แห่ง อยู่ในความรับผิดชอบ โดยได้ว่าจ้างเอกชนเดินระบบ 5 แห่ง ในจำนวนนี้มี 2 แห่ง ที่เดินระบบด้วยกรุงเทพมหานครเอง นโยบายของสำนักการระบายน้ำในปัจจุบันมีแนวโน้มจะว่าจ้างเอกชนเดินระบบทั้งหมด ดังนั้นโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน คาดว่าจะเดินระบบโดยเอกชนเช่นเดียวกัน

(2) การปรับปรุงสัญญาการเดินระบบ

เอกสารสัญญาจ้างเดินระบบในปัจจุบันได้จัดทำไว้เป็นอย่างดี และคุ้มครองผลประโยชน์ของกรุงเทพมหานครอย่างรอบคอบ อย่างไรก็ตามควรมีการปรับปรุงสัญญาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเดินระบบให้สูงขึ้น

(3) ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

การบริการบำบัดน้ำเสียโดยกรุงเทพมหานคร นั้น ได้มีการปรับปรุง เสนอแนะให้มีตัวชี้วัดวัดประสิทธิภาพเพื่อการปรับปรุงในขั้นต่อไป การใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพควรนำมาใช้ทั้งกรุงเทพมหานคร และผู้รับจ้างเดินระบบด้วย

(4) การพัฒนาบุคลากรด้วยการฝึกอบรม

งานเดินระบบและการบำรุงรักษาระบบเป็นงานที่มีความสำคัญ เพื่อให้อุปกรณ์ และเครื่องจักรเพื่อการบำบัดน้ำเสียทำงานด้วยดี แม้ว่าจะเป็นการเดินระบบโดยการว่าจ้างเอกชนก็ตาม สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำยังต้องการทีมงานที่มีความเชี่ยวชาญเพื่อความเข้าใจระบบงานในรายละเอียด เพื่อที่บุคลากรเหล่านี้จะสามารถเข้าใจบางปัญหาที่ไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาได้ ซึ่งมีความสำคัญในการดำเนินโครงการอย่างยั่งยืน แม้ว่าสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำจะมีเอกชนผู้ที่มีคุณสมบัติสูงในการจัดการเดินระบบตลอดสัญญาก็ตาม การจัดอบรมหลักสูตรที่ครบถ้วนสมบูรณ์มีความสำคัญในแง่ที่จะเป็นหลักประกันในการดูแลบำรุงรักษาและปรับปรุงทักษะ บุคลากรที่ได้รับการพัฒนาด้วยการฝึกอบรมมี 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลการจัดการเชิงนโยบาย ระบบข้อมูล การจัดการสัญญา และการจัดการทรัพย์สิน

กลุ่มที่ 2 เจ้าหน้าที่ที่อยู่ในระดับปฏิบัติการเดินระบบ

5.4 ความช่วยเหลือด้านเทคนิค

5.4.1 การฝึกอบรม

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น คือมีบุคลากร 2 กลุ่ม ที่ควรได้รับการพัฒนา คือ เจ้าหน้าที่ในระดับการจัดการ และเจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการเดินระบบ

(1) การฝึกอบรมที่จำเป็น

การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรมีความจำเป็นต่อการยกระดับขีดความสามารถในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลาทั้ง 2 ระยะ ทั้งช่วงการดำเนินโครงการ และช่วงการเดินระบบ บุคลากร 2 กลุ่ม ที่ควรได้รับการพัฒนา คือ เจ้าหน้าที่ระดับการจัดการ และเจ้าหน้าที่หลักของกลุ่มผู้เดินระบบ

สำหรับแผนการพัฒนาบุคลากร โดยเฉพาะหัวข้อที่ควรให้ความสนใจและติดตามคือ เทคโนโลยีใหม่ ที่เสนอในการศึกษาความเหมาะสมครั้งนี้

- การปรับปรุงระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย (พื้นที่สู่ระบายน้ำ)
- เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบใหม่ที่ประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่จำกัด (carrier added activated sludge, membrane bioreactor เป็นต้น)
- การใช้เทคโนโลยีเพื่อลดความสกปรกในช่วงฤดูฝน(AS ใช้กับน้ำเสีย)
- เทคโนโลยีการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่
(การผลิตพลังงานจากน้ำ, การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ)

การฝึกอบรมนี้ควรมีการดำเนินการโดย

- 1) บริษัทที่ปรึกษาควรเตรียมการฝึกอบรมในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด
- 2) บริษัทผู้รับจ้างควรจัดการฝึกอบรมระหว่างและหลังการก่อสร้าง และ
- 3) องค์กรภายนอก (เช่น JICA) ควรจัดการฝึกอบรมตลอดช่วงระยะที่ดำเนินโครงการทั้งหมด

5.4.2 แผนการปรับปรุงและงานจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียในกรุงเทพมหานครเป็นเพียงระบบชั่วคราวที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป เพื่อการปรับปรุงการให้บริการระบบบำบัดน้ำเสีย ได้เสนอแนะมาตรการในหลายรูปแบบในแผนแม่บท จึงควรนำมาใช้ในระยะยาว ด้วยเหตุนี้จึงควรปรับปรุง โครงการตามที่กล่าวถึงในรายงานฉบับนี้ และสรุปรายงานแผนแม่บทได้ดังนี้

- 1) การปรับปรุงของระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย (ส่วนที่ 3.7.1 และ 3.7.2)
- 2) รายการสำรวจรายการท่อระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ส่วนที่ 3.7.3)
- 3) ระเบียบเกี่ยวกับอาคารในพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียที่ได้รับการยกเว้นการติดตั้งบ่อเกรอะ (ภาคผนวก 1.1)
- 4) การใช้ระบบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (ส่วนที่ 5.4.2)
- 5) การกำหนดให้มีข้อบัญญัติการบำบัดน้ำเสีย (ในแผนแม่บท)

6. ข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

6.1 การศึกษาข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

(1) วัตถุประสงค์ของการศึกษาข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

จุดมุ่งหมายของการพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ส่วนประกอบตามข้อเสนอของโครงการต่าง ๆ เป็นไปอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสังคม และมีความยั่งยืน รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการดำเนินโครงการจะได้รับการยอมรับตั้งแต่ระยะแรก และนำไปใช้ประกอบการออกแบบโครงการต่อไป

(2) ความจำเป็นของข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม และรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการนี้

นโยบายพื้นฐานสำหรับข้อพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมสำหรับโครงการนี้ มีดังนี้

1) โครงการซึ่งจะต้องดำเนินการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ซึ่งตามพระราชบัญญัตินี้ระบุว่าโครงการบำบัดน้ำเสียชุมชนไม่ต้องการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

2) ผลกระทบที่คาดว่าจะไม่เกิดขึ้นในช่วงการวางแผนช่วงก่อสร้างและช่วงเดินระบบมีดังนี้

- ผลกระทบที่ชัดเจน เช่น การอพยพย้ายที่อยู่ของประชาชน ผลกระทบต่อการจ้างงาน เศรษฐกิจภาคครัวเรือน หรือเศรษฐกิจระดับภูมิภาค ผลกระทบเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นจากสาเหตุการใช้พื้นที่เพื่อก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย และการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียใต้แนวนถนนหรือแนวคลอง
- โรงบำบัดน้ำเสียและงานอื่นที่เกี่ยวข้องไม่เป็นสาเหตุของผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย
- โครงการนี้ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่ยากต่อการฟื้นฟู
- โครงการนี้ไม่มีผลกระทบต่อมรดกทางวัฒนธรรมและผลเสียต่อธรรมชาติ

3) คณะผู้ศึกษาจาก JICA จะช่วยสำนักงานการระบายน้ำดำเนินการตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นให้เป็นไปตามคู่มือประเมินผลของ JICA (คู่มือของ JICA ใช้สำหรับการพิจารณาสิ่งแวดล้อมและสังคม) เพื่อลดผลกระทบ

4) การพิจารณาสิ่งแวดล้อมและสังคมของการศึกษานี้ รวมถึง การตรวจสอบทางเลือกของโครงการ การคาดการณ์และการประเมินผลกระทบ ข้อเสนอแนะสำหรับมาตรการลดผลกระทบและการเตรียมการสำหรับแผนการเฝ้าระวัง โดยอ้างอิงจากข้อมูลที่รวบรวมได้ การสำรวจในพื้นที่ และการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (จัด 2 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม 2554)

6.2 การจำแนกผลกระทบด้านลบเนื่องมาจากการดำเนินโครงการ และข้อควรพิจารณาสำหรับมาตรการลดผลกระทบและแผนการเฝ้าระวัง

(1) การจำแนกผลกระทบด้านลบเนื่องมาจากการดำเนินโครงการ

ผลกระทบที่เกิดจากการดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนได้มีการอธิบายพร้อมทั้งแสดงโครงร่างการประเมินผลและช่วงเวลาดำเนินโครงการ ได้อธิบายตามตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ผลกระทบทางลบที่คาดว่าจะเกิด

ส่วนประกอบพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อม		ระดับ	เหตุผล
สังคมสิ่งแวดล้อม	5	สาธารณูปโภคและบริการพื้นฐานทางสังคม	B <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> 1) ช่วงการก่อสร้างบ่อรวบรวมน้ำเสีย : การปิดถนน (1 ช่องทาง) หรือจำเป็นต้องใช้ทางเบี่ยง อาจส่งผลให้เกิดการติดขัดของการจราจร และความไม่สะดวกในการเข้าถึงสาธารณูปโภค 2) ปัญหาการจราจรติดขัด อาจเกิดขึ้นในช่วงที่มีการขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้างและขยะ เข้าออกจากพื้นที่ก่อสร้าง
	11	สุขภาพและการสุขาภิบาล	B <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> คาดว่าจะต้องเกิดผลกระทบด้านลบเนื่องจากฝุ่นละอองและเสียงจากยานพาหนะในช่วงการก่อสร้าง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสุขภาพและการสุขาภิบาลต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงทางเข้าโครงการ <u>ช่วงเดินระบบ</u> คุณภาพน้ำในคลองดีขึ้นเนื่องจากการรวบรวมน้ำเสียก่อนปล่อยลงคลอง ซึ่งไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพและสุขาภิบาล
	12	โรคติดเชื้อ เช่น HIV/AIDS	C <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> มีโอกาสที่จะเกิดโรคติดเชื้อ เช่น HIV/เอดส์ สาเหตุอาจมีที่มาจากบ้านพักชั่วคราวของคณงานก่อสร้างและติดต่อไปยังผู้หญิง อย่างไรก็ตาม ยังเป็นเรื่องยากที่จะประเมินผลกระทบในปัจจุบัน (ปัจจุบันยังไม่พิจารณาถึงแรงงานต่างด้าว)
	13	อันตรายและความเสี่ยง	C <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> คาดว่าจะมีความเป็นไปได้ที่ความปลอดภัยจะลดลงเนื่องจากอาชญากรรมที่เกิดขึ้นจากบ้านพักคณงานก่อสร้าง อย่างไรก็ตามผลกระทบยังไม่มี ความชัดเจน
	14	อุบัติเหตุ (อุบัติเหตุจากการจราจร)	B <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุทางจราจรจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากยานพาหนะเพิ่มขึ้นจากการก่อสร้าง ซึ่งต้องให้ความใส่ใจเป็นพิเศษถ้าโรงเรียนและโรงพยาบาลตั้งอยู่ตามแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหายังไม่มีความชัดเจนในปัจจุบัน
สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ	18	อัตราการไหลและลักษณะทางชลศาสตร์	D C ไม่มีแผนในการสูบน้ำจากแม่น้ำหรือคลอง <u>ช่วงเดินระบบ</u> ขีดความสามารถของการไหลของน้ำคลองควรต้องนำมาคิดคำนวณด้วย เนื่องจากน้ำที่ผ่านการบำบัดจะปล่อยลงในคลอง
มลพิษ	24	มลพิษทางอากาศ	B D <u>ช่วงการก่อสร้าง</u> คาดว่าจะมีฝุ่นละอองจากเครื่องจักรและพาหนะในช่วงการก่อสร้าง ถึงแม้ว่าช่วงการก่อสร้างจะเป็นเวลาสั้นๆ <u>ช่วงเดินระบบ</u> คาดว่าจะมีการปล่อยก๊าซช่วงที่ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งอาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่จำกัด

ส่วนประกอบพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อม			ระดับ	เหตุผล
	25	มลพิษทางน้ำ	C	<u>ช่วงเดินระบบ</u> ผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญด้านบวก ได้แก่ คุณภาพน้ำในคลองจะได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นเนื่องจากการลดลงของมลสารด้วยการบำบัดน้ำเสีย ไม่มีผลกระทบด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ อย่างไรก็ตาม การไหลของน้ำในคลองขนาดเล็ก จะลดลงเกือบเป็นศูนย์ เพราะน้ำเสียได้รับการรวบรวมในฤดูแล้ง อัตราการไหลของน้ำในคลองจะลดลง อาจเกิดปัญหามลพิษทางน้ำและกลิ่นเหม็นเนื่องจากน้ำเสียบางส่วนที่เก็บรวบรวมไม่หมด ปัญหามลพิษทางน้ำเนื่องมาจากการปล่อยน้ำล้นจากบ่อดักน้ำเสียในฤดูฝน จะไม่เป็นปัญหารุนแรงเพราะน้ำเสียได้รับการเจือจางโดยน้ำฝน
	26	มลพิษทางดิน	C	<u>ช่วงเดินระบบ</u> ตะกอนที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียหลังจากผ่านการหมักทำปุ๋ยแล้ว จะนำไปใช้สำหรับปรับปรุงดิน ซึ่งต้องมีการเฝ้าระวังเนื่องจากในตะกอนมีโลหะหนักปนเปื้อน การนำตะกอนมาใช้ประโยชน์ขึ้นกับจุดประสงค์การใช้ เช่น ใช้เพื่อการเกษตร ใช้ตะกอนที่ผ่านการหมักทำปุ๋ย ถ้าจะใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวควรมีการเฝ้าระวังและติดตามผล
	29	เสียงและความสั่นสะเทือน	B D	<u>ช่วงการก่อสร้าง</u> คาดการณ์ว่าจะมีเสียงดังรบกวนและความสั่นสะเทือน จากเครื่องจักรและพาหนะที่ใช้สำหรับก่อสร้าง <u>ช่วงเดินระบบ</u> แหล่งกำเนิดเสียงและความสั่นสะเทือน ช่วงที่เดินระบบ จะออกแบบให้ติดตั้งในอาคาร ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อพื้นที่นอกโรงบำบัดน้ำเสีย
	31	กลิ่น	D	<u>ช่วงเดินระบบ</u> แหล่งกำเนิดกลิ่นมาจากกระบวนการบำบัดตะกอนและถังเติมอากาศ ถึงแม้ว่าปัญหากลิ่นจะมีระดับต่ำ แต่จำเป็นต้องมีระบบควบคุมกลิ่น

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

หมายเหตุ : แบ่งระดับ ดังนี้

- A : คาดการณ์ว่าจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ
- B : คาดการณ์ว่าจะมีผลกระทบบ้าง
- C : ยังไม่แน่ชัดว่าจะเกิดผลกระทบ (จำเป็นต้องทำการทดสอบ)
- D : คาดการณ์ว่าจะไม่เกิดผลกระทบ

(2) ข้อควรพิจารณาสำหรับมาตรการลดผลกระทบ

มาตรการลดผลกระทบด้านลบที่เกิดจากการดำเนินโครงการ ช่วงก่อสร้าง และช่วงเดินระบบ ได้แสดงในตารางที่ 6.2 และตารางที่ 6.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.2 มาตรการลดผลกระทบระหว่างช่วงการก่อสร้างของโครงการ

หัวข้อ	ผลกระทบ	มาตรการ
สาธารณูปโภคและบริการพื้นฐานทางสังคม	- กีดขวางการจราจรช่วงก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและกีดขวางการเข้าถึงสาธารณูปโภค - มีโอกาสที่จะเกิดผลกระทบ เช่น ปัญหามลพิษทางอากาศ (ฝุ่น) เสียงดังรบกวนและความสั่นสะเทือน เนื่องจากการขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้างและของเสีย	- ประชาสัมพันธ์งานและแผนการก่อสร้าง - ควบคุมการจราจรและสังเกตการณ์เกี่ยวกับองค์ประกอบการก่อสร้าง - การดำเนินการ ชั่วโมงการทำงานของพาหนะที่ใช้ขนส่งอุปกรณ์ - จัดให้มีเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจร - กำหนดความเร็วของพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง - แนะนำคู่มือในการขับรถและมารยาทให้แก่คนขับรถโดยผู้รับจ้าง - ใช้น้ำพรมถนนเพื่อป้องกันฝุ่น

		- เตรียมอุปกรณ์ปิดรถบรรทุกเพื่อป้องกันของหล่นกระจาย - จัดโต๊ะประชาสัมพันธ์ และจ้างเจ้าหน้าที่เพื่อรับผิดชอบเรื่องร้องเรียนจากประชาชนที่มีบ้านเรือนอยู่ใกล้ที่ก่อสร้าง (ตอบข้อร้องเรียนอย่างรวดเร็ว)
สุขภาพและอนามัย	- กีดขวางการจราจรช่วงก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและกีดขวางการเข้าถึงสาธารณูปโภค - มีโอกาสที่จะเกิดผลกระทบ เช่น - ปัญหามลพิษทางอากาศ (ฝุ่น) เสี่ยง	- ประชาสัมพันธ์งานและแผนการก่อสร้าง - ทำความตกลงและสังเกตการณ์เกี่ยวกับองค์ประกอบการก่อสร้าง การดำเนินการ ชั่วโมงการทำงานของพาหนะที่ใช้ขนส่งอุปกรณ์ - จัดให้มีเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจร - กำหนดความเร็วของพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง
หัวข้อ	ผลกระทบ	มาตรการ
	- รบกวน และความสั่นสะเทือน - เนื่องจากการขนส่งอุปกรณ์ก่อสร้างและขยะ - มลพิษทางอากาศและเสียงรบกวนต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้พื้นที่ก่อสร้าง	- แนะนำคู่มือในการขับรถและมารยาทให้แก่คนขับรถโดยผู้รับจ้าง - ฉีดน้ำพรมถนนเพื่อป้องกันฝุ่น - เตรียมอุปกรณ์ปิดรถบรรทุกเพื่อป้องกันของหล่นกระจาย - จัดโต๊ะประชาสัมพันธ์ และจ้างเจ้าหน้าที่เพื่อรับผิดชอบเรื่องร้องเรียนจากประชาชนที่มีบ้านเรือนอยู่ใกล้ที่ก่อสร้าง (ตอบข้อร้องเรียนอย่างรวดเร็ว)
อุบัติเหตุ (อุบัติเหตุจากการจราจร)	- ความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรสูงขึ้น เนื่องมาจากยานพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้างเพิ่มขึ้น - ถนนแคบลงเนื่องจากการก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยเฉพาะพื้นที่ต้องให้ความดูแลเป็นพิเศษเช่น โรงเรียน และโรงพยาบาล	- ประชาสัมพันธ์งานและแผนการก่อสร้าง - ทำความตกลงและสังเกตการณ์เกี่ยวกับองค์ประกอบการก่อสร้าง การดำเนินการ ชั่วโมงการทำงานของพาหนะที่ใช้ขนส่งอุปกรณ์ - จัดให้มีเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจร - กำหนดความเร็วของพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง - แนะนำคู่มือในการขับรถและมารยาทให้แก่คนขับรถโดยผู้รับจ้าง - ฉีดน้ำพรมถนนเพื่อป้องกันฝุ่น - เตรียมอุปกรณ์ปิดรถบรรทุกเพื่อป้องกันของหล่นกระจาย - จัดโต๊ะประชาสัมพันธ์ และจ้างเจ้าหน้าที่เพื่อรับผิดชอบเรื่องร้องเรียนจากประชาชนที่มีบ้านเรือนอยู่ใกล้ที่ก่อสร้าง (ตอบข้อร้องเรียนอย่างรวดเร็ว)
มลพิษทางอากาศ	- ฝุ่นที่เกิดจากการขนส่งอุปกรณ์ และกิจกรรมการก่อสร้างต่าง ๆ - ก๊าซที่เกิดจากยานพาหนะและเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้าง	- เดินเครื่องจักรเครื่องยนต์ของพาหนะในการก่อสร้างและเครื่องจักรอย่างระมัดระวังและมีการจำกัดความเร็ว - มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรและยานพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง - ใช้เครื่องจักรและพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยมาตรการเพื่อลดการเกิดก๊าซ - จัดให้มีโต๊ะประชาสัมพันธ์ และเจ้าหน้าที่รับผิดชอบการร้องเรียนจากประชาชน และมีการติดตามจำนวนและเรื่องร้องเรียน
เสียงและความสั่นสะเทือน	เสียงและความสั่นสะเทือนเนื่องจากพาหนะและเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้าง	- เดินเครื่องจักรเครื่องยนต์ของพาหนะในการก่อสร้างและเครื่องจักรอย่างระมัดระวังและมีการจำกัดความเร็ว - มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรและยานพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง - ใช้เครื่องจักรและพาหนะที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยมาตรการเพื่อลดการเกิดก๊าซ - จัดให้มีโต๊ะประชาสัมพันธ์ และเจ้าหน้าที่รับผิดชอบการร้องเรียนจากประชาชน และมีการติดตามจำนวนและเรื่องร้องเรียน เผื่อระวังเสียงรบกวนและความสั่นสะเทือนตามข้อมูลที่ได้รับจากประชาชน
การแพร่เชื้อ	มีความเป็นไปได้ที่จะมีการแพร่กระจาย	- ให้ความรู้และส่งเสริมให้เกิดความตระหนักแก่ผู้ที่ปฏิบัติงาน

โรค เช่น HIV/เอชไอวี	ของเชื้อโรคโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง	เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง (ลูกจ้าง) โดยบริษัทรับเหมาก่อสร้าง
อันตราย (ความเสี่ยง)	- อุบัติเหตุซึ่งเกี่ยวกับอุตสาหกรรมจากงานก่อสร้าง - มีความเป็นไปได้ที่ความปลอดภัยจะลดลง เช่น เกิดโจรกรรมจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง	- ให้ความรู้ด้านความปลอดภัยแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างและเตรียมมาตรการด้านความปลอดภัย - ปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้ใช้แรงงาน - ให้ความรู้และความตระหนักแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง (ลูกจ้าง) โดยบริษัทรับเหมาก่อสร้าง

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 6.3 มาตรการลดผลกระทบช่วงเดินระบบ

หัวข้อ	ผลกระทบ	มาตรการ
สถานะของไหลลักษณะการไหลของน้ำ	กระทบต่อความสามารถในการไหลของคลองรับน้ำ	- วางแผนในการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ของโรงบำบัดน้ำเสียเพื่อให้แน่ใจว่าคลองรับน้ำมีขีดความสามารถในการไหลเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการเผื่อระดับน้ำในคลอง
มลพิษทางน้ำ	อัตราการไหลของน้ำในคลองจะลดลงเนื่องจากการเก็บรวบรวมน้ำเสียและมีความเป็นไปได้ที่ยังไม่แน่นอนว่าน้ำอาจมีคุณภาพดีขึ้น	- เผื่อระดับคุณภาพน้ำในคลองที่อยู่ใกล้เคียง - ปล่อน้ำสะอาดหรือน้ำที่ผ่านการบำบัดจากโรงบำบัดน้ำเสีย (นำมาใช้เหมือนน้ำสะอาด) ลงไปในคลอง ซึ่ง - คุณภาพน้ำอาจแย่ลงเนื่องจากอัตราการไหลของน้ำลดลงในหน้าแล้ง
การปนเปื้อนของดิน	ดินมีโอกาสที่จะปนเปื้อนจากการใช้ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย	- เผื่อระดับการใช้ตะกอนปุ๋ยหมักสำหรับปรับสภาพดินเพื่อยืนยันความปลอดภัย
เสียงและความสั่นสะเทือน	กระทบต่อผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้โรงบำบัดน้ำเสีย	- เครื่องเติมอากาศและเครื่องสูบน้ำที่เป็นแหล่งกำเนิดของเสียงรบกวน ควรติดตั้งในอาคารเพื่อลดผลกระทบต่อด้านนอกอาคารและพื้นที่บริเวณโดยรอบ - เผื่อระดับเป็นระยะ ตามพื้นที่โดยรอบอาคารของโรงบำบัดน้ำเสีย
กลิ่นเหม็น	กลิ่นเหม็นจะถูกปล่อยออกจากกระบวนการบำบัดตะกอน และบ่อกักเก็บตะกอน และกลิ่นเหม็น ที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย	- การบำบัดและขนถ่ายตะกอน ควรทำภายในอาคารและควรติดตั้งระบบบำบัดกลิ่นเพื่อจะได้ไม่มีการปล่อยกลิ่นออกนอกโรงบำบัดน้ำเสียโดยตรง - เผื่อระดับกลิ่น

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

(3) การเผื่อระดับ

การเผื่อระดับในช่วงการก่อสร้างและช่วงเดินระบบ อธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 6.4 การเผื่อระดับช่วงการก่อสร้าง

หัวข้อ	สถานที่เผื่อระดับ	รายการเผื่อระดับ
ข้อร้องเรียนและข้อเรียกร้องจากประชาชน	- ถนนทางเข้า และชุมชนใกล้สถานที่ก่อสร้าง	รายการข้อร้องเรียนและจำนวนข้อเรียกร้อง

เสียง	- ถนนทางเข้า - โรงบำบัดน้ำเสีย - ระบบรวบรวมน้ำเสีย	เสียง (เผ่าระวัง โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดง่าย ๆ)
ฝุ่นละออง	- ถนนทางเข้าและชุมชนใกล้เคียง - สถานที่ก่อสร้าง	สารแขวนลอยทั้งหมด (TSP)
คุณภาพอากาศ	- ถนนทางเข้าโรงบำบัดน้ำเสีย	คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) โอโซน SO ₂ , NO ₂ TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5}

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 6.5 การเผ่าระวังช่วงเดินระบบ

หัวข้อ	สถานที่เผ่าระวัง	รายการเผ่าระวัง
มลพิษทางน้ำ	คลองโดยรอบ	อุณหภูมิ pH, สี, BOD (COD) DO, SS, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, E-Coli ระดับน้ำคลอง
มลพิษทางน้ำ	- ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ - ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ (โดยแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย)	pH, BOD, สารแขวนลอย, น้ำมัน และไขมัน, ฟอสฟอรัส (T-P) ไนโตรเจน (T-N) แอมโมเนีย (NH ₄ -N) As, Cd, Hg, Ni, Cr, Pb
มลพิษทางน้ำ	- น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	pH, BOD, สารแขวนลอย, น้ำมัน และไขมัน ฟอสฟอรัส (T-P) ไนโตรเจน (T-N) แอมโมเนีย (NH ₄ -N)
เสียง	บริเวณรอบโรงบำบัดน้ำเสีย	ระดับเสียง
กลิ่น	บริเวณรอบโรงบำบัดน้ำเสีย	ความเข้มข้นของกลิ่น
ตะกอนน้ำเสีย	ระบบบำบัดตะกอน	As, Cd, Hg, Ni, Cr, Pb และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

(4) สรุป

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ อาจกล่าวได้ว่า ประเด็นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ที่ไม่สามารถฟื้นฟูสภาพได้โดยง่าย มี 5 ประเด็น ซึ่งเมื่อดำเนินโครงการนี้แล้วจะต้องมั่นใจว่าจะไม่เกิดผลกระทบทั้ง 5 ประเด็นนี้

ตารางที่ 6.6 ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต้องให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม	ผลกระทบ
การอพยพ/ไถ่ถอนบ้านเรือนประชาชน	พื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียเป็นที่ดินของสำนักการระบายน้ำ จึงไม่จำเป็นต้องใช้ที่ดินแห่งใหม่ และไม่มีการอพยพหรือไถ่ถอนบ้านเรือนของประชาชน
เศรษฐกิจท้องถิ่น เช่น การจ้างงานและอาชีพ	จะไม่มีการสูญเสียอาชีพหรือทรัพย์สิน อันเนื่องมาจากการก่อสร้างและการเดินระบบของโครงการนี้
เกิดการปนเปื้อนชั้นหุติยมุมิ (ชั้นที่สอง)	การปนเปื้อนโดยโลหะหนักและสารพิษไม่ปรากฏในคลองในพื้นที่

(การปนเปื้อนของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากโลหะหนักและสารพิษที่มากับน้ำเสีย)	โครงการ แต่จะต้องดำเนินการเฝ้าระวังในน้ำเสียและตะกอนเพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มีการปล่อยโลหะหนักและสารพิษ
ทรัพย์สินและมรดกทางวัฒนธรรม สูญหายหรือถูกทำลาย	ไม่มีสิ่งก่อสร้างใดที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินและมรดกทางวัฒนธรรมในพื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสีย
ผลกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ	ไม่มีพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติในพื้นที่โครงการ พื้นที่อนุรักษ์ที่อยู่ใกล้ที่สุด อยู่ห่างออกไป 30 กิโลเมตร

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

โดยสรุป มั่นใจได้ว่าไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ อันเนื่องมาจากการดำเนินโครงการนี้แต่อย่างใดก็ตาม มีประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมบางประเด็น (ผลกระทบน้อย) ที่จำเป็นต้องให้ความสนใจทั้งในช่วงการก่อสร้างและช่วงการเดินระบบ ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรการลดผลกระทบและการเฝ้าระวังในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ ในทางกลับกันมีการคาดการณ์ว่าการดำเนินโครงการนี้จะส่งผลให้สิ่งแวดล้อมทางน้ำได้รับการปรับปรุงและป้องกันมลพิษทางน้ำในคลอง ด้วยการรวบรวมน้ำเสียมารับบำบัดในพื้นที่บำบัดน้ำเสียหนองบอน

6.3 การสำรวจความตระหนักของประชาชน

6.3.1 โครงร่างของการสำรวจ

การสำรวจความตระหนักของประชาชนได้ดำเนินการเพื่อรวบรวมข้อมูลความตระหนักของประชาชนในพื้นที่โครงการเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย สภาพแวดล้อมทางน้ำในคลอง และการให้บริการด้านสุขภาพ การสำรวจดำเนินการโดยการสัมภาษณ์ (สัมภาษณ์ประชาชนเป็นรายบุคคลด้วยแบบสอบถามที่เตรียมไว้) ดำเนินการโดยที่ปรึกษาไทย ซึ่งทำการสัมภาษณ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม พ.ศ. 2553 หัวข้อหลักของแบบสอบถาม มีดังนี้

- 1) สถานะของการให้บริการน้ำประปาและไฟฟ้าในครัวเรือน
- 2) สถานะของอุปกรณ์การบำบัดน้ำเสียในครัวเรือน
- 3) ความตระหนักของประชาชนต่อระบบการบำบัดน้ำเสียและสิ่งแวดล้อมทางน้ำในคลอง
- 4) ความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย

ผู้ที่ถูกสัมภาษณ์หลัก คือ ประชาชน (350 ตัวอย่าง) ส่วนที่สัมภาษณ์เพิ่มเติม คือ อาคารสถานประกอบการ (โรงแรม โรงพยาบาล ตลาดผักและผลไม้ โรงเรียน และโรงงาน รวม 50 ตัวอย่าง) โดยสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามคล้าย ๆ กัน

6.3.2 บทสรุป

ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจความตระหนักของประชาชนสรุปได้ดังนี้

- ประชาชนในพื้นที่โครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนยังไม่เข้าใจเพียงพอในการทำงาน และหน้าที่ของระบบการบำบัดน้ำเสีย ควรให้ข้อมูลแก่ประชาชนเกี่ยวกับระบบการบำบัดน้ำเสีย (หน้าที่และผลกระทบของการบำบัดน้ำเสีย) ผ่านทางสื่อและโรงเรียน
- ประชาชนตระหนักในสภาพแวดล้อมทางน้ำในคลองอย่างพอเพียง (กลิ่น สีของน้ำและขยะ) และมีความต้องการให้สภาพแวดล้อมทางน้ำได้รับการปรับปรุงอย่างมาก
- สามารถประเมินได้ว่า ประชาชนตระหนักว่าแหล่งกำเนิดมลพิษส่วนใหญ่มาจากการใช้น้ำในครัวเรือน อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่า ภาวะบรรทุกลมพิษที่มาจากน้ำโสโครก (น้ำเสียจากครัวเรือนส่วนที่ไม่ได้มาจากส้วม) เกิดขึ้นมากกว่าสิ่งปฏิภูลของคณ ด้วยเหตุนี้ต้องทำให้ประชาชนเข้าใจว่า ต้องใช้ระบบการบำบัดน้ำเสียเพื่อลดภาวะบรรทุกลมพิษจากน้ำโสโครกดังกล่าว

- ประชาชนไม่ค่อยยอมรับการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับกรณีศึกษาการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ จะต้องมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้และผลกระทบจากการใช้น้ำแก่ประชาชน เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากประชาชน
- จากข้อมูลที่ได้รับเกี่ยวกับความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย แม้ว่าอัตราจะไม่สูง (73 บาท/บ้าน/เดือน) หรือคิดเป็นประมาณ 1 ใน 7 ของค่าธรรมเนียม จึงจำเป็นต้องเพิ่มความตระหนักให้ประชาชนและเพิ่มความเต็มใจที่จะจ่ายด้วยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบการบำบัดน้ำเสีย (หน้าที่และผลกระทบ)

6.4 การประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

มีการจัดประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน ในวันที่ 17 กุมภาพันธ์ และวันที่ 29 มีนาคม 2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้แทนจากชุมชนเกี่ยวกับโครงสร้างของโครงการ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการดำเนินโครงการ และมาตรการลดผลกระทบ และเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมประชุมเพื่อใช้ปรับปรุงการดำเนินโครงการ ในขณะเดียวกันก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะส่งเสริมให้ประชาชนเข้าใจในการดำเนินโครงการและแสวงหาความร่วมมือกับประชาชน

ไม่มีการแสดงความคิดเห็นที่ต่อต้านต่อการดำเนินโครงการในการประชุมทั้ง 2 ครั้ง ประชาชนมีความเข้าใจในหน้าที่และผลกระทบของระบบการบำบัดน้ำเสีย จากการได้เข้าเยี่ยมชมโรงควบคุมคุณภาพน้ำดินแดง และเป็นที่ชัดเจนว่า ผู้เข้าร่วมประชุมคาดหวังว่าโครงการนี้จะเริ่มดำเนินการในเร็ววัน

อย่างไรก็ตาม สำนักการระบายน้ำ ได้ให้สัญญาในที่ประชุมว่า จะให้ความสำคัญกับการจัดการจราจรและการขนส่ง รวมถึงการประมงในคลองในช่วงการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งจะมีรายละเอียดในช่วงการออกแบบ ในช่วงการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียนั้น จุดที่จะก่อสร้างจะต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างบริษัทที่ปรึกษา กับประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

มีคำถามเกี่ยวกับค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย สำนักการระบายน้ำควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทและผลกระทบต่อการบำบัดน้ำเสีย และพยายามทำความเข้าใจกับประชาชนเกี่ยวกับ “ราคาที่เหมาะสมสำหรับการบริการบำบัดน้ำเสีย”

7. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

7.1 การประเมินการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย

7.1.1 แผนการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครได้ดำเนินการกระบวนการทางกฎหมายเพื่อให้สามารถจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียให้ได้เป็นเวลานานแล้ว โดยได้ดำเนินการตราข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย พ.ศ.2547 โดยผ่านความเห็นชอบจากสภากรุงเทพมหานครและกระทรวงมหาดไทย

ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียจะจัดเก็บเฉพาะพื้นที่ที่รับบริการบำบัดน้ำเสีย และรายได้ที่จัดเก็บจะใช้ในการเดินระบบและบำรุงรักษาโรงบำบัดน้ำเสีย อัตราค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียกำหนดไว้ที่ 2 บาท/ลบ.ม. สำหรับบ้านเรือนและอาคารของทางราชการ, 4 บาท/ลบ.ม. สำหรับอาคารสถานประกอบการขนาดใหญ่ 4-8 บาท/ลบ.ม. สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับผู้ใช้น้ำจากบ้านเรือนมีมาตรการในการผ่อนผันการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย โดยการเริ่มต้นเก็บที่อัตรา 1 บาท/ลบ.ม. และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึง 2 บาท/ลบ.ม. ในภายหลัง

การศึกษาเพื่อประเมินค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียดำเนินการโดยบริษัทที่ปรึกษาไทยในปี 2553 ภายใต้การดูแลของกรุงเทพมหานคร และรายงานการศึกษาได้เสนอการประมาณการรายได้จากพื้นที่บำบัดน้ำเสียทั้ง 7 แห่ง ผลการศึกษาสรุปได้ว่า น้ำใช้ที่ต้องเสียค่าธรรมเนียมฯ มีปริมาณ 216 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งจัดเก็บรายได้เท่ากับ 495 ล้านบาท จากรายได้ทั้งหมด โดย 19.5% ของรายได้มาจากบ้านเรือน และ 51% มาจากอาคารสถานประกอบการ (อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียม 2 บาท/ลบ.ม.สำหรับบ้านเรือน โดยไม่รวมบ้านเรือนที่มีการใช้น้ำน้อยกว่า 10 ลบ.ม./เดือน)

ค่าเดินระบบและบำรุงรักษาของโรงบำบัดน้ำเสียทั้ง 7 แห่ง ในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายประมาณ 445.4 ล้านบาท (รวมค่าเดินระบบและบำรุงรักษาระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย) และรายได้จากการจัดเก็บมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายเดินระบบและบำรุงรักษาในปัจจุบัน ดังนั้น การจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียเพื่อใช้จ่ายเฉพาะค่าเดินระบบและบำรุงรักษาจึงมีความเหมาะสม ในทางตรงข้ามหากเปรียบเทียบอัตราเฉลี่ยของค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียให้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะอยู่ที่ 13.18 บาท/ลบ.ม. โดยอ้างอิงจากค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของสำนักการระบายน้ำ (3,084 ล้านบาท) ในปี 2550 – 2554 หาดด้วยคาดการณ์ปริมาณน้ำใช้ที่จะจัดเก็บค่าธรรมเนียม (234 ล้าน ลบ.ม.) เมื่อเปรียบเทียบอัตราค่าธรรมเนียม 13.18 บาท/ลบ.ม. สำหรับค่าใช้จ่ายทั้งหมดกับอัตราค่าธรรมเนียมเฉลี่ยที่วางแผนไว้ที่ 2.29 บาท/ลบ.ม. อัตราค่าธรรมเนียมที่วางแผนไว้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายเพียง 17% ของค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด

7.1.2 ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay : WTP) และความสามารถที่จะจ่าย (Affordability to Pay : ATP) ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย

เพื่อประเมินวงเงินค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบไว้กับความคิดเห็นและความสามารถในการจ่ายของผู้ใช้น้ำ ต้องคำนวณจากความเต็มใจที่จะจ่ายและความสามารถในการจ่าย

(1) ความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP)

ผลการสำรวจความเต็มใจที่จะจ่ายที่ผ่านมาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร สรุปไว้ในตารางที่ 7.1 และรายละเอียดผลการสำรวจจะอธิบายในภายหลัง

จำนวนตัวอย่างและวิธีการจะแปรผันไปในแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจ และผลของความเต็มใจที่จะจ่ายแปรผัน จาก 39.2 ถึง 100.8 บาท/เดือน-ครัวเรือน ผลของการสำรวจทางสังคมดำเนินการ

ภายใต้การศึกษาของ JICA ในครั้งนี้ ความเต็มใจที่จะจ่ายมีค่าเท่ากับ 73.3 บาท/เดือน-ครัวเรือน ข้อมูลที่ได้สัมพันธ์กับผลการสำรวจในอดีตและพิจารณาแล้วว่าน่าเชื่อถือได้

ตารางที่ 7.1 ผลการสำรวจความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) ที่ผ่านมา

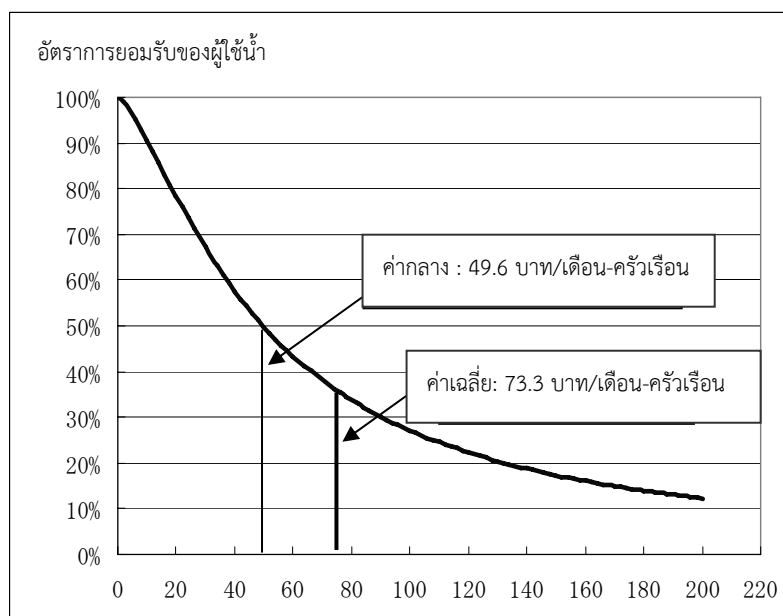
คณะสำรวจ (ปี)	วิธีการ	วิธีสอบถาม	ค่า WTP ต่อเดือน
คณะศึกษา JICA (2010)	พื้นที่หนองบอน 350 ตัวอย่าง	CVM	73.3 บาท/เดือน-ครัวเรือน
คณะศึกษา กทม.(2010)	7 พื้นที่บำบัดน้ำเสีย, 2,300 ตัวอย่าง	3 ตัวเลือก	41.4 บาท/เดือน-ครัวเรือน
คณะศึกษา กทม.(2006)	พื้นที่บางซื่อ, 326 ตัวอย่าง	คำตอบอิสระ	39.2 บาท/เดือน-ครัวเรือน
IDRC และการศึกษาอื่น ๆ (1999)	6 พื้นที่บำบัดน้ำเสีย, 1,100 ตัวอย่าง	CVM	100.8 บาท/เดือน-ครัวเรือน

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ผลการสำรวจทางสังคมของคณะผู้ศึกษาของ JICA

ในการศึกษานี้ได้สำรวจโดยการสัมภาษณ์ประชาชนจำนวน 350 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของความเต็มใจที่จะจ่ายเท่ากับ 73.3 บาท/เดือน-ครัวเรือน และค่ากลางอยู่ที่ 49.6 บาท/เดือน-ครัวเรือน

แบบสอบถามที่มีรูปแบบแตกต่างกันจำนวน 5 รูปแบบ และนำมาใช้ในการสำรวจ โดยจะเลือกสุ่มมา 1 รูปแบบ เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์แต่ละคน และเพื่อหลีกเลี่ยงความลำเอียงกับค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ สำหรับการคำนวณความเต็มใจที่จะจ่าย จากผลการสำรวจแผนภูมิค่าเฉลี่ยที่ได้คำนวณจากการใช้วิธี logit linear



รูปที่ 7.1 ค่าเฉลี่ยและค่ากลางของการสำรวจความเต็มใจจะจ่าย (บาท/เดือน-ครัวเรือน)

(2) ความสามารถในการจ่าย (ATP)

องค์กรความช่วยเหลือจากนานาชาติหลายองค์กรใช้ค่าความสามารถในการจ่าย (ATP) เพื่อกำหนดค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย อ้างอิงจากคู่มือของ JICA (วิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของ JICA สำหรับการสำรวจแผนแม่บท ประเภทน้ำเสีย), IBRD กำหนดรายได้เฉลี่ยจ่ายที่ 1% และ PAHO (Pan American Health Organization) กำหนดที่ 1.5% ของรายได้ทั้งหมดของครัวเรือน

ในการศึกษานี้ได้ใช้แนวแบบอนุรักษ์นิยม ค่าความสามารถในการจ่ายจึงกำหนดไว้ที่ 1.0% ของรายได้ทั้งหมดของผู้ใช้ จากการสำรวจทางสังคม รายได้เฉลี่ยในแต่ละครัวเรือนอยู่ที่ประมาณ 33,428 บาท/เดือน ดังนั้น ความสมารถที่จะจ่ายจึงอยู่ที่ 334 บาท/เดือน-ครัวเรือน

(3) การประเมินความสามารถที่จะจ่ายของผู้ใช้

จากที่กล่าวมาแล้ว ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใช้ตามบ้านเรือนอยู่ที่ 47.1 ลบ.ม./เดือน-ครัวเรือน ซึ่งเป็นค่าที่อ้างอิงจากรายงานการศึกษาการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียในปี 2010 ดังนั้น ค่าเฉลี่ยค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่ต้องจ่ายจะอยู่ที่ 94.2 บาท/เดือน-ครัวเรือน โดยใช้อัตราค่าธรรมเนียมที่ 2 บาท/ลบ.ม. สำหรับผู้ใช้น้ำจากบ้านเรือน เมื่อเปรียบเทียบกับความเต็มใจที่จะจ่ายจำนวน 73.36 บาท/เดือน-ครัวเรือน ซึ่งเป็นผลจากการสำรวจทางสังคม ค่าที่ได้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงเป็นค่าที่ผู้ใช้น้ำเต็มใจที่จะจ่าย ในขณะที่เปรียบเทียบกับค่าความสามารถที่จะจ่ายที่ 334 บาท/เดือน-ครัวเรือน กับ ค่าเฉลี่ยของค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย (94.2 บาท/เดือน-ครัวเรือน) ค่าเฉลี่ยค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียจะมีค่าเพียง 28% ของค่าความสามารถที่จะจ่าย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผู้ใช้น้ำมีขีดความสามารถเพียงพอที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่กำหนดไว้

ตารางที่ 7.2 สรุป WTP และ ATP ของผู้ใช้น้ำจากบ้านเรือน

รายการ	แหล่งข้อมูล	ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียรายเดือน
ค่าธรรมเนียมเฉลี่ยที่คาดการณ์	คำนวณจากปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย	94.2 บาท/เดือน-ครัวเรือน
ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP)	ผลการสำรวจทางสังคม (WTP)	73.3 บาท/เดือน-ครัวเรือน
ค่าความสามารถที่จะจ่าย (ATP)	ผลการสำรวจทางสังคม(รายได้เฉลี่ย x 1.0%)	334 บาท/เดือน-ครัวเรือน

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

7.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

7.2.1 สมมติฐานเบื้องต้น

ในส่วนนี้ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์นำมาใช้เพื่อประเมินความแปรผันของโครงการ วิธีวิเคราะห์ผลประโยชน์ต้นทุนแบบทั่วไปจะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ โดยตั้งเงื่อนไขของสมมติฐานแบบที่ "มีโครงการ" และ "ไม่มีโครงการ" ผลการวิเคราะห์จะประเมินโดยใช้ตัวชี้วัดอัตราผลตอบแทนภายในทางด้านเศรษฐศาสตร์ (EIRR), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะวิเคราะห์โดยขึ้นกับเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) ระยะเวลาการประเมินกำหนดไว้ 36 ปี โดยรวมระยะเวลา 6 ปี สำหรับการจัดเตรียม/การก่อสร้างระหว่างปี 2555 - 2560 และ 30 ปี หลังการเริ่มเดินระบบโรงบำบัดน้ำเสียหนองบอนระหว่างปี 2561 - 2590

(2) ราคาค่าก่อสร้างและค่าเดินระบบและบำรุงรักษาประเมินจากราคาที่เดือนตุลาคม 2553 ไม่รวมภาษีใด ๆ ค่าเพื่อเหลือเพื่อขาดทางกายภาพจะรวมอยู่ในราคาที่ประเมิน และค่าเพื่อเหลือเพื่อขาดทางราคาจะไม่รวมอยู่ในการประเมิน ปัจจัยการเปลี่ยนหน่วยจะประยุกต์ใช้สำหรับต้นทุนในประเทศที่ได้จากต้นทุนด้านการเงินแปลงเป็นต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์

7.2.2 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

งบลงทุนเบื้องต้นและค่าเดินระบบและบำรุงรักษาใน "กรณีที่มีโครงการ" ตามที่ระบุต่อไปนี้เป็นส่วนงบลงทุนเบื้องต้นและค่าเดินระบบและบำรุงรักษาจะไม่รวมอยู่ใน "กรณีไม่มีโครงการ"

(1) งบลงทุนเบื้องต้น

กำหนดการจัดสรรงบประมาณเบื้องต้นแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้ ทางเลือกในการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียตามระยะ มีทางเลือกในการก่อสร้าง 2 แนวทาง แต่จะเลือกแนวทางการก่อสร้างแบบระยะเดียว (กรณีพื้นฐาน) มาใช้วิเคราะห์นี้ ขณะที่ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ไม่มีความแตกต่างแบบมีนัยสำคัญระหว่าง 2 กรณี

ตารางที่ 7.3 กำหนดการจัดสรรงบประมาณเบื้องต้น (งบด้านการเงิน) (ล้านบาท)

	2555	2556	2557	2558	2559	2560	รวม
งบในประเทศ	24.4	103.5	103.3	1,446.2	1,435.1	1,423.5	4,536.0
งบนอกประเทศ	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
รวม	26.4	137.2	136.9	2,017.3	2,001.9	1,985.9	6,305.6

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 7.4 กำหนดการจัดสรรงบประมาณเบื้องต้น (งบด้านเศรษฐศาสตร์) (ล้านบาท)

	CF	2555	2556	2557	2558	2559	2560	รวม
งบในประเทศ	0.92	22.4	95.2	95.0	1,330.5	1,320.3	1,309.6	4,536.0
งบนอกประเทศ	1.00	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
รวม		24.4	128.9	128.6	1,901.6	1,887.1	1,872.0	5,942.6

หมายเหตุ : Conversion Factor (CF) คือ ปัจจัยการเปลี่ยนหน่วย

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ค่าปัจจัยการเปลี่ยนหน่วยมาตรฐานอยู่ที่ 0.92 ซึ่งนำเสนอในรายงานของธนาคารโลกที่นำมาใช้เพื่อให้ได้งบทางด้านเศรษฐศาสตร์ รายงานฉบับนี้ คือ “Sadiq Ahmed; Shadow prices for Economics Appraisal of Project : An Application to Thailand, World Bank Staff Working Paper, Number 609”

งบลงทุนเพิ่มเติม งบลงทุนในการเปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ และมูลค่าซากคำนวณจากสมมติฐาน ดังนี้

- การเปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ (1,249.9 ล้านบาท) ไม่คิดรวมในงบลงทุนเบื้องต้น ซึ่งดำเนินการภายใน 15 ปี
- การขยายขีดความสามารถโดยการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้นอีก 22,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีมูลค่า 539.8 ล้านบาท ในปี 2564 และ 2574 ตามลำดับ เพื่อให้เต็มขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย งบลงทุนทั้งหมดจะเป็นค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และการเปลี่ยนเครื่องจักร (งบ 100%) จะดำเนินการภายใน 15 ปี
- มูลค่าซากของอุปกรณ์คงเหลือ จะคิดไว้ในปีสุดท้ายเหมือนเป็นผลประโยชน์ ช่วงอายุของสิ่งที่เป็นคอนกรีตและอาคาร (ซึ่งคิดรวมทั้งหมดยกเว้นเครื่องจักร) กำหนดไว้ที่อายุ 50 ปี และสำหรับเครื่องจักรกำหนดไว้ที่อายุ 15 ปี

(2) ค่าเดินระบบและบำรุงรักษา (O&M)

ค่าเดินระบบและบำรุงรักษาคำนวณได้ประมาณ 112.1 ล้านบาท สำหรับขีดความสามารถ 90,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน (32,850,000 ลบ.ม./ปี) จากการใช้ค่าเหล่านี้ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าเดินระบบและบำรุงรักษามีค่าเท่ากับ 3.41 บาท/ลบ.ม. และเมื่อคูณค่าเฉลี่ยนี้กับปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้ในแต่ละปีจะได้ค่าเดินระบบและบำรุงรักษาของโรงบำบัดน้ำเสียหนองบอน ปริมาณน้ำเสียตามแผนที่ต้องบำบัดในแต่ละปีจะต้องคำนวณไว้ ค่าเดินระบบและบำรุงรักษาหลังปี 2584 มีค่าคงที่เนื่องจากปริมาณน้ำเสียเต็มขีดความสามารถที่ 135,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

7.2.3 ผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์

แนวโน้มผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์ที่ได้จากโครงการนี้ สรุปได้ดังนี้

- ก) การปรับปรุงคุณภาพชีวิต
- ข) การเพิ่มขึ้นของค่าที่ดินตามแนวคลอง
- ค) การลดค่าใช้จ่ายโดยการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

(1) การปรับปรุงคุณภาพชีวิต

จำนวนมูลค่าผลประโยชน์ที่ได้จากการคูณจำนวนบ้านเรือนกับค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP, บาท/เดือน-ครัวเรือน) นอกจากนั้น ค่าความสามารถที่จะจ่ายยังนำมาใช้ในการคำนวณ เพราะค่าความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับโครงการบำบัดน้ำเสียมีแนวโน้มที่จะลดลง เนื่องจากผู้ใช้อาจคิดถึงผลประโยชน์ที่ได้รับไม่ชัดเจนเพียงพอ

(2) การเพิ่มขึ้นของค่าที่ดินตามแนวคลอง

ผู้เชี่ยวชาญของคณะผู้ศึกษาได้ประเมินมูลค่าที่ดิน โดยการสำรวจในท้องที่และสัมภาษณ์หน่วยงานที่ดูแลที่ดินในท้องถิ่น จากการสำรวจพื้นที่คลองที่มีกลิ่นเหม็นจากน้ำคลองจะกระจายออกไปห่างจากคลองถึง 30 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางลมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นพื้นที่ภายใน 30 เมตรห่างจากริมคลองจะนำมาประเมินผลประโยชน์จากการเพิ่มของราคาที่ดิน

ตารางที่ 7.5 ระยะห่างคลองและพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์

ชนิด	ความยาวคลอง (กม.)	ความกว้างของพื้นที่ที่ ได้รับประโยชน์	พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ (ตร.ม.)
ริมคลอง 2 ข้าง	72.4 กม.	60 เมตร	4,344,000
ริมคลองด้านที่ติดโรงบำบัด	27.2 กม.	30 เมตร	816,000
รวม			5,160,000

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

เมื่อใช้ข้อมูลราคาที่ดินที่ได้จากกรมธนารักษ์ ซึ่งเผยแพร่เพื่อใช้ประกอบการประเมินค่าภาษีที่ดิน ราคาที่ดินของโครงการนี้ประเมินจะตั้งแต่ 2,500 บาท/ตร.ม. ถึง 10,500 บาท/ตร.ม. โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าราคาที่ดินมีค่าต่ำกว่า 20% หรือ 30% ของราคาที่ซื้อขายจริง พิจารณาจากข้อมูลเหล่านี้และข้อมูลจากหน่วยงานที่ดินท้องถิ่น ราคาเฉลี่ยของที่ดินริมคลองอยู่ที่ 5,000 บาท/ตร.ม.

ในการคำนวณราคาที่ดินเพิ่มขึ้น 5% จากปี 2563 (3 ปีหลังการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย) ถึงปี 2565 โดยราคาที่ดินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องใน 3 ปี นอกจากนี้หลังปี 2566 อัตรารายได้แต่ละปีจากมูลค่าทรัพย์สิน (ราคาที่ดิน) กำหนดไว้ที่ 10% และเพิ่มขึ้นอีกถึง 15% จากรายได้ดังกล่าว ซึ่งเป็นอัตรากำไรจากการดำเนินโครงการนี้ ดังนั้น จากพื้นฐานราคาที่ดินเริ่มต้น จึงพิจารณาอัตรารายได้เฉลี่ยแต่ละปีอยู่ที่ 1.5% ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นจากโครงการนี้ในแต่ละปี

$$\text{ผลประโยชน์} = \text{พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ (ตร.ม.)} \times \text{ราคาที่ดินเฉลี่ย (บาท/ตร.ม.)} \times \text{อัตราเพิ่มขึ้นหรืออัตรารายได้แต่ละปี (\%)}$$

(3) การลดค่าใช้จ่ายโดยการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัด

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มที่จะใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่วนมากใช้เพื่อการรดน้ำต้นไม้และปรับทัศนียภาพในสวนและพื้นที่สาธารณะ อัตราการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดเฉลี่ยในปี 2551 - 2553 อยู่ที่ร้อยละ 3.69 จากปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดของโรงบำบัดน้ำเสียทั้ง 7 แห่ง มูลค่าการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะนำมาคิดเป็นผลประโยชน์ในการลดการใช้น้ำประปา

$$\text{ผลประโยชน์} = \text{ปริมาณน้ำที่บำบัดของโรงบำบัดน้ำเสียหนองบอน (ลบ.ม./ปี)} \times \text{อัตราการนำน้ำไปใช้ (\%)} \times \text{ราคาน้ำประปา (บาท/ลบ.ม.)}$$

การคาดการณ์ในอนาคต กรุงเทพมหานครมีแผนที่จะนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 5 ในปี 2555 และร้อยละ 10 ในแผนระยะยาวตามการวางแผนของกรุงเทพมหานครทุก ๆ 5 ปี อัตราการใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วคาดว่าจะอยู่ที่ร้อยละ 7 ระหว่างปี 2556 - 2560 และร้อยละ 10 หลังปี 2561 ราคาน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกำหนดไว้ที่ 6.2 บาท/ลบ.ม. ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของราคาน้ำประปาในปี 2552 (รายงานประจำปีของการประปานครหลวง, 2009)

7.2.4 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์แสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ตารางที่ 7.6 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

	EIRR	NPV (D.R.= 10.0%)	B/C
กรณีที่ 1 : การใช้ความเต็มใจที่จะจ่าย	4.0%	-1,900 ล้านบาท	0.64
กรณีที่ 2 : การใช้ความสามารถที่จะจ่าย	7.2%	-972 ล้านบาท	0.82

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

EIRR มีค่าต่ำกว่า 10% ทั้งกรณีการใช้ความเต็มใจที่จะจ่ายและการใช้กรณีความสามารถที่จะจ่ายสำหรับผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ดังนั้น โครงการจึงไม่มีความแปรผันในมุมมองด้านเศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้มีสำคัญในการดำเนินโครงการต่อสังคม

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวได้นำมาใช้โดยตั้งสมมุติฐานกรณีที่ผลประโยชน์ลดลงร้อยละ 10 ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และเกิดขึ้นทั้ง 2 กรณีในเวลาเดียวกัน ผลของแต่ละกรณีสรุปอยู่ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7.7 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

	เงื่อนไข	EIRR	NPV(D.R.=10.0%) (ล้านบาท)	B/C
กรณีที่ 1 (การใช้ WTP)	A: กรณีพื้นฐาน	4.0%	-1,900	0.64
	B: ผลประโยชน์ -10%	2.8%	-2,240	0.58
	C: ต้นทุน+10%	2.9%	-2,430	0.58
	D: ผลประโยชน์ -10%, ต้นทุน + 10%	1.7%	-2,769	0.52
กรณีที่ 2 (การใช้ ATP)	A: กรณีพื้นฐาน	7.2%	- 972	0.82
	B: ผลประโยชน์ -10%	5.8%	- 1,404	0.73
	C: ต้นทุน+10%	5.9%	- 1,502	0.74
	D: ผลประโยชน์ -10%, ต้นทุน + 10%	4.7%	- 1,934	0.67

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

การลดผลประโยชน์ลงร้อยละ 10 และการเพิ่มต้นทุนร้อยละ 10 มีผลกระทบคล้ายกันในค่า EIRR และ NPV โดยสรุปเพื่อที่จะรักษาผลประโยชน์ที่สูงขึ้น ควรจัดให้มีกิจกรรมส่งเสริมความรู้ให้เพียงพอ เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มของต้นทุนควรต้องมีการพิจารณาประมาณ/กำหนดการควบคุมที่รอบคอบและค่าเงินระบบที่ประหยัด

7.3 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

ในส่วนนี้ การวิเคราะห์ด้านการเงินนำมาใช้เพื่อประเมินความแปรผันทางการเงินของโครงการรายได้ และรายจ่ายในอนาคต จะคาดการณ์ไว้ทั้ง “กรณีมีโครงการ” และ “กรณีไม่มีโครงการ” และความแตกต่างระหว่างทั้ง 2 สถานการณ์ จะวิเคราะห์โดยการใช้อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (FIRR) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

7.3.1 สมมติฐานเบื้องต้น

การวิเคราะห์ด้านการเงินดำเนินการภายใต้เงื่อนไขเดียวกับการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ อย่างไรก็ตามร้อยละ 3.13 ของ FIRR จะใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินความแปรผันของโครงการ ผลที่ได้จะไม่รวมอัตรา (CPI ที่ร้อยละ 2.72 ในปี 2553 จากอัตราเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยต่ำที่สุดที่ร้อยละ 5.94 ของธนาคารพาณิชย์ในปี 2553 (แหล่งที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย)

7.3.2 ต้นทุนด้านการเงิน

งบลงทุนเบื้องต้นและค่าเงินระบบและบำรุงรักษาใน “กรณีที่มีโครงการ” แสดงไว้ในตารางต่อไป นี้ แต่งงบลงทุนเบื้องต้นและค่าเงินระบบและบำรุงรักษา “กรณีไม่มีโครงการ” จะไม่นำมาคิด

(1) งบลงทุนเบื้องต้น

การจัดสรรเงินของงบลงทุนเบื้องต้นสำหรับกรณีพื้นฐานแสดงไว้ในตารางที่ 7.8 ได้เสนอทางเลือก 5 ทางเลือก ไว้ในตารางที่ 7.9 ขึ้นกับจำนวนเงินอุดหนุนจากรัฐบาลและการกู้เงินจาก ODA loan ตารางที่ 7.8 การจัดสรรเงินของงบลงทุนเบื้องต้น (ต้นทุนด้านการเงิน)

	2555	2556	2557	2558	2559	2560	รวม
งบในประเทศ	24.4	103.5	103.3	1,446.2	1,435.1	1,423.5	4,536.0
งบนอกประเทศ	2.0	33.7	33.6	571.1	566.8	562.4	1,769.6
รวม	26.4	137.2	136.9	2,017.3	2,001.9	1,985.9	6,305.6

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ตารางที่ 7.9 กรณีทางเลือกของงบลงทุนเบื้องต้น

ทางเลือกลงทุน	งบลงทุนเบื้องต้น (พ.ศ. 2558-2560)		
	งบ กทม.	งบอุดหนุน	การจ่ายเงินกู้ JICA ODA loan
ทางเลือกที่ 1 : ลงทุนเต็มจำนวน	100%	0%	-
ทางเลือกที่ 2 : 40% งบอุดหนุน	60%	40%	-
ทางเลือกที่ 3 : 60% งบอุดหนุน	40%	60%	-
ทางเลือกที่ 4 : ค่า O&M	0%	100%	-
ทางเลือกที่ 5 : ลงทุนเต็มจำนวนโดยใช้เงินกู้ ODA	15%	-	85%

* เงื่อนไขของ JICA ODA loan ; ช่วงระยะเวลาจ่ายคืน 40 ปี, ระยะปลอดหนี้ 10 ปี, อัตราดอกเบี้ย 0.65% การจ่ายเงินคืนปีสุดท้ายกำหนดไว้เท่ากับจำนวน 5 ปี ขณะที่ช่วงระยะเวลาประเมินกำหนดไว้ที่ 36 ปี

* เงื่อนไขข้างต้น ใช้สำหรับงบลงทุนเบื้องต้น, เงินลงทุนในการเพิ่มขีดความสามารถ การเปลี่ยนเครื่องจักร และมูลค่าซากที่มีค่าเท่ากันทุกทางเลือก

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

เงินลงทุนเพิ่มเติม เงินลงทุนในการเปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ และมูลค่าซาก คำนวณจาก สมมติฐาน ดังต่อไปนี้

- การเปลี่ยนเครื่องจักร/อุปกรณ์ (1,249.9 ล้านบาท) ไม่คิดรวมในงบลงทุนเบื้องต้น ซึ่ง จะดำเนินการภายใน 15 ปี
- การขยายขีดความสามารถโดยการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้นอีก 22,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีมูลค่า 539.8 ล้านบาท ในปี 2564 และ 2574 ตามลำดับ เพื่อให้ เติมขีดความสามารถของระบบ งบลงทุนที่ใช้ทั้งหมดจะเป็นค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ และ การเปลี่ยนเครื่องจักร (งบ 100%) จะดำเนินการภายใน 15 ปี
- มูลค่าซากของอุปกรณ์คงเหลือ จะคิดไว้ในปีสุดท้ายเหมือนเป็นผลประโยชน์ ช่วงอายุ ของสิ่งที่เป็นคอนกรีตและอาคาร (ซึ่งคิดรวมทั้งหมดยกเว้นเครื่องจักร) กำหนดไว้ที่อายุ 50 ปี และสำหรับเครื่องจักรกำหนดไว้ที่อายุ 15 ปี

(2) ค่าเดินระบบและบำรุงรักษา

การคาดการณ์ค่าเดินระบบและบำรุงรักษามีค่าเหมือนกับแนววิเคราะห์ทางด้าน เศรษฐศาสตร์ที่กล่าวมาแล้ว โดยนำค่าเฉลี่ยในการบำบัดน้ำเสียที่ 3.41 บาท/ลบ.ม. มาใช้ในการคำนวณ

7.3.3 การคาดการณ์รายได้

การคาดการณ์รายได้จะอยู่บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการประปานครหลวง ค่าเฉลี่ยของ ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียได้จากการใช้ค่าเฉลี่ยของประเภทบ้านเรือน (2.00 บาท/ลบ.ม.) และประเภทพาณิชย์กรรม (2.37 บาท/ลบ.ม.) อ้างอิงจากรายงานของที่ปรึกษาในปี 2555 ค่าเฉลี่ยค่าธรรมเนียมบำบัด น้ำเสียของพื้นที่บริการ หนองบอนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.22 บาท/ลบ.ม. ซึ่งพิจารณาจากส่วนประกอบของประเภทแหล่งกำเนิด

การคาดการณ์รายได้เสนอไว้ 3 ทางเลือก ปีแรกของการเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย กำหนดไว้ที่ปี 2555 สำหรับพื้นที่บำบัดน้ำเสียปัจจุบันในทุกทางเลือก ขณะที่กรุงเทพมหานครตัดสินใจ ปรับขึ้นอัตราค่าธรรมเนียมทุก ๆ 5 ปี ตามแผนแม่บท การวิเคราะห์แนวโน้มจึงเสนอตามเงื่อนไข อัตรา ค่าธรรมเนียมกำหนดไว้ที่ 10, 20 และ 30% ทุก ๆ 5 ปี ในทางเลือกที่ 1 ถึง 3 ในสถานการณ์การเงิน ปัจจุบันค่าธรรมเนียมควรปรับตามอัตราเงินเพื่อเพิ่มจากการคาดการณ์ที่กล่าวถึง

แม้ว่าการเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย กรุงเทพมหานครต้องจ่ายให้การประปานครหลวง ด้วย ดังนั้น อัตราที่ 3.5 บาท/เดือน (42 บาท/ปี, 10 บาทสำหรับเดือนแรก) สำหรับผู้ใช้น้ำ 70,000 ราย ใน ปี 2555 จะไม่รวมในจำนวนรายได้ข้างต้น จำนวนผู้ใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5% ต่อปี ตามการเพิ่มของ ปริมาณการใช้น้ำ

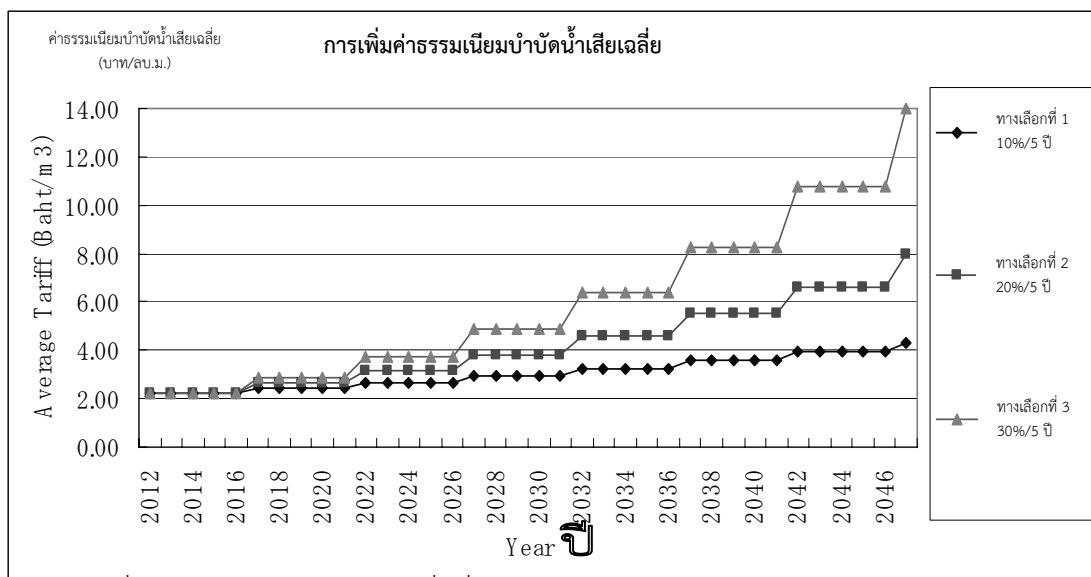
ตารางที่ 7.10 ทางเลือกการคาดการณ์รายได้

	ปีเริ่มต้นเก็บ ค่าธรรมเนียม	อัตราการเพิ่ม ค่าธรรมเนียมทุก ๆ 5 ปี
ทางเลือกที่ 1 : 10%/5 ปี	ปี 2012	10%
ทางเลือกที่ 2 : 20%/5 ปี		20%
ทางเลือกที่ 3 : 30%/ปี		30%

* อิทธิพลของราคาเงินไม่รวมในการวิเคราะห์

ที่มา : คณะผู้ศึกษา JICA

ค่าเฉลี่ยค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียและรายได้ที่คาดการณ์ไว้ของทุนทางเลือกได้แสดงไว้ในแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 7.2 อัตราค่าธรรมเนียมเฉลี่ยที่คาดการณ์ไว้ของทุกทางเลือก (บาท/ลบ.ม.)

7.3.4 ผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน

จากการวิเคราะห์ “ต้นทุน 5 ทางเลือก” คู่กับ “รายได้ 3 ทางเลือก” ได้แสดงผลไว้ในแต่ละทางเลือกในตารางด้านล่างโดยใช้ FIRR และ NPV ของอัตราลดที่ร้อยละ 0 และร้อยละ 3.13

ตารางที่ 7.11 ผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน

อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (FIRR)			รายได้		
			ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
			10%/5 ปี	20%/5 ปี	30%/5 ปี
งบลงทุน	ทางเลือกที่ 1	กทม. 100%, เงินอุดหนุน 0%	-5.7%	-3.8%	-1.7%
	ทางเลือกที่ 2	กทม. 60%, เงินอุดหนุน 40%	-4.8%	-2.6%	-0.3%
	ทางเลือกที่ 3	กทม. 40%, เงินอุดหนุน 60%	-4.2%	-1.8%	0.8%
	ทางเลือกที่ 4	กทม. 0%, เงินอุดหนุน 100%	-2.1%	1.6%	5.9%
	ทางเลือกที่ 5	กทม. 15%, ODA Loan 85%	-17.7%	-11.7%	-5.5%

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (D.R.=0%)			รายได้		
			ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 1
			10%/5 ปี	20%/5 ปี	30%/5 ปี
งบลงทุน	ทางเลือกที่ 1	กทม. 100%, เงินอุดหนุน 0%	-7,675.7	-5,743.5	-3,002.2
	ทางเลือกที่ 2	กทม. 60%, เงินอุดหนุน 40%	-5,027.7	-3,095.5	-354.2
	ทางเลือกที่ 3	กทม. 40%, เงินอุดหนุน 60%	-3,703.8	-771.6	969.7
	ทางเลือกที่ 4	กทม. 0%, เงินอุดหนุน 100%	-1,055.8	876.4	3,617.7
	ทางเลือกที่ 5	กทม. 15%, ODA Loan 85%	-8,494.5	-6,56.3	-3,821.0

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (D.R.=3.13%)			รายได้		
			ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 1
			10%/5 ปี	20%/5 ปี	30%/5 ปี
งบลงทุน	ทางเลือกที่ 1	กทม. 100%, เงินอุดหนุน 0%	-7,125.3	-6,247.5	-5,033.4
	ทางเลือกที่ 2	กทม. 60%, เงินอุดหนุน 40%	-4,783.4	-3,905.6	-2,691.5
	ทางเลือกที่ 3	กทม. 40%, เงินอุดหนุน 60%	-3,612.6	-2,734.8	-1,520.7
	ทางเลือกที่ 4	กทม. 0%, เงินอุดหนุน 100%	-1,270.7	-392.9	821.2
	ทางเลือกที่ 5	กทม. 15%, ODA Loan 85%	-5,182.2	-4,304.4	-3,090.3

อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน FIRR) มีค่าเป็นบวกภายใต้เงื่อนไขรับเงินอุดหนุน 60% (ทางเลือกที่ 3) ของงบลงทุน ถ้าอัตราค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้น 30% ทุก ๆ 5 ปี (ทางเลือกที่ 3 ของรายได้) เช่นเดียวกับภายใต้เงื่อนไข งบลงทุน 100% โดยเงินอุดหนุนรัฐบาล (ทางเลือกที่ 4 ของงบลงทุน) ค่า FIRR มีค่าเป็นบวก โดยทางเลือกที่ 2 ของรายได้ (เพิ่มขึ้น 20%/5 ปี) และมีค่าเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 3.13% โดยทางเลือกที่ 3 ของรายได้ (เพิ่มขึ้น 30%/5 ปี) ซึ่งเป็นกรณีที่ดีที่สุดที่ประกันความแปรผันด้านการเงินเมื่อ FIRR มีค่าเกินเกณฑ์ 3.13% ที่กำหนด

ในทางตรงกันข้าม สำหรับกรณีงบลงทุนเต็มจำนวน (ทั้งทางเลือกที่ 1 และ 5) มูลค่าปัจจุบันสุทธิไม่มีค่าเป็นบวกแม้ค่าธรรมเนียมจะมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นถึง 30%/5 ปี นั้นหมายความว่า การได้มาของงบลงทุนเต็มจำนวนค่อนข้างเป็นไปได้ยาก ถ้าอัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียที่กำหนดไว้ในปัจจุบันถูกใช้ในการเริ่มต้นการจัดเก็บ โดยข้อเท็จจริงการจัดเก็บควรเริ่มโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และอัตราค่าธรรมเนียมควรเพิ่มขึ้น 10-20% ทุก ๆ 5 ปี เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการให้บริการบำบัดน้ำเสียที่มีเสถียรภาพ จากเงื่อนไขนี้ รายได้สามารถรองรับได้เพียงครึ่งหนึ่งของค่าดำเนินการทั้งหมด (รวมทั้งค่าเดินระบบและบำรุงรักษาและค่าลงทุน)

การพิจารณาสถานการณ์ที่กล่าวข้างต้นถึงเกี่ยวกับการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในประเทศไทย การเริ่มจัดเก็บด้วยตนเองค่อนข้างยาก มีความเป็นไปได้ที่จะถูกต่อต้านจากสังคม โดยผู้ใช้น้ำถ้ากรุงเทพมหานครมีแนวโน้มที่จะเพิ่มอัตราค่าธรรมเนียมทันทีทุกครั้งที่ถึงเวลาในการปรับ ดังนั้น กรุงเทพมหานครต้องเตรียมการผ่อนปรนอย่างดีเพื่อลดการต่อต้าน ตัวอย่างเช่น การให้ความรู้/จัดกิจกรรมเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย และเพิ่มความเต็มใจของผู้ใช้โดยการปรับปรุงการให้บริการ

8. การประเมินในภาพรวมและข้อเสนอแนะ

พื้นที่บำบัดน้ำเสียบึงหนองบอนได้รับเลือกให้เป็นโครงการที่มีความสำคัญลำดับต้น ภายใต้โครงการเตรียมความพร้อมเพื่อสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร และการศึกษาความเหมาะสมของโครงการที่ได้ดำเนินการแล้ว เนื้อหาในบทนี้จะประเมินโครงการที่ได้รับคัดเลือกจากการจัดลำดับความสำคัญลำดับต้นดังกล่าวจากปัจจัยหลายด้าน เช่น ด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์และการเงิน สังคม สิ่งแวดล้อม และสถาบัน เป็นต้น

8.1 การประเมินด้านต่าง ๆ

1) การประเมินด้านเทคนิค

โครงการบำบัดน้ำเสียที่เสนอในการศึกษาครั้งนี้จะดักจับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำเดิม ซึ่งปัจจุบันถูกระบายลงลำคลอง เรียกระบบนี้ว่า “ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวมของไทย” ประมาณร้อยละ 80 ของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบบำบัดโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ ณ โรงควบคุมคุณภาพน้ำที่เปิดดำเนินการแล้วในปัจจุบัน

เมื่อมีการนำวิธีการก่อสร้างและโครงสร้างแบบเดิมของระบบรวบรวมน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (การก่อสร้างบ่อดักน้ำเสียใต้ถนนและลำคลองโดยวิธีดันท่อ (Pipe Jacking) มาใช้ไม่มีปัญหาในการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมและบ่อดักน้ำเสียแต่อย่างใด

การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกะทัดรัด เนื่องจากมีข้อจำกัดของพื้นที่สำหรับการก่อสร้างที่ต้องรองรับน้ำเสียปริมาณมาก ระบบ Carrier Added Activated Sludge process (CAAS) เป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดที่เสนอแนะให้ใช้ เพื่อสนองความต้องการและข้อกำหนดต่าง ๆ ระบบนี้ค่อนข้างเป็นที่นิยมในประเทศญี่ปุ่นแต่ยังค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย ดังนั้นการจัดสัมมนาทางวิชาการจะช่วยเพิ่มพูนความรู้ให้กับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องได้ กรุงเทพมหานครได้นำเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียหลายแบบมาใช้รวมทั้งระบบการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) CAAS เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีพื้นฐานประยุกต์มาจากระบบ Activated Sludge (AS) แบบเดิม การให้ข้อมูลและการฝึกอบรมที่เพียงพอ จึงมีความเป็นไปได้ที่สำนักการระบายน้ำจะดำเนินการในการก่อสร้าง และเดินระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวบรรลุผลสำเร็จ

นอกจากนี้ มีปัญหาต่าง ๆ อีกมากมายในระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวมของไทย (ความเข้มข้นของน้ำเสียเข้าระบบน้อย การรวบรวมน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่คลอง) เพื่อการพัฒนาาระบบบำบัดน้ำเสียในกรุงเทพมหานคร ควรแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยการลดจำนวนจุดปล่อยน้ำทิ้ง และเสนอให้ใช้ระบบสูบน้ำแทนการระบายน้ำเสียวิธีเดิม

2) การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (EIRR) มีค่าเป็นบวกที่ร้อยละ 4 และ 7.2 สำหรับผลประโยชน์ใน 2 กรณี ได้แก่ ผลประโยชน์จากความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย (Willingness to pay) และผลประโยชน์จากความสามารถในการจ่าย (Affordability to pay) ทั้ง 2 กรณีมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 10 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้นในการประเมินโครงการสำหรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม อย่างไรก็ตามการดำเนินงานโครงการบำบัดน้ำเสียมีความยากลำบากในการประเมินปริมาณผลประโยชน์ที่ได้รับ มีความเป็นไปได้ในการประเมินผลประโยชน์ที่ได้รับซึ่งนับจำนวนไม่ได้จากการดำเนินโครงการดังกล่าว และมีความจำเป็นเช่นเดียวกับโครงสร้างทางสังคม

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่า อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) มีค่าเป็นบวกในกรณีที่รัฐบาลให้งบประมาณอุดหนุนที่ร้อยละ 60 ถึง 100 และค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียปรับเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 30 ทุก ๆ 5 ปี ซึ่งทั้ง 2 กรณียืนยันความเป็นไปได้ทางการเงินในการดำเนินโครงการ อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นกรณีใด ๆ การคืนทุนทั้งหมด จะไม่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นบวก ซึ่งหมายความว่า ถ้ามีการเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียซึ่งเริ่มดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ก็ยังคงยากมากที่จะได้คืนทุนเต็มจำนวน

โดยสรุปจะต้องพิจารณาตามข้อเท็จจริงถึงความมั่นคงและความยั่งยืนของการบริการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร ซึ่งควรเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และควรเพิ่มอัตราค่าบริการจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 ในทุก ๆ 5 ปี เพื่อครอบคลุมครึ่งหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและดูแลรักษาระบบรวมถึงเป็นการลดต้นทุนค่าก่อสร้างด้วย

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประเทศไทยดำเนินการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียในไม่กี่พื้นที่เท่านั้น ดังนั้น จึงเป็นการยากที่จะเริ่มดำเนินการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียในกรุงเทพมหานคร และในกรณีที่มีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมฯ ได้อย่างราบรื่นตั้งแต่เริ่มโครงการ การปรับเพิ่มค่าบำบัดอย่างต่อเนื่องก็อาจทำได้ยากเช่นกัน

3) การประเมินด้านสังคมสิ่งแวดล้อม

ควรพิจารณาผลกระทบทางลบจากทุกกรณีของการดำเนินโครงการ เช่น การขุดเซยค่าเสียหายจากการโยกย้ายที่อยู่อาศัย เศรษฐศาสตร์ท้องถิ่น อาทิจ้างงาน และชีวิตความเป็นอยู่ ฯลฯ การเกิดการปนเปื้อนชั้นหินอุกฤณี ทรัพย์สินและมรดกทางวัฒนธรรมถูกทำลายและเสียหาย และผลกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการดำเนินโครงการ

โดยสรุปถึงแม้การดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่สำหรับผลกระทบทางลบที่มีความรุนแรงไม่มากนัก ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงก่อสร้างและเดินระบบซึ่งมีความจำเป็นต้องวางมาตรการเพื่อลดผลกระทบและเฝ้าระวังเช่นกัน

ในทางตรงข้าม โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางน้ำและปรับปรุงคุณภาพน้ำคลองโดยการรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของสภาพที่อยู่อาศัยและเกิดการพัฒนาโครงสร้างทางสังคม

4) การประเมินด้านสถาบัน

ในอดีตสำนักการระบายน้ำมีประสบการณ์ในการดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่และควบคุมงานจ้างบริษัทเดินระบบบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำ 5 แห่ง ดังนั้น สำนักการระบายน้ำจึงมีศักยภาพเพียงพอในการดำเนินการและจัดการโครงการบำบัดน้ำเสีย

อย่างไรก็ตาม ควรมีการพัฒนาศักยภาพของสำนักการระบายน้ำในการจัดการเงินลงทุนจากภายนอกให้เข้มแข็งขึ้น ในกรณีที่มีการกู้ยืมเงินมาดำเนินโครงการ นอกจากนี้ควรเตรียมการฝึกอบรมที่เหมาะสมให้แก่เจ้าหน้าที่ของสำนักการระบายน้ำในการดูแลรักษาระบบ ละเพิ่มพูนทักษะทางเทคนิคสำหรับการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการจ้างเดินระบบ

ในปัจจุบัน หน้าที่ความรับผิดชอบในการบริการบำบัดน้ำเสียถูกแบ่งบทบาทเป็นของหน่วยงานย่อยหลายหน่วยงานในสังกัดกรุงเทพมหานคร เช่น การก่อสร้าง เดินระบบ และบำรุงรักษาบ่อดักน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย รับผิดชอบโดยสำนักการระบายน้ำ ท่อระบายน้ำ และการต่อเชื่อมท่อจากบ้านเรือน รับผิดชอบโดยสำนักการโยธา หรือสำนักงานเขต เป็นต้น หน้าที่รับผิดชอบดังกล่าวควรบริหารโดยหน่วยงาน

เดียวกัน อาทิเช่น สำนักการระบายน้ำควรขยายบทบาทและการบริหารจัดการระบบอย่างเหมาะสม เพื่อบรรลุเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงควรมีการตราข้อบัญญัติเพื่อเป็นแรงผลักดันให้บรรลุเป้าหมายข้างต้น

จากมาตรการดังกล่าวข้างต้น สำนักการระบายน้ำจะเป็นหน่วยงานที่เข้มแข็ง มีเจ้าหน้าที่ที่มีความสามารถและศักยภาพในการบริหารจัดการจะเพิ่มขึ้นในอนาคต

8.2 การประเมินผลในภาพรวมและข้อเสนอแนะ

(1) การประเมินผลในภาพรวม

จากการพิจารณาความเหมาะสมเห็นว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตามที่อธิบายข้างต้น พบว่าสภาพแวดล้อมทางน้ำและสภาพความเป็นอยู่ในพื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียบึงหนองบอน จะได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่บริการจะได้รับประโยชน์จากการดำเนินโครงการดังกล่าวข้างต้น

(2) ตัวชี้วัดที่แสดงผลกระทบจากโครงการ

ขอแนะนำให้ใช้ตัวชี้วัดต่อไปนี้เพื่อการประเมินผลในการให้บริการบำบัดน้ำเสีย

การเดินระบบ

- อัตราส่วนของน้ำเสียที่ออกแบบกับปริมาณน้ำเสียที่บำบัดจริง
- อัตราส่วนระหว่างคุณสมบัติของน้ำเสียที่เข้าระบบจริงและคุณสมบัติน้ำเสียที่ออกแบบไว้ (BOD)
- น้ำผ่านการบำบัดได้มาตรฐานน้ำทิ้ง (BOD)
- แหล่งน้ำที่รองรับน้ำที่ปล่อยทิ้งได้มาตรฐานคุณภาพน้ำ (BOD)
- อัตราการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์

การบริหารจัดการ

- สัดส่วนของผลตอบแทนค่าน้ำที่ได้รับ =
$$\frac{\text{เงินรายได้ค่าน้ำทั้งหมด}}{\text{ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้ทั้งหมด}}$$
- หน่วยของน้ำเสีย, หน่วยค่าเดินระบบบำบัดน้ำเสีย =
$$\frac{\text{ค่าบำบัดน้ำเสีย}}{\text{ปริมาณน้ำที่บำบัดได้ทั้งหมด}}$$
- อัตราความคุ้มค่าในการเดินระบบ (O&M) =
$$\frac{\text{รายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย} \times 100}{\text{ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ}}$$

(3) ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะต่อไปนี้จะจัดทำขึ้นตามการประเมินผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนี้

1) ควรดำเนินโครงการโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะส่งผลให้พื้นที่บริการบำบัดน้ำเสียได้รับการพัฒนาให้เป็นที่พักอาศัยที่ดี และปรับปรุงสภาวะแวดล้อมทางน้ำและสภาพความเป็นอยู่ให้เหมาะสมกับการเป็นที่พักอาศัยตามที่ต้องการ

2) ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวมของไทยควรได้รับการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มประสิทธิผลในการดำเนินโครงการ

3) ควรมีการเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียเพื่อให้เกิดเสถียรภาพและการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่ดี ทั้งนี้ควรดำเนินกิจกรรมการสร้างความตระหนักในมลพิษทางน้ำและมาตรการในการปรับปรุงต่าง ๆ เพื่อให้ประชากรในพื้นที่บริการมีความเข้าใจต่อโครงการเพิ่มขึ้น

4) การสืบสวนระบบท่อระบายน้ำเดิมควรดำเนินการโดยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระดมงานด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีความรับผิดชอบของงานกระจายตามหน่วยงานต่าง ๆ มาไว้ในหน่วยงานเดียว นอกจากนี้ควรมีการตราข้อบัญญัติการจัดการน้ำเสียขึ้นประกาศใช้

5) เพิ่มความเข้มแข็งของหน่วยงานที่ดำเนินโครงการและมีหลักสูตรอบรมเพื่อพัฒนาศักยภาพของบุคลากรให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างราบรื่น

ข้อเสนอแนะในการดำเนินการต่อไปนี้เป็นส่วนนอกเหนือการก่อสร้างแต่มีความจำเป็นในการดำเนินโครงการ ได้แก่

การฝึกอบรม

1) ฝึกอบรมในเรื่องมาตรการปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม (Combined System) และเทคโนโลยีการลดภาระมลพิษในช่วงฝนตก

2) เทคโนโลยีใหม่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียแบบกะทัดรัดและเทคโนโลยีการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

3) อบรมและพัฒนาศักยภาพบุคลากรสำหรับการบริหารจัดการก่อสร้าง การบริหารการกู้ยืมเงินจาก ภายนอกและการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย

หลักสูตรเพื่อการพัฒนาการจัดการ

1) ปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสีย

2) การตรวจสอบรายการท่อระบายน้ำเดิม

3) จัดตั้งหน่วยงานเพื่อดูแลอาคารที่ได้รับการยกเว้นให้ไม่ต้องมีบ่อเกรอะ

4) การนำตัวชี้วัดประสิทธิภาพมาใช้ (PIs)

5) ตราข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องการจัดการน้ำเสีย