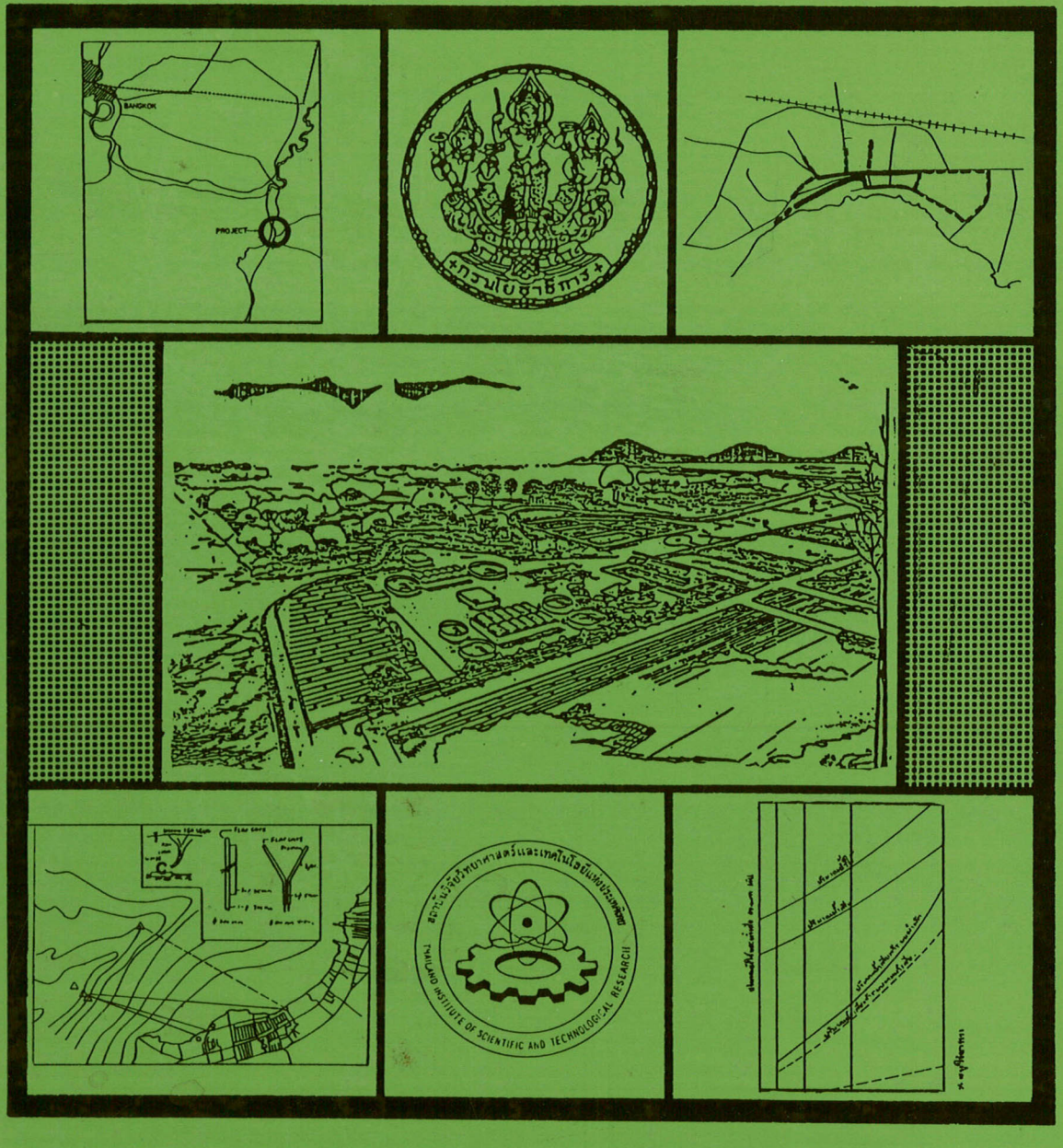
กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

โครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสม ของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี



จัดทำโดย

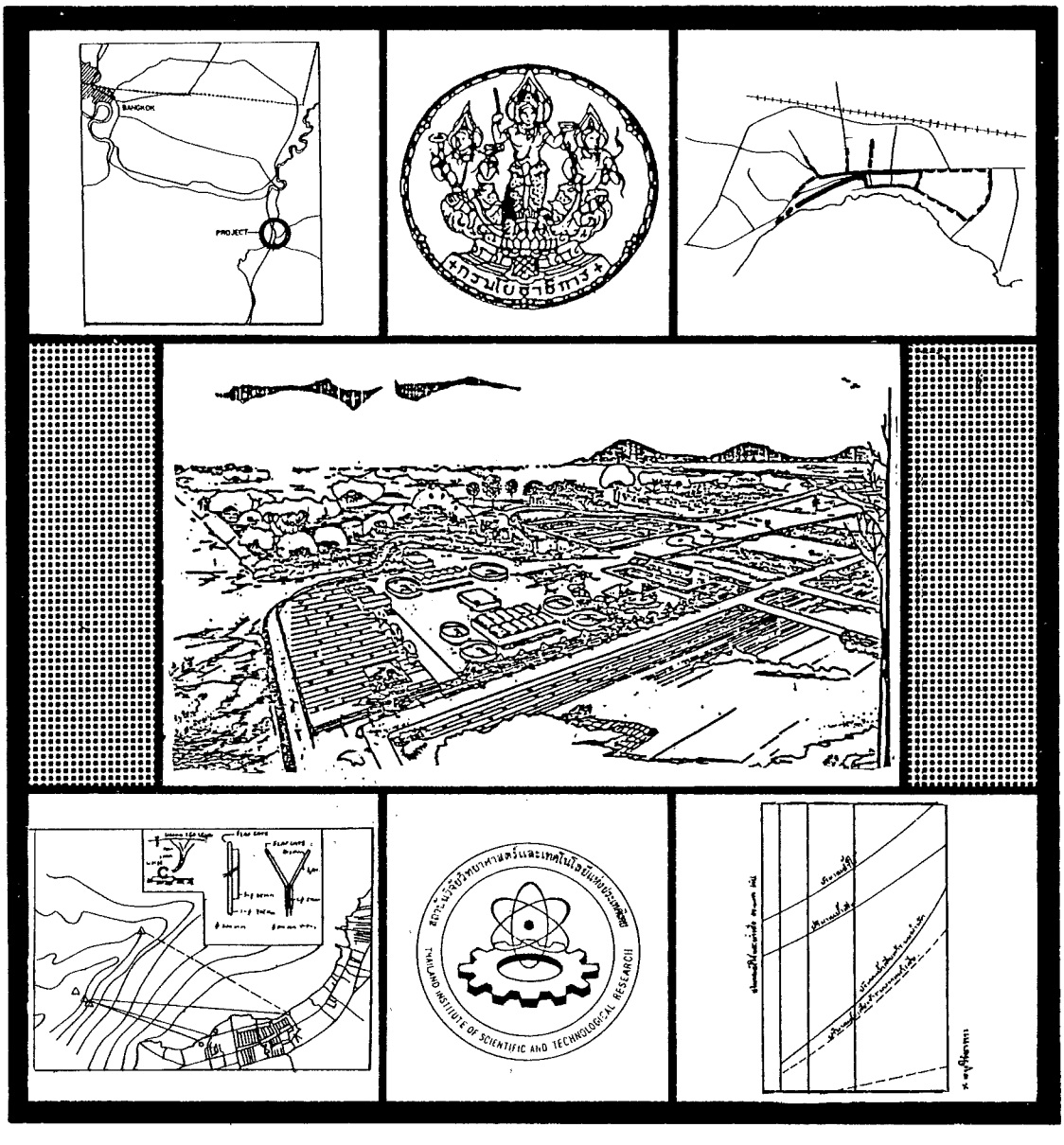
ศูนย์บริการวิศวกรรมที่ปรึกษา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กันยายน ๒๕๒๙

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

โครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสม ของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี



จัดทำโดย

ศูนย์บริการวิศวกรรมที่ปรึกษา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กันยายน ๒๕๒๙

019561
628.21
ก๓๗
ส.2

16 ก.ค. 2555

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย
บางเขน กรุงเทพ ฯ ๑๐๙๐๐
โทรศัพท์ ๕๗๙๑๑๒๑-๓๐

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC
AND TECHNOLOGICAL RESEARCH
BANGKHEN, BANGKOK 10900
Cable Address: TISTR. Bangkok
Telephone 5791121 – 30

ที่ วพ 5101/3194

// สิงหาคม 2529

เรื่อง ส่งมอบผลงานโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี

เรียน อธิบดีกรมโยธาธิการ

อ้างถึง ข้อตกลงเลขที่ 1/2528 ลงวันที่ 27 สิงหาคม 2528

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานฉบับสุดท้ายของโครงการ

ตามข้อตกลงที่อ้างถึง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้รับมอบหมายจากกรมโยธาธิการ ให้ดำเนินโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี โดยได้เริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 10 กันยายน 2528 นั้น บัดนี้ วท. ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยตามขั้นตอนต่าง ๆ ครบถ้วนดังระบุไว้ในข้อตกลงทุกประการ จึงขอส่งมอบผลงานโครงการ รายงานฉบับสุดท้าย

วท. ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง ที่กรมโยธาธิการได้ให้เกียรติและไว้วางใจให้ดำเนินงานในโครงการสำคัญนี้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างสูงในการส่งเสริมสภาวะสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาเมืองหลักชลบุรี ให้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วสมดังความมุ่งหมายของราชการ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้มีโอกาสประสานความร่วมมือกันในโครงการที่เป็นประโยชน์เช่นนี้อีกต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมิทธิ์ คำเพิ่มพูล)
ผู้ว่าการ

ศูนย์บริการวิศวกรรมที่ปรึกษา
โทร.5797529

กิตติกรรมประกาศ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ขอขอบคุณกรมโยธาธิการ ที่ได้ให้เกียรติและไว้วางใจให้ดำเนินการสำรวจและศึกษาความเหมาะสมโครงการระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองหลักชลบุรี ต่อเนื่องจากการดำเนินการในเรื่องการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม อีกทั้งยังได้ให้ความร่วมมือและสนับสนุนอย่างดียิ่งตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินงานโครงการ คณะกรรมการและเจ้าหน้าที่ของกรมโยธาธิการซึ่งมีส่วนเป็นอย่างยิ่งต่อความสมบูรณ์ของงานในโครงการนี้ ซึ่งวท. ใคร่ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งได้แก่ ท่านรองอธิบดีจินดา กุลวัทโธ ในฐานะประธานกรรมการที่ปรึกษา คุณสำเริง โกมลศิริ ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมสุขาภิบาล ในฐานะกรรมการและเลขานุการคณะกรรมการที่ปรึกษา ซึ่งมีส่วนที่สำคัญในการตรวจสอบและให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงการ โดยร่วมกับคณะทำงานของกรมโยธาธิการซึ่งประกอบด้วย คุณสุจินต์ ชาญณรงค์ คุณมานะ โชติกพนิช คุณวรนิตย์ ธยาวิวัฒนาวงศ์ คุณคมสัน จีวะสุวรรณ ดร. เทียม เจนงามกุล คุณสุรชัย ตังวงศ์ประเสริฐ และคุณวิจารณ์ ตันติธรรม และขอขอบคุณคุณศุลีพร เลื่อนรังษี ซึ่งได้ทำหน้าที่เลขานุการและจัดเตรียมเอกสารและการประชุมต่าง ๆ ตลอดโครงการอย่างดียิ่ง

ในการดำเนินงานโครงการนี้วท. ได้รับความร่วมมือในด้านต่าง ๆ จากหน่วยงานหลายแห่ง ทั้งในพื้นที่โครงการและในส่วนกลาง ซึ่งได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สำนักผังเมือง สำนักงานพัฒนาเมือง เทศบาลเมืองชลบุรีและสุขาภิบาลต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี และสำนักงานต่าง ๆ ของจังหวัดชลบุรี เช่น สำนักงานจังหวัด ประมงจังหวัด ที่ดินจังหวัด องค์การบริหารส่วนจังหวัด เป็นต้น วท.ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับความร่วมมือทั้งในด้านวิชาการต่าง ๆ ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานจากหน่วยงานเหล่านี้

คณะผู้ดำเนินการโครงการ

ผู้อำนวยการโครงการ	:	ดร.สมิทธิ์	คำเพิ่มพูล
ผู้จัดการโครงการ	:	ดร.นระ	คมนามูล
ที่ปรึกษาโครงการ	:	ดร.สุภัทท์	วงศ์วิเศษสมใจ
		บุญยง	โล่ห์วงศ์วัฒน
		จิรศักดิ์	จินดาโรจน์
วิศวกรโครงการ	:	ดร.ผดุง	ธรณินทร์
วิศวกรสนาม	:	ประวิตร์	เพ็งเจริญ
		พานิช	วุฒิพฤกษ์
. สำรวจเก็บตัวอย่างน้ำเสีย	:	ชาลิณี	ประจักษ์ธรรม
		อนวัช	ทองวิชิต
. สำรวจสมุทรศาสตร์และภูมิประเทศ	:	โกศล	ประสงค์สม
		วัจฉละ	คุณวัฒน์
		สำเริง	เลิกบางพลัด
วางแผนโครงการ	:	ดร.ผดุง	ธรณินทร์
		บุญยง	โล่ห์วงศ์วัฒน
		วีระศักดิ์	กรัยวิเชียร
		ชาลิณี	ประจักษ์ธรรม
ออกแบบประเมินราคา	:	บุญยง	โล่ห์วงศ์วัฒน
		ประทีป	จันทวิมล
		ประวิตร์	เพ็งเจริญ
		วิฑูร	ลีวงศ์เจริญ
เศรษฐศาสตร์และการเงิน	:	ดร.ชูชีพ	พิพัฒน์คิลี
		อรวรรณ	อินทรสัตกุล
แบบจำลองคณิตศาสตร์	:	จิรศักดิ์	จินดาโรจน์
		ดร.ผดุง	ธรณินทร์
ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	:	ดร.ผดุง	ธรณินทร์
		ขวัญชัย	สุวรรณสัมฤทธิ์
จัดทำรายงาน	:	ดร.นระ	คมนามูล
		ดร.ผดุง	ธรณินทร์
		ชัชสุนี	ศุษิลวรณ์
		เสาวณี	บุตรพลวง
		วิยะดา	ชมชาติ
		สมใจ	แช่ห่วง
ประสานงานด้านธุรการ	:	ภารดี	ปาลกะวงศ์ฯ
		ขนิษฐา	สิริพันธ์วราภรณ์

สารบัญ

	หน้า
ปก	ก
จดหมายนำส่ง	ข
กิติกรรมประกาศ	ค
คณะผู้ดำเนินการโครงการ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฏ
สารบัญรูป	ท
สารบัญภาพ	ด
บทสรุป	ต
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1. ความเดิม	1-1
1.1 การวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก	1-1
1.2 การวางแผนเบื้องต้นสำหรับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล	1-2
1.2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล	1-3
1.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล	1-3
1.2.3 ส่วนประกอบของโครงการที่เสนอแนะ	1-4
2. ความจำเป็นที่จะต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองชลบุรี	1-5
2.1 สภาพปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล	1-5
2.2 ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม	1-6
3. วัตถุประสงค์และขอบเขตโครงการ	1-7
4. ลักษณะพื้นที่โครงการ	1-8
4.1 ภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน	1-8
4.2 ภูมิอากาศ	1-9
4.3 ภาวะเศรษฐกิจและสังคม	1-9
4.3.1 ประวัติความเป็นมา	1-9
4.3.2 เขตการปกครองและประชากร	1-10
4.3.3 ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ	1-10
บทที่ 2 การศึกษาด้านเทคนิคและข้อมูลประกอบ	2-1
1. ข้อมูลสำหรับประเมินปริมาณและลักษณะน้ำเสีย	2-1
1.1 การใช้น้ำในปัจจุบันและโครงการน้ำประปาในอนาคต	2-1
1.2 ลักษณะคุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้ง	2-2
1.2.1 ลักษณะของน้ำใช้	2-2
1.2.2 ลักษณะของน้ำทิ้ง	2-2
1.3 ปริมาณการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง	2-6
2. ข้อมูลสำหรับระบบรวบรวมน้ำเสีย	2-6
2.1 ภูมิประเทศและแผนที่	2-6
2.2 ข้อมูลการสำรวจดิน	2-7
2.3 ระดับน้ำใต้ดิน	2-7
2.4 ระบบระบายน้ำฝน	2-8

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
3.	ข้อมูลสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย	2-8
3.1	ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียบริเวณปากคลองละมุ	2-8
3.1.1	ภูมิประเทศและการถือครองที่ดิน	2-8
3.1.2	ลักษณะและคุณสมบัติของดิน	2-11
3.2	ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียบริเวณบางทราย	2-11
3.2.1	ภูมิประเทศและการถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน	2-11
3.2.2	ลักษณะและคุณสมบัติของดิน	2-11
3.3	สภาพแหล่งรับน้ำทิ้ง	2-11
3.3.1	ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเล	2-12
3.3.2	ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเล	2-12
3.3.3	ปริมาณโลหะหนักในตะกอนท้องทะเล	2-12
3.4	ลักษณะสมุทรศาสตร์	2-12
3.4.1	ลักษณะที่ประเมินจากการศึกษาที่มีอยู่เดิม	2-14
3.4.2	ลักษณะที่ประเมินจากการสำรวจภาคสนาม	2-17
4.	ข้อมูลสำหรับการประเมินราคา	2-19
4.1	ราคาหมวดเครื่องกลและไฟฟ้า	2-19
4.2	ราคาหมวดโยธา	2-22
4.3	ราคาหมวดที่ดิน	2-22
4.4	ราคาหมวดค่าเดินระบบและซ่อมบำรุง	2-22
บทที่ 3	การออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น	3-1
1.	การประเมินปริมาณน้ำใช้และน้ำเสีย	3-1
2.	การประเมินลักษณะน้ำเสีย	3-3
3.	เกณฑ์กำหนดด้านคุณภาพน้ำทิ้ง	3-4
3.1	มาตรฐานน้ำทิ้งหลังการบำบัด	3-5
3.2	มาตรฐานแหล่งรับน้ำทิ้ง	3-5
4.	การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย	3-6
4.1	เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย	3-6
4.1.1	ระยะเวลาออกแบบโครงการ	3-6
4.1.2	เกณฑ์ทางด้านชลศาสตร์	3-6
4.1.3	ระยะบ่อพัก	3-9
4.1.4	ชนิดของข้อต่อ	3-9
4.1.5	ขนิดของท่อรวบรวมน้ำเสีย	3-9
4.2	การออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบ	3-10
4.2.1	การออกแบบ	3-10

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
4.2.2	การประเมินราคาเปรียบเทียบ	3-11
4.2.3	ผลการประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น	3-13
4.2.4	ข้อสรุปและเสนอแนะ	3-13
5.	การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ	3-17
5.1	เกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	3-18
5.2	ผลการออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบ	3-18
5.3	ข้อสรุปและเสนอแนะ	3-19
6.	การออกแบบระบบบำบัดแบบ Submarine Outfall	3-22
6.1	สภาพพื้นที่และสมุทรศาสตร์	3-23
6.2	เกณฑ์การออกแบบขั้นต้น	3-24
6.3	ผลการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบ	3-25
6.4	ข้อสรุปและเสนอแนะ	3-28
7.	สรุปข้อเสนอแนะระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียเพื่อดำเนินงานในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ	3-28
7.1	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	3-28
7.2	ระบบบำบัดน้ำเสีย	3-34
บทที่ 4	การออกแบบประเมินราคาขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการ	4-1
1.	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-1
1.1	พื้นที่ที่ได้รับบริการ	4-1
1.2	การออกแบบขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการ	4-1
1.2.1	หลักการและแนวทางในการออกแบบ	4-1
1.2.2	แบบมาตรฐาน	4-3
1.2.3	ผลการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-3
1.3	การประเมินราคา	4-4
1.3.1	วิธีการประเมินราคา	4-4
1.3.2	ราคาต่อหน่วย	4-5
1.3.3	ราคาที่ประเมิน	4-8
2.	ระบบบำบัดน้ำเสีย	4-14
2.1	ระบบบ่อผึ่ง	4-14
2.1.1	การออกแบบ	4-15
2.1.2	การประเมินราคา	4-17
2.1.3	ราคาและการถือครองที่ดิน	4-17
2.1.4	ราคาที่ประเมิน	4-17
2.2	ระบบบำบัดแบบ RBC	4-23

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
2.2.1	การออกแบบ	4-25
2.2.2	การประเมินราคา	4-26
2.2.3	ราคาประเมิน	4-26
2.3	การประเมินผลเปรียบเทียบและข้อเสนอแนะ	4-28
2.3.1	ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน	4-33
2.3.2	การเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของระบบบำบัด	4-33
2.3.3	สรุปข้อเสนอแนะ	4-33
3.	แผนการก่อสร้างและดำเนินโครงการ	4-36
3.1	ขั้นเตรียมการ	4-36
3.2	ขั้นก่อสร้าง	4-36
3.2.1	ระบบบำบัดน้ำเสีย	4-37
3.2.2	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-37
บทที่ 5	การประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน	5-1
1.	บทนำ	5-1
2.	การประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์	5-1
2.1	การวิเคราะห์ราคา	5-2
2.2	ค่าลงทุน	5-2
2.3	ผลประโยชน์	5-3
2.3.1	ผลประโยชน์ด้านการประมง	5-3
2.3.2	ผลประโยชน์ด้านสาธารณสุข	5-7
2.3.3	ผลประโยชน์จากการลดค่าก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม	5-11
2.4	การวิเคราะห์ความคุ้มทุน	5-11
2.4.1	การวิเคราะห์กรณีการศึกษาปกติ	5-11
2.4.2	Sensitivity Analysis	5-15
2.5	ข้อสรุปด้านความคุ้มต่อการลงทุน	5-17
3.	การวิเคราะห์และประเมินผลด้านการเงิน	5-19
3.1	ที่มาของเงินทุน	5-19
3.2	การใช้ไปของเงินทุน	5-22
3.3	กระแสเงินสดของโครงการ (Project Cash Flow)	5-23
3.3.1	กระแสเงินสดไหลออก (Cash Outflow)	5-23
3.3.2	กระแสเงินสดไหลเข้า (Cash Inflow)	5-23
3.4	การใช้คืนเงินกู้	5-25
3.5	การเก็บค่าบริการ	5-25
3.6	ข้อสรุปและเสนอแนะ	5-25

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 6	การศึกษาและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	6-1
1.	บทนำ	6-1
2.	การประเมินคุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรีโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์	6-1
2.1	แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำทะเล	6-1
2.2	คุณภาพน้ำทะเลในอนาคต	6-2
2.2.1	คุณภาพน้ำทะเลหากไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย	6-2
2.2.2	คุณภาพน้ำทะเลเมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิบนฝั่ง	6-3
2.2.3	คุณภาพของน้ำทะเลเมื่อมีระบบบำบัดแบบ Submarine Outfall	6-3
3.	การประเมินและตรวจสอบเบื้องต้นด้านสิ่งแวดล้อม	6-3
3.1	สภาพพื้นที่โครงการในปัจจุบัน	6-3
3.2	สรุปโครงการที่เสนอแนะ	6-4
3.3	การประเมินผลกระทบเบื้องต้นต่อสิ่งแวดล้อม	6-5
3.4	ข้อสรุปและเสนอแนะ	6-9
3.4.1	ข้อสรุป	6-9
3.4.2	ข้อเสนอแนะ	6-9
บทที่ 7	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	7-1
1.	ความเหมาะสมโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย	7-1
1.1	โครงการที่เสนอแนะ	7-1
1.2	ความเหมาะสมโครงการ	7-2
2.	การเงินและเงินทุน	7-3
3.	การดำเนินงานขั้นต่อไป	7-4
3.1	การจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบหลัก	7-4
3.2	การหาแหล่งเงินทุน	7-5
3.3	การจัดหาที่ดิน	7-5
4.	สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมโครงการ	7-6
เอกสารอ้างอิง		อ-1
ภาคผนวก		
ภาคผนวกที่ 1	การสำรวจปริมาณน้ำใช้ในพื้นที่โครงการ	ผ1-1
ภาคผนวกที่ 2	การสำรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง น้ำทะเล และตะกอนท้องทะเล	ผ2-1
ภาคผนวกที่ 3	การวัดการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง	ผ3-1
ภาคผนวกที่ 4	แหล่งข้อมูลสำหรับการประเมินราคา	ผ4-1
ภาคผนวกที่ 5	ผลการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียอื่น ๆ	ผ5-1

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวกที่ 6	การประเมินน้ำใช้และน้ำเสียในอนาคต	ผ6-1
ภาคผนวกที่ 7	มาตรฐานน้ำทิ้งและหน่วยรับน้ำทิ้ง	ผ7-1
ภาคผนวกที่ 8	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	ผ8-1
ภาคผนวกที่ 9	แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการกระจายของมลสารในทะเล	ผ9-1

สารบัญตาราง

ตาราง	เรื่อง	หน้า
1-1	สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการ	1-11
1-2	สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการเปรียบเทียบกับอำเภอเมืองและจังหวัดชลบุรี	1-11
1-3	โครงสร้างทางผลผลิตของเมืองชลบุรี	1-12
2-1	สรุปผลวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง	2-4
2-2	สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของน้ำเสียในท่อและคลองธรรมชาติ	2-5
2-3	สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลอ่าวชลบุรี	2-13
2-4	สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนท้องทะเลอ่าวชลบุรี	2-13
2-5	ผลการวิเคราะห์ขนาดและประเภทของตัวอย่างดินก้นอ่าวชลบุรี	2-18
2-6	ราคาหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า	2-20
2-7	ราคาหมวดงานโยธา	2-23
2-8	ราคาวัสดุท่อและอุปกรณ์	2-25
2-9	ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ค่อนข้างอยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินต่ำ	2-26
2-10	ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ไม่อยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินสูง	2-27
2-11	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง	2-28
3-1	สรุปรวมปริมาณการใช้น้ำในอนาคต	3-2
3-2	การประเมินปริมาณน้ำเสีย	3-2
3-3	ความลาดเอียงน้อยที่สุดเพื่อให้มีความเร็วในท่อ 0.6 เมตรต่อวินาที	3-7
3-4	ราคาต่อหน่วยพื้นที่ของท่อซอยและท่อกิ่ง	3-12
3-5	ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบรวบรวมน้ำเสียระบบท่อรวม	3-14
3-6	ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบรวบรวมน้ำเสียระบบท่อแยก	3-15
3-7	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีของระบบรวบรวมน้ำเสีย	3-16
3-8	การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ	3-20
3-9	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อปีของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ	3-21
3-10	ผลเปรียบเทียบโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ฟาร์มทอยและบีโอดีที่ผิวน้ำทะเลของตำแหน่งฉีดปล่อยน้ำทะเลต่างกัน	3-26
3-11	การเปรียบเทียบค่าก่อสร้างระบบท่อ OUTFALL	3-29
3-12	การเปรียบเทียบราคาระบบ OUTFALL	3-29
3-13	การเปรียบเทียบค่าดำเนินการรวมค่าซ่อมบำรุงระบบ OUTFALL	3-30
3-14	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อปีของระบบ OUTFALL	3-30
3-15	ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ OUTFALL	3-31

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	เรื่อง	หน้า
3-16	ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงของระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ OUTFALL	3-33
4-1	การเปรียบเทียบพื้นที่รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-2
4-2	ค่าใช้จ่ายอำนวยการ กำไร ภาษี ใช้ประกอบการถอดแบบคำนวณราคากลาง	4-6
4-3	ราคาต่อหน่วยงานก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ	4-7
4-4	รายละเอียดการประเมินราคาค่าก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสีย ท่อสายหลัก ท่อประธาน และท่อดัก	4-9
4-5	สรุปราคาค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย ท่อสายหลัก สายประธาน และท่อดัก	4-10
4-6	ค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-11
4-7	รายละเอียดการประเมินราคาค่าก่อสร้างท่อกิ่งและท่อซอย	4-12
4-8	ตารางสรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุงระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-13
4-9	ราคาต่อหน่วยเพื่อประเมินราคางานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ	4-18
4-10	สรุปค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง	4-19
4-11	สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งระยะที่ 1	4-20
4-12	สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง ระยะที่ 2	4-22
4-13	สรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง	4-24
4-14	สรุปการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่าง Mechanical Dewatering กับลานตากตะกอน	4-27
4-15	สรุปค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC	4-29
4-16	สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC ระยะที่ 1	4-30
4-17	สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC ระยะที่ 2	4-32
4-18	สรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC	4-34
5-1	สรุปค่าใช้จ่ายโครงการ	5-4
5-2	รายได้จากการจับสัตว์น้ำทะเลปี 2528	5-5
5-3	ผลประโยชน์จากการประมง	5-8
5-4	ผลประโยชน์จากการลดค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหาร	5-10

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	เรื่อง	หน้า
5-5	ผลประโยชน์จากการเพิ่มรายได้ของผู้ที่ไม่ป่วย	5-12
5-6	ผลประโยชน์จากการลดค่าก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม	5-13
5-7	สรุปผลประโยชน์โครงการกรณีต่าง ๆ	5-14
5-8	สรุปค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการกรณีต่าง ๆ	5-16
5-9	ผลวิเคราะห์ Sensitivity Analysis	5-18
5-10	การจัดเก็บภาษีอากรของจังหวัดชลบุรีและอำเภอเมืองชลบุรี ในปีงบประมาณ 2528	5-20
5-11	รายได้ภาษีที่สำคัญของเทศบาลเมืองชลบุรีประจำปี งบประมาณ 2528	5-21
5-12	กระแสเงินไหลออกของโครงการ	5-24
5-13	การชำระหนี้เงินกู้	5-26
5-14	การเก็บค่าบริการทั้งหมดจากประชาชนผู้รับบริการทั้งหมด	5-27
5-15	การเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมง	5-28
5-16	การเก็บค่าบริการบางส่วนจากประชาชนผู้รับบริการ เมื่อเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมงแล้ว	5-29
6-1	สรุปผลกระทบสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการดำเนินงานตามโครงการในเมืองชลบุรี	6-6

สารบัญรูป

รูป	เรื่อง	หน้า
1-1	ที่ตั้งโครงการ	1-13
1-2	แผนที่ถนนในเขตเทศบาลเมืองชลบุรี	1-14
1-3	สภาพปัจจุบันของพื้นที่พัฒนาเขตชลบุรีตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	1-15
1-4	แผนพัฒนาเขตชลบุรีในอนาคตโดยรายงานการวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	1-16
1-5	การขยายเขตเทศบาลเมืองชลบุรี	1-17
1-6	สรุปโครงการปรับปรุงการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม	1-18
1-7	ระบบบำบัดน้ำเสียที่เสนอแนะในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก	1-19
1-8	บ่อเกรอะบ่อซึมที่ใช้ในพื้นที่โครงการ	1-20
1-9	การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่าวชลบุรี	1-21
1-10	การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรีในปีพ.ศ.2548 หากการจัดการบำบัดน้ำเสียเหมือนปัจจุบัน	1-22
1-11	พื้นที่โครงการ	1-23
1-12	แผนที่การใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการ	1-24
1-13	การใช้ที่ดินในอนาคตที่วางแผนโดยสำนักผังเมือง	1-27
1-14	สถิติฝนที่ชลบุรี	1-28
1-15	เขตการปกครองบริเวณพื้นที่โครงการ	1-29
1-16	สถิติประชากรและการใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการในปัจจุบัน	1-30
2-1	ระบบน้ำประปาปัจจุบันและแผนการปรับปรุง	2-29
2-2	การใช้น้ำในปัจจุบัน	2-30
2-3	แผนพัฒนาระบบถนนเมืองชลบุรี	2-31
2-4	แนวสำรวจระดับถนน ระดับดินแข็งและระดับน้ำใต้ดิน	2-32
2-5	ตัวอย่างผลงานสำรวจระดับเพื่อออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย	2-33
2-6	การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน	2-34
2-7	ท่อระบายน้ำภายในเขตเทศบาลเมืองชลบุรี	2-35
2-8	ผังและกรรมสิทธิ์ที่ดินบริเวณที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียปากคลองละมุ	2-36
2-9	ผลสำรวจระดับบริเวณที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียแบบ RBC บริเวณปากคลองละมุ	2-37
2-10	ระดับพื้นดินของที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง	2-38
2-11	ลักษณะชั้นดินหลุมเจาะ DH-14 บริเวณปากคลองละมุ	2-39
2-12	สถานที่ตั้งเพื่อเลือกของโรงบำบัดน้ำเสียบริเวณเขตสุขาภิบาลบางทราย	2-40
2-13	การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่าวชลบุรี ที่ตรวจพบในการสำรวจครั้งที่ 2	2-41
2-14	ความลึกและลักษณะตะกอนก้นอ่าวไทย	2-42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	เรื่อง	หน้า
2-15	การขึ้นลงของน้ำทะเล	2-43
2-16	ระดับและลักษณะดินก้นอ่าวชลบุรี	2-44
2-17	การเปลี่ยนแปรระดับน้ำทะเลและลมบริเวณอ่าวชลบุรีในช่วงเวลาที่สำรวจสมุทรศาสตร์	2-45
2-18	ระดับน้ำทะเลและกระแสน้ำ	2-46
2-19	ผลสำรวจลอยทุ่น	2-51
3-1	เขตเพื่อการประเมินปริมาณน้ำเสีย	3-35
3-2	การประเมินปริมาณน้ำเสีย	3-36
3-3	ข้อมูลฝนสำหรับประเมินอัตราไหลของท่อระบายน้ำฝน	3-37
3-4	พื้นที่ที่ได้รับบริการจากระบบระบายน้ำเสีย	3-38
3-5	การแบ่งพื้นที่รับน้ำกรณีมีโรงบำบัดน้ำเสียสองแห่ง	3-39
3-6	ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 2 แห่ง	3-40
3-7	ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 1 แห่ง	3-41
3-8	ท่อน้ำฝนของระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 1 แห่ง และ 2 แห่ง	3-42
3-9	ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 2 แห่ง	3-43
3-10	ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 1 แห่ง	3-44
3-11	ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ค่อนข้างอยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินต่ำ	3-45
3-12	ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ไม่อยู่ตัวและมีระดับน้ำใต้ดินสูง	3-46
3-13	ตำแหน่งสถานที่เลือกก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	3-47
3-14	ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ STABILIZATION PONDS (SP)	3-48
3-15	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ STABILIZATION PONDS (SP)	3-49
3-16	ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AERATED LAGOONS (AL)	3-50
3-17	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AERATED LAGOONS (AL)	3-51
3-18	ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGES (AS)	3-52
3-19	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGES (AS)	3-53
3-20	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ OXIDATION DITCH (OD)	3-54
3-21	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ OXIDATION DITCH (OD)	3-55
3-22	ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS (RBC)	3-56
3-23	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS (RBC)	3-57
3-24	ผังระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ OUTFALL	3-58
3-25	รูปตัดระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ SUBMARINE OUTFALL	3-59
3-26	การออกแบบระบบ SUBMARINE OUTFALL	3-60
4-1	พื้นที่รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-38
4-2	ผังแสดงอัตราการไหลของระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	เรื่อง	หน้า
4-3	พื้นที่เทศบาลที่กำหนดให้ใช้บ่อเกรอะบ่อซึมและไช้ท่อรับน้ำเสียแบบแยก	4-40
4-4	แบบมาตรฐานเกี่ยวกับระบบท่อ	4-41
4-5	แบบมาตรฐานเกี่ยวกับบ่อพัก	4-42
4-6	แบบมาตรฐานบ่อสูบส่งน้ำเสีย	4-43
4-7	แบบมาตรฐานไซฟอน	4-44
4-8	ผังแสดงระบบท่อรวบรวมน้ำเสียสายหลักและสายประธาน	4-45
4-9	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานสมเด็จ-พิพิธ	4-46
4-10	แบบแปลนท่อตักน้ำเสียวชิรปราการ	4-47
4-11	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายหลักพระยาสัจจา	4-48
4-12	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายหลักและสายประธานสุขุมวิท	4-49
4-13	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายหลักสุขุมวิท	4-50
4-14	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานสุขประยูร	4-51
4-15	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานเขาน้อย	4-52
4-16	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานชลบุรี-บ้านบึง	4-53
4-17	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานศรีบูรพา	4-54
4-18	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานหนองข้างคอก	4-55
4-19	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานสุขมวิท-เรืองสุข	4-56
4-20	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานพระยาสัจจา	4-57
4-21	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานเมืองใหม่	4-58
4-22	แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสียสายประธานสุขุมวิท-เมืองใหม่	4-59
4-23	พื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ออกแบบและประเมินค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่ของท่อกิ่งและท่อซอย	4-60
4-24	ราคาต่อหน่วยของค่าก่อสร้างท่อกิ่งและท่อซอยเพื่อรับน้ำเสีย	4-61
4-25	ผังบริเวณระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง	4-62
4-26	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง	4-63
4-27	แบบแปลน INFLUENT SUMP AND PUMPS	4-64
4-28	แบบแปลน CHLORINATION TANK	4-65
4-29	ทัศนียภาพบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ที่ปากคลองละมุ	4-66
4-30	ผังบริเวณระบบบำบัดแบบ RBC	4-67
4-31	รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC	4-68
4-32	แบบแปลน GRIT CHAMBER	4-69
4-33	แบบแปลน PRIMARY AND SECONDARY CLARIFIER	4-70
4-34	แบบแปลน RBC AERATION TANK	4-71
4-35	แบบแปลน SLUDGE STABILIZATION TANK	4-72
4-36	แบบแปลน DRYING BED	4-73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	เรื่อง	หน้า
4-37	แผนการก่อสร้างและดำเนินโครงการ	4-74
4-38	การแบ่งช่วงก่อสร้างระบบบำบัดและระบบรวบรวมน้ำเสีย	4-75
4-39	การแบ่งระยะการก่อสร้างรวบรวมน้ำเสีย	4-76
5-1	การประเมินรายได้จากการประมงในอ่าวชลบุรี	5-32
6-1	คุณภาพน้ำทะเลในปี พ.ศ.2548 เมื่อไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย	6-11
6-2	คุณภาพน้ำทะเลในปี พ.ศ.2548 เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสีย แบบทุติยภูมิ	6-12
6-3	คุณภาพน้ำทะเลในปี พ.ศ.2548 เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสีย แบบ Submarine Outfall	6-13

สารบัญภาพ

ภาพ	เรื่อง	หน้า
1	สภาพพื้นที่ของที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ด้านที่ติดกับชายทะเล ซึ่งปัจจุบันเป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึงและยังมิได้ปรับปรุงพื้นที่	2-9
2	พื้นที่ปากคลองละมุซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ยังไม่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน	2-9

บทสรุป

การสำรวจศึกษาความเหมาะสม
ระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี

ผลการศึกษาความเหมาะสมระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองหลักชลบุรีซึ่งแสดงไว้ในรายงานฉบับนี้ เป็นผลของการดำเนินงานโครงการมีกำหนด 12 เดือน ซึ่งเริ่มตั้งแต่ 10 กันยายน 2528 ซึ่งมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

(1) ผลจากการปล่อยน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลจากชุมชนลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ นอกจากจะทำให้เกิดสภาพที่ไม่ถูกสุขลักษณะอย่างยิ่งในชุมชนแล้ว ยังทำให้น้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมคุณภาพลง จนอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งต่อการทำกิจกรรมที่ต้องมีการสัมผัสกับน้ำทะเล รวมทั้งการเลี้ยงหอยและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ

(2) เพื่อแก้ไขปัญหาสภาวะแวดล้อมดังกล่าวได้มีการสำรวจและศึกษาโดยการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบ เพื่อเลือกระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ซึ่งปรากฏว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมประกอบด้วย ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกท่อ (Separate System) สำหรับพื้นที่นอกเขตชุมชนแออัดในปัจจุบัน ส่วนในเขตชุมชนแออัดควรใช้ระบบท่อดัก (Intercepting Sewer) รับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำ เพื่อส่งไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียบริเวณปากคลองละมุ

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิซึ่งตั้งอยู่บนฝั่งที่บริเวณปากคลองละมุมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดและเหมาะสมกว่าระบบบำบัดแบบ Submarine Outfall ซึ่งเป็นท่อนำน้ำเสียซึ่งผ่านการบำบัดเพียงเบื้องต้นด้วยระบบปฐมภูมิบนฝั่งไปฉีดปล่อยในทะเลที่ห่างชายฝั่งประมาณ 4 700 เมตร และจากการศึกษาโดยการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการพบว่าโรงบำบัดน้ำเสียแบบ Rotating Biological Contactors (RBC) มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากใช้ที่ดินน้อย เพียงประมาณ 22 ไร่ และมีความพร้อมในด้านการจัดหาที่ดินเพื่อเป็นที่ตั้งของโรงบำบัดน้ำเสียมากกว่า โดยสามารถใช้ที่ดินขององค์การบริหารส่วนจังหวัดฯ ที่บริเวณปากคลองละมุได้

(3) จากผลการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียในขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการสรุปผลได้ว่า ระบบท่อประธานและท่อหลักที่ใช้ทั้งสิ้นเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อพีวีซี มีความยาวรวมทั้งสิ้นประมาณ 20 480 เมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.2-1.0 เมตร และท่อดักที่ใช้รับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำสาธารณะเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร ยาวประมาณ 2 475 เมตร นอกจากนั้นยังมีระบบท่อกิ่งและท่อซอย ซึ่งรับน้ำจากอาคารบ้านเรือนจากพื้นที่ประมาณ 12.5 ตารางกิโลเมตร พื้นที่บางส่วนในเขตเทศบาลซึ่งกำหนดให้ใช้ท่อระบายน้ำเดิมเพื่อระบายน้ำเสียจากส้วมลงสู่ท่อดักนั้น ได้กำหนดให้ใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมต่อไปเพื่อป้องกันมิให้กากและตะกอนจากส้วมเข้าสู่ระบบท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการสะสมของตะกอนในท่อระบายน้ำเดิม ซึ่งไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับระบายกากตะกอน ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเหล่านี้ได้ออกแบบให้บริการแก่ประชากรทั้งสิ้นประมาณ 132 730 คน ในพื้นที่ 13.24 ตารางกิโลเมตร

(4) ส่วนประกอบของโครงการนี้ซึ่งออกแบบให้พอเพียงจนถึงปีพ.ศ.2548 มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์เป็นเงินรวมทั้งสิ้นประมาณ 450 ล้านบาท แบ่งเป็นระบบรวบรวมน้ำเสียประมาณ 381 ล้านบาท และโรงบำบัดน้ำเสียประมาณ 69 ล้านบาท (ประมาณ 61 ล้านบาท หากไม่รวมค่าที่ดินซึ่ง

เป็นขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี) การก่อสร้างโครงการแบ่งเป็นระยะ สำหรับระยะที่ 1 ซึ่งจะพอเพียงไปจนถึงพ.ศ.2537 มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นประมาณ 201 ล้านบาท (ประมาณ 63 ล้านบาท หากไม่รวมค่าใช้จ่ายท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) นอกจากค่าก่อสร้างแล้วการดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาจะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 2.64 ล้านบาทในปีแรกที่เริ่มใช้งาน และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 6.78 ล้านบาทต่อปีเมื่อใช้งานเต็มโครงการ ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์คิดเป็นเงินประมาณ 3 390 บาทต่อคนที่ได้รับบริการ (ประมาณ 940 บาทต่อคนหากไม่รวมค่าท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) ส่วนค่าดำเนินการรวมซ่อมแซมบำรุงรักษาคิดเป็นเงิน 4.26 บาทต่อคนต่อเดือน หรือประมาณ 0.71 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

(5) ในการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการได้ประเมินผลประโยชน์โดยตรงของโครงการจากการเพิ่มรายได้จากการกิจกรรมการประมงในพื้นที่อ่าวชลบุรีอันเนื่องมาจากการมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย จากการลดค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวกับน้ำและระบบทางเดินอาหารเนื่องจากจำนวนผู้ป่วยลดลงจากการมีโครงการนี้ จากการเพิ่มรายได้ของผู้ที่ไม่ป่วยจากการทำงาน และจากการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึมซึ่งไม่จำเป็นต้องสร้างเมื่อมีโครงการ จากการประเมินผลประโยชน์ข้างต้น ได้ทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ พบว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โดยมีผลตอบแทนทางตรงของโครงการที่มีมูลค่าสูงกว่าค่าลงทุน (B/C เป็น 1.37) และมีอัตราผลตอบแทนที่น่าพอใจ คือสูงถึง 20.78%

(6) ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน สรุปว่าแหล่งเงินทุนของโครงการนี้ควรประกอบด้วย งบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น เงินกู้ผ่านทางรัฐบาล และค่าบริการซึ่งจัดเก็บจากผู้ที่รับประโยชน์โดยตรงจากโครงการ งบอุดหนุนจากรัฐบาลทั้งสิ้น 281.714 ล้านบาท ใช้ในการสมทบเป็นค่าก่อสร้างในอัตราส่วน 60% ของค่าก่อสร้าง และเป็นค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษาใน 5 ปีแรกของการใช้งาน เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่นจำนวน 72.554 ล้านบาท ใช้สำหรับเป็นค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาระบบตั้งแต่ปีที่ 6 จนสิ้นสุดโครงการ และเพื่อเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ตลอดโครงการ เงินกู้จำนวน 177.5 ล้านบาท ใช้เป็นส่วนหนึ่งของค่าก่อสร้างโครงการ (40%) ส่วนค่าบริการจำนวน 220.275 ล้านบาท ใช้เป็นเงินชำระหนี้เงินกู้ การจัดเก็บค่าบริการได้เสนอแนะให้พิจารณาเก็บจาก 2 กลุ่มเป้าหมายคือประชาชนผู้ใช้บริการ และชาวประมงผู้ประกอบกิจการในพื้นที่อ่าวชลบุรี อัตราค่าบริการจากผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยเป็นเงินประมาณ 41-72 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน ขึ้นอยู่กับว่าจะมีการเก็บเงินจากกลุ่มชาวประมงหรือไม่ ค่าบริการดังกล่าวมีค่าประมาณ 0.9-1.6% ของรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่แอ่ของพื้นที่โครงการเท่านั้น

(7) การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการ ซึ่งเป็นการประเมินในขั้นเบื้องต้นได้ผลว่า ผลกระทบโดยส่วนรวมเป็นผลกระทบที่มีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่โครงการอย่างชัดเจน ในบางประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมอาจได้รับความเสียหายเดือดร้อนจากการดำเนินตามโครงการบ้าง แต่ก็เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งไม่รุนแรงและสามารถกำหนดมาตรการป้องกันหรือลดผลกระทบดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Statement-EIS) เนื่องจากการจัดทำรายงานเบื้องต้นนี้สามารถประเมินหรือชี้บ่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมได้ และมีความสมบูรณ์เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองหลักชลบุรีตามที่ได้วางแผนไว้ ได้เสนอแนะการดำเนินงานในขั้นต่อไปไว้ด้วย ซึ่งได้แก่ การจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการติดตามและดำเนินการต่อไปหลังเสร็จสิ้นการศึกษาตามโครงการนี้แล้ว การพิจารณาหาแหล่งเงินทุนและการจัดหาที่ดิน

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเดิม

เมืองชลบุรีตั้งอยู่ด้านตะวันออกของอ่าวไทย ประมาณ 12 กิโลเมตรทางใต้ของปากแม่น้ำบางปะกง และอยู่ห่างประมาณ 80 กิโลเมตรจากกรุงเทพฯ (รูปที่ 1-1) เป็นเมืองที่พัฒนามาจากหมู่บ้านชาวประมงซึ่งมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทะเลเป็นหลัก จนกลายมาเป็นศูนย์กลางการพาณิชย์ที่รุ่งโรจน์และชุมชนหลักที่สำคัญแห่งหนึ่งของฝั่งทะเลตะวันออก

การพัฒนาเริ่มแรกของจังหวัดได้รับอิทธิพลจากอุตสาหกรรมประมง และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมง ซึ่งนำไปสู่การตั้งหลักแหล่งบริเวณชายฝั่งมาแต่เริ่มแรก ชุมชนประกอบด้วยบ้านไม้ใต้ถุนสูงเชื่อมโยงติดต่อกันด้วยทางเดินไม้สร้างบนเลนชายฝั่ง แหล่งพำนักนี้ได้กลายเป็นศูนย์กลางดั้งเดิมของเมือง

อย่างไรก็ดี เมื่อการคมนาคมทางบกขยายตัวขึ้น และมีการพัฒนาการคมนาคมระหว่างกรุงเทพฯ-ชลบุรี ความสำคัญของการตั้งหลักแหล่งตามชายฝั่งทะเลก็ลดลง การพาณิชย์และพื้นที่การค้าได้เติบโตขึ้นตามแนวถนนวชิรปราการ (รูปที่ 1-2) ในขณะที่บ้านไม้ใต้ถุนสูงได้กลายเป็นพื้นที่พักอาศัย ซึ่งในปัจจุบันยังคงเกี่ยวพันอยู่กับอุตสาหกรรมการประมง โครงสร้างไม้ก็ได้เปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่ถาวรขึ้น ซึ่งเมื่อมีการปรับปรุงพื้นที่ก็ได้มีการสร้างถนนสายแคบ ๆ ขึ้นแทนทางเดินไม้เดิม

เมื่อเมืองนี้ได้พัฒนาต่อมาและมีการสร้างถนนสุขุมวิทขึ้น พื้นที่พาณิชย์ก็ได้ขยายตัวขึ้นภายในอาณาบริเวณโดยรอบ พร้อมทั้งแนวถนนวชิรปราการ และในปัจจุบันได้กลายเป็นจุดศูนย์กลางซึ่งเจริญรุ่งเรืองของตัวเมือง นอกจากจะเป็นที่ตั้งของที่ทำการปกครองส่วนจังหวัดแล้ว เมืองชลบุรียังเป็นที่ตั้งของหน่วยงานราชการและสถาบันต่าง ๆ เช่น ค่ายทหาร ธนาคารและสถาบันการเงิน ตลาด โรงพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล วิทยาลัยอาชีวศึกษา วิทยาลัยเกษตรกรรม และวิทยาลัยพาณิชย์ โรงแรม และอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ นับว่าเป็นเมืองที่หนาแน่นที่สุดในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

1.1 การวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก

การวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก (อ้างอิง 1) ได้กำหนดจังหวัดชลบุรีและพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่หนึ่งในจำนวนทั้งหมดสามเขตพื้นที่ที่วางแผนพัฒนา พื้นที่พัฒนาเขตชลบุรีนี้ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกเป็นแนวยาว 20 กิโลเมตร ทางด้านตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน และอยู่ถัดไปทางใต้ของปากแม่น้ำบางปะกง ขอบเขตพื้นที่แสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1-3 และ 1-4 ซึ่งจะเห็นว่าพื้นที่พัฒนาเขตชลบุรีนี้ รวมถึงขอบเขตเทศบาลเมืองชลบุรี และพื้นที่ชุมชนที่ขยายออกไปถึงเขตสุขาภิบาลบางทราย บ้านสวน รวมทั้งเขตสุขาภิบาลแสนสุข ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ของพื้นที่ตัวเมืองชลบุรี

ลักษณะการใช้ที่ดินและการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่พัฒนาเขตชลบุรีแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1-3 นอกจากชุมชนตัวเมืองชลบุรีซึ่งขยายตัวออกนอกเขตเทศบาลแล้ว ยังมีชุมชนอีกสี่แห่งอยู่ในเขตสุขาภิบาลแสนสุข ซึ่งได้แก่ บ้านอ่างศิลา บ้านสามมุข ชายทะเลบางแสน และบ้านหนองมน ในการวางแผนการใช้

ที่ดินในอนาคตในแผนการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1) ซึ่งแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1-4 การพัฒนาชุมชนส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณเมืองชลบุรี ส่วนพื้นที่ด้านทิศใต้บริเวณบางแสน ได้วางแผนไว้ให้เป็นพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ โดยไม่ส่งเสริมให้มีการพัฒนาที่ดินเป็นชุมชนหรืออุตสาหกรรม และมีนโยบายที่จะไม่ส่งเสริมให้มีสาธารณูปโภคที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาชุมชนขึ้นในบริเวณนั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว การพัฒนาสิ่งสาธารณูปโภคต่าง ๆ จึงได้เน้นหนักในบริเวณเมืองชลบุรีและพื้นที่โดยรอบ เพื่อให้ชุมชนแห่งนี้สมกับที่จะเป็นเมืองหน้าด่านของพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยจะส่งเสริมภาพพจน์ของพื้นที่ดังกล่าว โดยเน้นให้เห็นความแตกต่างจากชุมชนบนพื้นที่ราบเรียบชานเมืองกรุงเทพฯทันทีที่ได้ข้ามแม่น้ำบางปะกงไป

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การพัฒนาในอนาคตเป็นไปตามแผนพัฒนาข้างต้น จึงได้มีการศึกษาและเสนอแนะให้มีการพัฒนาชุมชน้ในบริเวณเมืองชลบุรีในเรื่องต่าง ๆ คือ การวางผังเมือง การระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล การประปา การพัฒนาพื้นที่ การปรับปรุงพื้นที่ การปรับปรุงชุมชนชายทะเล การจัดการและกำจัดขยะ สถานีรถยนต์ขนส่งและตลาด และโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งในแต่ละเรื่องก็ได้มีการศึกษาและวางแผนเบื้องต้นไว้ด้วย

สำหรับระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม กรมโยธาธิการได้มอบหมายให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)ดำเนินการสำรวจและศึกษาความเหมาะสมของระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม สำหรับพื้นที่เทศบาลที่เสนอให้ขยายออกไปในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (รูปที่ 1-5) พร้อมกับออกแบบรายละเอียดเพื่อปรับปรุงคลองระบายน้ำสายหลักในพื้นที่ชุมชนปัจจุบัน ซึ่งได้แก่คลองสังเขปและคลองบางปลาสร้อยส่วนที่มีความจำเป็นต้องปรับปรุงเร่งด่วน การดำเนินการของวท. ได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์เมื่อ 24 มิถุนายน 2528 โดยพบว่าการปรับปรุงการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี มีความเหมาะสมทั้งด้านวิศวกรรมและด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน และได้เสนอแนะให้มีการปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายโครงการทั้งหมดประมาณ 160 ล้านบาท โดยแบ่งการดำเนินการเป็นระยะ ตามแผนการพัฒนาพื้นที่โครงการ และมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเร่งด่วนสำหรับพื้นที่ชุมชนปัจจุบันเป็นเงินประมาณ 62 ล้านบาท การปรับปรุงที่เสนอแนะสำหรับทั้งพื้นที่โครงการประกอบด้วยการปรับปรุงทางระบายน้ำสายหลัก รวม 6 ลำน้ำ พัฒนาระบบผันน้ำ 1 แห่ง และระบบพนังกั้นน้ำทะเล 1 แห่ง ดังแสดงในรูปที่ 1-6

การดำเนินการเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงในเรื่องที่มีความจำเป็นเร่งด่วนในลำดับต่อไป ได้แก่การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินการต่อไปตามโครงการนี้ จึงได้สรุปรวบรวมผลการวางแผนเบื้องต้นสำหรับเรื่องนี้ไว้โดยสังเขปในตอนต่อไป

1.2 การวางแผนเบื้องต้นสำหรับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

ในการศึกษาและวางแผนเบื้องต้นเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลในการวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)ได้สรุปว่า ตามสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมีปัญหาและข้อจำกัดที่สำคัญคือ

(ก) พื้นที่ชายเลนบริเวณน้ำตื้นตลอดแนวชายฝั่งในพื้นที่ชุมชนของชลบุรีได้รับมลภาวะอย่างหนัก

(ข) ทางระบายน้ำหลักตื้นเขินและได้รับมลภาวะอย่างหนัก

(ค) การกำจัดกากของเสียจากส้วมยังไม่เป็นที่พอใจและต้องปรับปรุง

(ง) การขาดระบบรวบรวมและกำจัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

ดังนั้นในการวางแผนเบื้องต้นดังกล่าวจึงได้เสนอแนะแผนพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งสรุปได้โดยสังเขปสำหรับระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย และส่วนประกอบของโครงการที่เสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1.2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

เนื่องจากแนวโน้มในอนาคตในพื้นที่พัฒนาใหม่ปริมาณน้ำเสียจะมากจนเกินกว่าที่จะใช้ระบบบ่อเกรอะ บ่อซึมได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเสนอให้เน้นหนักที่จะมีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (Separate System) ซึ่งควรประกอบด้วย ระบบต่อเชื่อมกับบ้านเรือน ระบบท่อน้ำเสียข้างถนน และระบบท่อดักรับน้ำเสียสายหลัก (Main Intercepting Trunk Sewers) เพื่อรับน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล ระบบดังกล่าวนี้ ควรออกแบบให้พอเพียงที่จะรับน้ำเสียจากทั้งพื้นที่พัฒนาและพื้นที่ชุมชนปัจจุบันด้วย

ในบางกรณีที่เห็นควรว่าควรใช้ระบบรวม (Combined System) ควรมีการออกแบบให้มีความลาดเอียงของท่อและทางระบายพอเพียงที่จะมีความเร็วของของเหลวที่สามารถพัดพาสิ่งตกตะกอนต่าง ๆ ออกไปอย่างน้อยวันละสองครั้ง ควรออกแบบให้ระบบรวบรวมน้ำเสียมีทางน้ำล้น เพื่อว่าในขณะที่มีฝนตกและของเหลวซึ่งไหลในระบบซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำเสียไม่สูง และไม่จำเป็นต้องผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถผันไปลงสู่ที่รับน้ำทิ้งเลย ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดโตเกินไป

สำหรับระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก หากเป็นไปได้ควรให้เป็นการไหลโดยแรงดึงดูดของโลก แต่หากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ซึ่งอาจทำให้ต้องขุดฝังท่อลึกเกินไป หรือมีปัญหาเรื่องระดับน้ำใต้ดินสูง อาจพิจารณาใช้ระบบสูบของเหลวได้ สำหรับอัตราการไหลที่ออกแบบควรออกแบบระบบให้มีความสามารถในการระบายน้ำเสียอัตราสูงสุดได้พอเพียง โดยต้องออกแบบเผื่อไว้สำหรับช่วงการปล่อยน้ำเสียสูงสุดของวัน และเผื่อไว้สำหรับการซึมของน้ำใต้ดินเข้าระบบด้วย

ในบางพื้นที่ที่อาจไม่เหมาะสมและประหยัดที่จะมีระบบรวบรวมน้ำเสีย และยังมีความเหมาะสมที่จะใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมได้ เช่น กรณีที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำ ชั้นดินทรายสามารถให้ของเหลวซึมผ่านได้สะดวกดี และสามารถจัดการให้มีการจัดการเก็บและกำจัดกากของเสียจากบ่อเกรอะได้อย่างถูกต้อง ในกรณีดังกล่าวนี้ก็อาจใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมได้

รูปที่ 1-7 แสดงผังของระบบรวบรวมน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่ได้วางแผนเบื้องต้นไว้ โดยมีศูนย์กลางและสถานที่บำบัดน้ำเสียอยู่บริเวณปากคลองละมุ และมีระบบรวบรวมน้ำเสียจากส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่โครงการ ทั้งพื้นที่พัฒนาใหม่และบริเวณชุมชนปัจจุบัน ในแผนเบื้องต้นนี้ได้เผื่อให้มีสถานีสูบน้ำเสียและระบบน้ำทิ้งลงสู่ทะเลที่ห่างชายฝั่ง (Submarine Outfall) ด้วย

1.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่เสนอแนะให้พิจารณาเปรียบเทียบกัน มีสองประเภทคือ

(1) ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ (Secondary Treatment) และปล่อยน้ำทิ้งหลังการบำบัดลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ หรือสู่ทะเลบริเวณใกล้ชายฝั่ง และ

(2) ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นปฐมภูมิ (Primary Treatment) เพียงเพื่อกำจัดวัสดุลอยน้ำแล้วทิ้งน้ำเสียหลังการบำบัดลงสู่ทะเลที่ห่างชายฝั่ง ในกรณีนี้ข้อกำหนดในการออกแบบ

ได้แก่ การควบคุมให้มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณชายฝั่งไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดที่ถือว่าปลอดภัย

ในการวางแผนเบื้องต้น ได้เสนอแนะว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ควรเป็นระบบปฐมภูมิและทิ้งน้ำหลังการบำบัดที่ห่างชายฝั่งไปประมาณ 2 กิโลเมตร ซึ่งเป็นจุดที่ทะเลมีน้ำลึกประมาณ 1.5 เมตร ในการพิจารณาออกแบบและเลือกความยาวท่อทิ้งน้ำต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะมีสารพิษที่ไม่สลายตัวปนมากับน้ำทิ้ง และควรพิจารณาทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำทะเล ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเจือจางของน้ำทิ้ง เนื่องจากน้ำเสียส่วนใหญ่ในอนาคตน่าจะเป็นน้ำเสียจากบริเวณที่พักอาศัย แม้ว่าจะมีการพัฒนาอุตสาหกรรมบ้าง แต่ก็เป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่สามารถรับเข้าสู่ระบบบำบัดเดียวกันได้ ดังนั้นระบบที่เสนอแนะจึงไม่ควรที่จะมีผลกระทบในทางร้ายต่อกิจกรรมเลี้ยงหอยและสัตว์น้ำบริเวณตอนเหนือของบางแสน ซึ่งอยู่ห่างออกไปถึงประมาณ 7 กิโลเมตร ในกรณีที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบทิ้งน้ำหลังการบำบัดที่ห่างชายฝั่ง สามารถผสมกากของเสียจากบ่อเกรอะของส้วมเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลเพื่อทิ้งลงสู่ทะเลได้

อย่างไรก็ตามหากมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เสนอแนะจำเป็นต้องมีโปรแกรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลหลังการก่อสร้าง เพื่อให้แน่ใจว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้มีความพอเพียง

1.2.3 ส่วนประกอบของโครงการที่เสนอแนะ

ในการวางแผนเบื้องต้นในแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก สรุปว่า สำหรับพื้นที่ชุมชนปัจจุบัน การใช้ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกเป็นไปได้ยาก และส่วนใหญ่จำเป็นต้องอาศัยระบบท่อเดิมที่มีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม ยังเป็นไปได้ที่จะจัดให้มีระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยสร้างขนานไปข้างถนนซึ่งขนานไปกับชายฝั่ง และรับน้ำจากท่อระบายน้ำเดิม โดยออกแบบให้สามารถรับน้ำที่ไหลในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำเสียสูงสุดได้ทั้งหมด พร้อมกับออกแบบให้มีระบบระบายน้ำล้นเป็นช่วง ๆ เพื่อให้น้ำฝนที่มีความเข้มข้นของน้ำเสียน้อยในช่วงที่ฝนตก ระบายลงทะเลไปได้โดยไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ผังเบื้องต้นของระบบรวบรวมน้ำเสียดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 1-7 ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการในขั้นต่อไปได้

ส่วนประกอบของโครงการที่เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่เสนอแนะในการศึกษาเบื้องต้นดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

(ก) พื้นที่พัฒนาใหม่

รายการ	ค่าใช้จ่ายที่ประเมินเบื้องต้น (ล้านบาท)
- ระบบรวบรวมน้ำเสียหลักสำหรับพื้นที่พัฒนาใหม่ ซึ่งพอเพียงสำหรับชุมชนปัจจุบันด้วย	24
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบปฐมภูมิและสถานีสูบของเหลวเพื่อกำจัดวัสดุลอยน้ำ และสามารถรับกากของเสียจากบ่อเกรอะจะได้ด้วย	80
- ระบบท่อทิ้งน้ำหลังบำบัดที่ห่างชายฝั่งบริเวณที่มีความลึกพอเหมาะที่จะมีการเจือจางโดยน้ำทะเลได้พอเพียง	200

(ข) พื้นที่ชุมชนปัจจุบัน

รายการ	ค่าใช้จ่ายที่ประเมินเบื้องต้น ล้านบาท
- ก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียขนานกับถนน พระยาสัจจา ถนนวชิรปราการ และถนนสุขุมวิท เพื่อรับน้ำเสียจากระบบท่อระบายน้ำเดิม รวมระบบบ่อพักระบายน้ำล้น และสถานีสูบน้ำ	
. ระบบรวบรวมน้ำเสีย 9 กม	27
. สถานีสูบน้ำเสีย 3 สถานี	60
- ตรวจสอบการเก็บรวบรวมกากของเสียจากบ่อเกรอะเพื่อวางแผนรับเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล	-
รวม	391 ล้านบาท

2. ความจำเป็นที่จะต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองชลบุรี

2.1 สภาพปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

ในปัจจุบันการกำจัดของเสียจากส้วมในพื้นที่โครงการส่วนใหญ่ใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึม ซึ่งประกอบด้วยบ่อเกรอะขนาดประมาณ ϕ 0.8X2.0 เมตร ทำเป็นปลอกคอนกรีตเสริมเหล็กรูปวงกลม เพื่อทำหน้าที่รับน้ำเสียและกากของเสียจากส้วม (รูปที่ 1-8) ต่อจากบ่อเกรอะก็มีบ่อซึมซึ่งมีขนาดและทำด้วยวัสดุเหมือนดังบ่อเกรอะอีกหนึ่งบ่อทำหน้าที่รับเฉพาะน้ำเสียจากบ่อเกรอะมาปล่อยให้ซึมออกสู่ดินที่อยู่รอบ ๆ สำหรับกากตะกอนที่เกิดขึ้นในบ่อเกรอะก็มีการใช้บริการของรถดูดส้วม ดูดไปทิ้งปีละ 1 ถึง 2 ครั้ง ส่วนน้ำจากการซักล้าง อาบ ทำครัว ส่วนใหญ่ปล่อยให้ไหลโดยตรงลงสู่ท่อสาธารณะซึ่งเป็นท่อระบายน้ำฝน

สำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานมีระบบบำบัดของตนเอง ซึ่งระบบบำบัดมีลักษณะแตกต่างกันไปเพื่อให้เหมาะกับลักษณะของน้ำเสียของแต่ละประเภทโรงงาน เพื่อบำบัดน้ำทิ้งให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดและควบคุมโดยกระทรวงอุตสาหกรรมก่อนที่จะระบายลงสู่ท่อหรือแหล่งน้ำสาธารณะ

หากบ้านพักอาศัยที่ตั้งอยู่ในที่ที่ไม่แออัดและมีที่ว่างมากพอ บ่อเกรอะบ่อซึมก็มักจะสร้างอยู่นอกตัวอาคารพักอาศัย น้ำใช้ส่วนอื่นเช่น น้ำอาบและซักล้างก็จะปล่อยให้ไหลลงซึมลงดินบริเวณหลังตัวอาคารพักอาศัย หรือไหลลงสู่ท่อสาธารณะ แต่สำหรับอาคารพาณิชย์หรือร้านค้า ซึ่งส่วนมากเป็นตึกแถว ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมมักจะฝังอยู่ใต้พื้นภายในตัวอาคารของแต่ละเจ้าของ เพื่อรับน้ำจากส้วมชนิดราดน้ำหรือชนิดชักโครก (รูปที่ 1-8) ส่วนน้ำใช้จากกิจกรรมอื่น ๆ ก็ระบายผ่านท่อขนาด ϕ 150-200 มม ซึ่งฝังอยู่ใต้อาคารไปลงท่อสาธารณะด้านหน้าอาคาร เนื่องจากบ่อเกรอะบ่อซึมสร้างอยู่ใกล้เคียงกันเป็นจำนวนมาก ประกอบกับการชักโครกบ่อยครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งมีปริมาณน้ำไหลลงสู่บ่อมาก จึงทำให้น้ำจากบ่อซึมไม่สามารถซึมออกสู่ดินรอบ ๆ ได้ทัน ทำให้ผู้อาศัยประสบปัญหาราดส้วมไม่ลง ทำให้มีการดัดแปลงต่อท่อให้น้ำจากบ่อซึมหรือแม้แต่จากบ่อเกรอะให้น้ำระบายลงสู่ท่อสาธารณะโดยตรง แม้ว่าจะเป็นการผิดกฎหมายก็ตาม (รูปที่ 1-8) บางครั้งก็มีการดัดแปลงตั้งแต่เริ่มก่อสร้าง โดยสร้างเพียงบ่อเกรอะบ่อ

เดียวแล้วต่อท่อให้น้ำเสียล้นออกสู่ท่อสาธารณะโดยตรง

การต่อท่อปล่อยให้น้ำและกากของเสียจากส้วมลงสู่ท่อสาธารณะ รวมทั้งการปล่อยน้ำเสียและกากของเสียอื่น ๆ จากครัว และการทิ้งขยะลงสู่ท่อและทางระบายน้ำสาธารณะ ทำให้เกิดการหมักหมมของของเสียในท่อสาธารณะ ในฤดูแล้งน้ำซึ่งไหลในท่อมีน้อย ไม่สามารถพัดพากากตะกอนไปจากท่อได้ ทำให้เกิดการทับถมของสิ่งปฏิกูล ก่อให้เกิดสภาพที่ไม่ถูกสุขลักษณะเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนั้นบ้านเรือนที่ก่อสร้างบนที่เลนริมฝั่งซึ่งมีน้ำทะเลท่วมถึงก็มีการปล่อยน้ำเสียและกากของเสียจากส้วมลงสู่พื้นเลนและทะเลใต้ถุนบ้านโดยตรง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการเสื่อมคุณภาพของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรี

การปล่อยน้ำเสียและของเสียต่าง ๆ ลงสู่ทะเลตามสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ หากปริมาณที่ปล่อยลงสู่ทะเลมีไม่มากจนเกินขีดความสามารถที่ระบบธรรมชาติของทะเลจะรับได้ เช่น ในอดีตในระยะเริ่มตั้งชุมชนเมืองชลบุรี ภาวะเสื่อมคุณภาพของทะเลก็จะไม่เกิดขึ้น แต่ในปัจจุบันปริมาณของเสียที่ปล่อยลงสู่อ่าวชลบุรีจากชุมชนมากเกินกว่าขีดความสามารถของระบบธรรมชาติของทะเลจะรับได้ จึงก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำทะเลในอ่าว ดังที่จะบรรยายในหัวข้อถัดไป

2.2 ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม

ทะเลบริเวณอ่าวชลบุรีเป็นแหล่งประมงที่สำคัญ โดยเฉพาะในบริเวณจากปากแม่น้ำบางปะกงไปจรดอำเภอศรีราชามีการเพาะเลี้ยงหอยนางรมและหอยแมลงภู่ไปตลอดแนวชายฝั่ง สภาพทางนิเวศน์วิทยาในอ่าวชลบุรีซึ่งได้เคยมีการศึกษาไว้ (อ้างอิง 24) สามารถสรุปได้ว่าทะเลบริเวณอ่าวชลบุรีนี้มีความอุดมสมบูรณ์ทางชีววิทยาสูง ปริมาณแพลงตอนพืชและแพลงตอนสัตว์ (Phytoplankton and Zooplankton) และสัตว์หน้าดิน (Benthos) อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงในทะเลอย่างยิ่ง นอกจากนั้นที่ชายหาดบางแสนยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ประชาชนนิยมมาพักผ่อนเล่นน้ำทะเลกันมากในช่วงวันสุดสัปดาห์ สภาวะคุณภาพน้ำทะเลและสภาพทางนิเวศน์วิทยาของทะเลในบริเวณนี้เท่าที่ได้เคยมีการศึกษามาก่อนสรุปได้ว่าโดยทั่วไปยังอยู่ในเกณฑ์ดี นอกจากบางจุดที่อยู่ใกล้ชายฝั่งและบริเวณหาดบางแสน เคยตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในปริมาณสูง (อ้างอิง 24,25) ทั้งนี้เนื่องจากการปล่อยน้ำโสโครกจากชุมชน

อย่างไรก็ตามจากผลของการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเลในโครงการนี้ ซึ่งดำเนินการในช่วงปีพ.ศ.2528-2529 ปรากฏว่าโดยทั่วไปคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีที่ห่างชายฝั่งไม่เกิน 3 000 เมตรส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลที่ทำการตรวจวัดมีพบในปริมาณที่สูงมาก โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณทะเลที่อยู่ใกล้ชุมชนเทศบาลปัจจุบัน ซึ่งมีค่าสูงถึง 11 000 MPN/100มล ทั้งที่ใกล้ผิวน้ำและที่กึ่งกลางความลึก และที่ระดับกึ่งกลางความลึกของทะเลพบว่า ทุกตัวอย่างน้ำทะเลที่วิเคราะห์มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิน 2 000 MPN/100มล แม้จะอยู่ห่างชายฝั่งถึง 3 กม ซึ่งนับว่ามีความสกปรกสูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลสำหรับกิจกรรมที่ต้องมีการสัมผัสกับน้ำทะเล และสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทะเลสำหรับกิจกรรมการเลี้ยงหอยและสัตว์น้ำมาก ความสกปรกมีแนวโน้มน้อยลงที่ระดับใกล้ผิวน้ำทะเล และที่บริเวณนอกเขตชุมชนหนาแน่นไปทางชายฝั่งเสม็ดและชุมชนเมืองใหม่ รวมทั้งบริเวณที่อยู่ห่างชายฝั่งออกไป ดังแสดงโดยผลการตรวจวัดโคลิฟอร์มแบคทีเรียในรูปที่ 1-9

ความสกปรกของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีที่ตรวจวัดได้ในการสำรวจในโครงการนี้ นับว่าเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัจจุบันในอ่าวชลบุรีนี้มีฟาร์มเลี้ยงหอยตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก ความสกปรกและเชื้อโรคต่าง ๆ มีโอกาสที่จะสะสมอยู่ในตัวหอยได้มาก และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ยิ่งไปกว่านั้นแนวโน้มในอนาคตของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีก็จะมีความสกปรกมากยิ่งขึ้นหากไม่มีการแก้ปัญหาในเรื่องน้ำเสีย จากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวในอนาคต ซึ่งได้บรรยายรายละเอียดไว้ในตอนต่อไปของรายงาน พบว่าหากสภาพการปล่อยทิ้งน้ำเสียของชุมชนยังมีสภาพดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เมื่อชุมชนเติบโตต่อไปในอนาคต สภาพความสกปรกตลอดแนวฝั่งอ่าวชลบุรีจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากสภาพปัจจุบันตามอัตราการเติบโตของชุมชน ในปีพ.ศ.2548 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะมีการกระจายอยู่ในระดับสูงเกิน 1 000 MPN/100มล โดยขยายออกเป็นวงกว้างตลอดแนวชายฝั่งของเมืองชลบุรี และเยื้องลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามทิศทางของกระแสน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1-10 ในบริเวณเขตชุมชนหนาแน่นจะมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินกว่า 5 000 MPN/100มล ตลอดแนวฝั่ง ซึ่งนับว่ามีความสกปรกสูงที่เป็นอันตรายและสูงเกินกว่ามาตรฐานใด ๆ ที่มีอยู่สำหรับกิจกรรมซึ่งต้องมีการสัมผัสกับน้ำทะเล รวมทั้งกิจกรรมการเลี้ยงหอยและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอื่น ๆ ด้วย

จากภาวะความสกปรกของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรี ซึ่งเป็นผลจากการจัดการน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่ยังไม่พอเพียง อันจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งที่อยู่ในเมืองชลบุรี และสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคผลผลิตด้านการประมงจากอ่าวชลบุรี ซึ่งนับวันก็จะเป็นปัญหารุนแรงขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษต่าง ๆ เหล่านี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดให้มีการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล ซึ่งได้แก่การจัดให้มีระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่เหมาะสมและพอเพียง อีกประการหนึ่ง ทางด้านใต้ของชุมชนเมืองชลบุรีในปัจจุบันมีโครงการพัฒนาขยายชุมชนใหม่ที่ตำบลเสม็ด ซึ่งดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี (รูปที่ 1-4) ในการพัฒนาดังกล่าวมีการวางแผนและเริ่มก่อสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ถนน ไฟฟ้า ระบบระบายน้ำ แต่ยังขาดแผนที่แน่นอนเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์ ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาที่กำลังเริ่มดำเนินการ จึงเป็นการเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งที่จะจัดให้มีแผนงานที่แน่นอนด้านระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อดำเนินการต่อไปให้ประสานกันได้

3. <u>วัตถุประสงค์และขอบเขตโครงการ</u>

เพื่อที่จะสามารถดำเนินการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองชลบุรีต่อไปได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกตามที่ได้มีการวางแผนไว้ กรมโยธาธิการจึงได้มอบหมายให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ซึ่งเพิ่งดำเนินการในเรื่องการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมของเมืองชลบุรีแล้วเสร็จไป ให้ดำเนินการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองชลบุรี โดยกำหนดเริ่มดำเนินการตั้งแต่ 10 กันยายน 2528 และมีกำหนดแล้วเสร็จภายใน 9 กันยายน 2529

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งระบบทิ้งน้ำหลังการบำบัดของเมืองหลักชลบุรี เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้งในด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการในขั้นต่อไป เช่น

การพิจารณาออกแบบรายละเอียดก่อสร้าง การจัดหางบประมาณที่จะใช้ในการก่อสร้าง การจัดการและดำเนินการโครงการ นอกจากนั้นก็เพื่อจะได้ทราบถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากโครงการ เพื่อที่จะสามารถดำเนินการพัฒนาโครงการต่อไปได้อย่างเหมาะสม

พื้นที่โครงการที่พิจารณาศึกษาความเหมาะสมได้แก่ พื้นที่เขตเทศบาลชลบุรีซึ่งจะขยายตัวออกในอนาคตตามที่เสนอแนะไว้ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก รวมเนื้อที่ประมาณ 43.6 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1-11

4. ลักษณะพื้นที่โครงการ

4.1 ภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน

พื้นที่โครงการเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเล มีลุ่มน้ำเล็ก ๆ หลายลุ่มน้ำซึ่งมีลำน้ำสายสั้น ๆ ระบายน้ำจากต้นน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทิวเขาทางทิศตะวันออกของพื้นที่ลงสู่ทะเล (รูปที่ 1-11) ลุ่มน้ำและลำน้ำเหล่านี้มีความลาดชันค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณต้นน้ำ จึงทำให้มีน้ำไหลเร็วเมื่อมีฝนตก และมีน้ำไหลน้อยหรือไม่มีน้ำในลำน้ำเลยในเดือนที่ไม่มีฝนตก ยกเว้นบริเวณพื้นที่ชุมชนซึ่งมีน้ำใช้จากบ้านเรือนระบายลงสู่ทางน้ำ ลำน้ำสายสำคัญซึ่งระบายน้ำจากพื้นที่โครงการลงสู่ทะเลที่อ่าวชลบุรีมีหลายสายดังแสดงในรูปที่ 1-11 พื้นที่โครงการส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกเนินต่ำ ๆ ซึ่งมีความลาดชันค่อนข้างสูง ยกเว้นที่บริเวณที่ราบชายทะเล ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึงมีลักษณะเป็นป่าชายเลน พื้นที่ราบดังกล่าวได้แก่ที่ราบจากประมาณคลองบางปลาสร้อยไปจนสุดเขตพื้นที่โครงการทางทิศใต้ และจากถนนสุขุมวิทไปจนจดทะเล (รูปที่ 1-11)

การใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการซึ่งสำรวจในปีพ.ศ.2528 ในโครงการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมสำหรับเมืองชลบุรี (อ้างอิง 2) แสดงในรูปที่ 1-12 ซึ่งประกอบด้วยการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทการใช้ที่ดิน	% ของพื้นที่โครงการ
ที่อยู่อาศัย	11.1
แหล่งการค้าและพาณิชย์กรรม	9.5
สถานที่ราชการ สถานศึกษา และศาสนสถาน	5.3
นาข้าว	24.5
ไร่มันสำปะหลัง	4.1
สวนมะพร้าว	2.8
ที่ว่าง ลานตากมันและอื่น ๆ	42.7
รวม	100.0

ซึ่งจะเห็นว่าการใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการในปัจจุบันนั้น ในเขตเทศบาลเป็นชุมชนที่มีการอยู่อาศัยกันอย่างหนาแน่น ประกอบด้วยเขตพาณิชยกรรม สถานที่ราชการ สถานศึกษาและโรงพยาบาล ส่วนพื้นที่รอบนอกยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งรวมกันมีพื้นที่กว่า 70% ของพื้นที่โครงการ ดังแสดงเปรียบเทียบขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในรูปที่ 1-12

สำหรับแผนการใช้ที่ดินในอนาคต นอกจากแผนการใช้ที่ดินตามที่วางแผนไว้ในแผนการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก (รูปที่ 1-4) แล้ว สำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ก็ได้กำหนดผังการใช้ที่ดินในอนาคตของเมืองชลบุรี ดังแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1-13 (อ้างอิง 35) ซึ่งจะเห็นว่าแผนการใช้ที่ดินในอนาคตที่เสนอแนะไว้เดิมในแผนการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก และที่กำหนดโดยสำนักผังเมืองไม่แตกต่างกันมากนัก

4.2 ภูมิอากาศ

ภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยจัดอยู่ในประเภทภูมิอากาศลมมรสุมศูนย์สูตร ซึ่งแบ่งเป็นสองฤดูมรสุมกล่าวคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในช่วงจากประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีอากาศร้อนและชื้นพัดผ่าน พาฝนปานกลางถึงฝนหนักมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้และจากทางใต้ ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศในทิศทางตรงกันข้าม ช่วงที่ลมเปลี่ยนทิศทางระหว่างเดือนเมษายนและเดือนตุลาคมสภาพภูมิอากาศจะแปรปรวน

จากสถิติอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดในเขตจังหวัดชลบุรีสรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยประมาณ 27°ซ มีสถิติอุณหภูมิสูงสุด 45.5°ซ และอุณหภูมิต่ำสุด 9.9°ซ สำหรับอุณหภูมิน้ำทะเลสูงสุดของฤดูร้อนในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 30.5°ซ อุณหภูมิต่ำสุดของฤดูหนาวในเดือนธันวาคมเท่ากับ 26.0°ซ

ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าตรู่ตลอดปีอาจขึ้นสูงถึง 100% และมีค่าเฉลี่ยในรอบวันอยู่ระหว่าง 67% ในเดือนมกราคมถึง 81% ในเดือนตุลาคม

ฝนเฉลี่ยที่จังหวัดชลบุรีในช่วง 30 ปีจากพ.ศ.2494 ถึง 2523 มีค่าประมาณ 1 350 มม ต่อปี กว่า 83% ของฝนปีตกลงในฤดูฝนจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ค่าฝนรายเดือนเฉลี่ยของแต่ละเดือนแสดงในรูปที่ 1-14 หลังจากฤดูฝนเริ่มในเดือนพฤษภาคมแล้วฝนจะทิ้งช่วงตกน้อยลงในเดือนมิถุนายน หลังจากนั้นก็ตกเพิ่มขึ้นจนสูงสุดในเดือนกันยายน แล้วลดลงเล็กน้อยในเดือนสุดท้ายของฤดูในเดือนตุลาคม จำนวนวันที่มีฝนฟ้าคะนองในแต่ละเดือนที่แสดงในรูปที่ 1-14 ก็คล้ายคลึงกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน คือจำนวนวันสูงสุดในเดือนกันยายนซึ่งมากกว่าในเดือนตุลาคมเล็กน้อย สำหรับปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง จากข้อมูล 30 ปีที่แสดงในรูปที่ 1-14 ค่าสูงสุดเกิดในเดือนตุลาคม ซึ่งสูงประมาณ 145 มม ใน 24 ชั่วโมง

4.3 ภาวะเศรษฐกิจและสังคม

4.3.1 ประวัติความเป็นมา

เมืองชลบุรีเป็นเมืองเก่าที่สำคัญเมืองหนึ่งมีอายุและความเป็นมามากกว่า 500 ปีมาแล้ว เป็นที่เชื่อกันว่าจุดกำเนิดของเมืองชลบุรีเริ่มต้นจากย่านวัดอินทรารามซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของเมืองอยู่ระหว่างคลองสังเขปและคลองบางปลาสร้อย เคยเป็นเมืองที่เจริญทางด้านการค้ามาก่อน จากหลักฐานที่ปรากฏพบว่ามีสิ่งก่อสร้างที่เป็นรูปแบบของชาวจีนหลงเหลืออยู่

ในปีพ.ศ.2454 เมืองชลบุรีได้รับการยกระดับให้เป็นสุขาภิบาลและในปี 2478 ก็ได้รับการยกระดับให้เป็นเทศบาลเมือง จนถึงปัจจุบันเขตของเทศบาลได้ขยายปกคลุมตำบลต่าง ๆ รวม 3 ตำบล ได้แก่ตำบลบ้านคด ตำบลมะขาม และตำบลบางปลาสร้อย หลังจากที่ถนนสุขุมวิทได้ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยในปีพ.ศ.2480 การขยายตัวของเมืองชลบุรีก็ได้เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะการคมนาคมติดต่อจากกรุงเทพ-ชลบุรีเป็นไปได้สะดวกขึ้น ดังจะเห็นได้จากอาคาร ร้านค้า ถนน วัด โรงเรียน และชุมชนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก

4.3.2 <u>เขตการปกครองและประชากร</u>

ขอบเขตโครงการซึ่งแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1-11 มีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 43.6 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมตำบลต่าง ๆ ในอำเภอเมืองดังแสดงในรูปที่ 1-15 และมีการแบ่งเขตการปกครองเป็นเทศบาลเมือง สุขาภิบาลตำบล และอื่น ๆ ดังนี้

ประเภทการบริหารส่วนท้องถิ่น	ขนาดพื้นที่ตารางกิโลเมตร	หมายเหตุ
เทศบาลเมือง	4.57	เป็นพื้นที่บนบก 3.49 ตารางกิโลเมตร
สุขาภิบาลบางทราย	2.1	รวมพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้วย
สุขาภิบาลบ้านสวน	14.8	
สุขาภิบาลแสนสุข	1.0	
ตำบลหนองไม้แดงและตำบลนาป่า	7.83	เฉพาะบางส่วนของตำบล
ตำบลห้วยกะปิและตำบลเสม็ด	13.27	เฉพาะบางส่วนของตำบล
รวม	43.57	

ประชากรในปัจจุบัน (ต้นปีพ.ศ.2528 หรือปลายปีพ.ศ.2527) ในพื้นที่โครงการมีรวมกันประมาณ 116 400 คน ซึ่งคิดเป็นประมาณ 15% ของประชากรทั้งจังหวัดชลบุรี ในจำนวนนี้ประมาณ 40% อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมือง ประมาณ 50% อาศัยอยู่ในเขตสุขาภิบาลข้างเคียง ซึ่งได้แก่สุขาภิบาลบางทรายและสุขาภิบาลบ้านสวน ส่วนที่เหลืออาศัยอยู่ในเขตพื้นที่รอบนอก ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนเมืองใหม่ที่ตำบลเสม็ด สถิติการเปลี่ยนแปลงประชากรในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของเขตโครงการและการเปรียบเทียบสถิติประชากรในเขตโครงการกับอำเภอเมือง และกับทั้งจังหวัดชลบุรีแสดงในตารางที่ 1-1 และ 1-2 ตามลำดับ สถิติการเปลี่ยนแปลงประชากรดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 1-16 เปรียบเทียบกับสถิติการใช้ที่ดินในปัจจุบันในเขตพื้นที่โครงการด้วย

4.3.3 <u>ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ</u>

มูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัดชลบุรีในปีพ.ศ.2523 และ 2525 ซึ่งแสดงตารางที่ 1-3 ชี้ให้เห็นว่าพื้นฐานทางเศรษฐกิจของชลบุรีมาจากภาคอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมเป็นสำคัญ เมื่อนำโครงสร้างทางการผลิตด้านอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมมารวมกันจะมีค่าถึง 50-60% ของมูลค่าผลผลิตทั้งหมด ดังนั้นความเจริญทางเศรษฐกิจของเมืองชลบุรีจึงขึ้นอยู่กับการอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมมากกว่าการเกษตร

ตารางที่ 1-1

สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการ

ปี	เทศบาลเมือง				เขตสุขาภิบาลเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่โครงการ				นอกเขตสุขาภิบาล		
	ประชากร	% เพิ่ม	ความหนาแน่น คน/ไร่	% ในเขตพท โครงการ	ประชากร	% เพิ่ม	ความหนาแน่น คน/ไร่	% ในเขตพท. โครงการ	ประชากร	% เพิ่ม	% ของประชากร ในเขตพท. โครงการ
2522	50,065	-	17.53	48.75	43,276	-	3.87	42.14	9,344	-	9.11
2523	50,090	0.5	17.54	47.68	45,235	4.53	4.04	43.06	9,724	4.07	9.26
2524	50,064	-0.05	17.53	47.08	46,116	1.95	4.12	43.37	10,146	4.34	9.55
2525	50,345	0.56	17.63	46.54	47,350	2.68	4.23	43.77	10,474	3.23	9.69
2526	46,862	-6.92	16.41	41.11	55,386	16.97	4.95	48.58	11,756	12.24	10.31
2527	46,580	-0.6	16.31	40.02	57,327	3.50	5.12	49.26	12,475	6.12	10.72
2528*	46,478	-0.2	16.27	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ * ข้อมูลถึงเดือนกันยายน 2528

ที่มา : ข้อมูลจากหน่วยงานที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 1-2

สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการเปรียบเทียบกับอำเภอเมืองและจังหวัดชลบุรี

ปี	เขตพื้นที่โครงการ			เขตอำเภอเมือง		จังหวัดชลบุรี		
	ประชากร	% เพิ่ม *	% ของ จว.ชลบุรี*	ประชากร	% เพิ่ม *	ประชากร	% เพิ่ม *	ความหนาแน่น คน/ตารางกม
2522	102,685	-	14.41	117,384	-	712,426	-	163
2523	105,049	2.30	14.48	119,455	1.7	725,409	1.82	166
2524	106,326	1.22	14.40	122,632	2.6	738,221	1.77	169
2525	108,169	1.73	14.34	125,843	2.6	754,329	2.1	172.7
2526	114,004	5.39	14.81	141,553	12.5	769,581	2.0	176.2
2527	116,382	2.09	14.92	143,217	1.18	780,091	1.37	178.6

ที่มา : กองการทะเบียน กรมการปกครองและสำนักงานสถิติแห่งชาติ

* ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 1-3

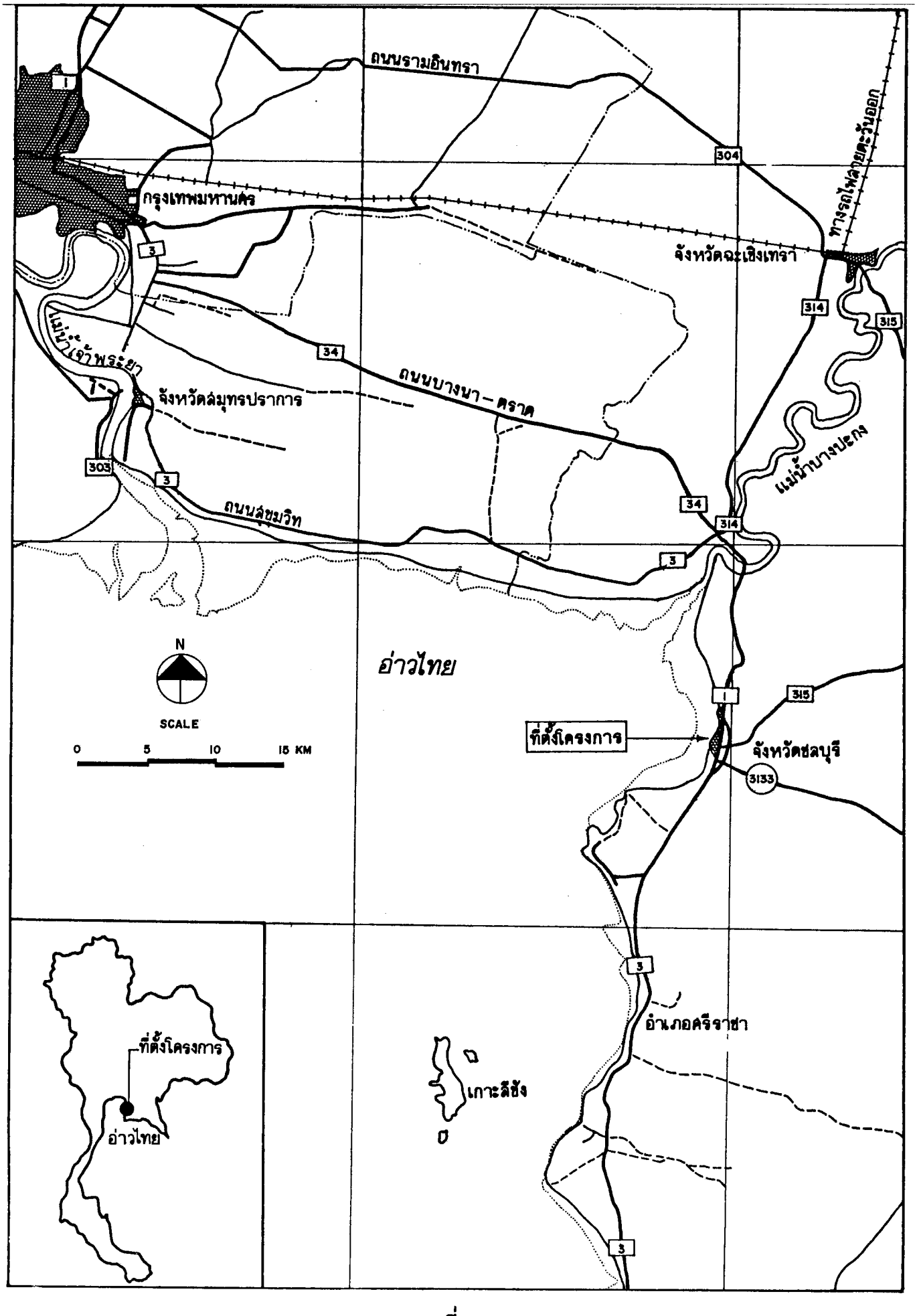
โครงสร้างทางผลผลิตของเมืองชลบุรี

กิจกรรมการผลิต	ปีพ.ศ.2523 1/ % ของผลผลิตรวม	ปีพ.ศ.2525 2/	
		มูลค่า,ล้านบาท	% ของผลผลิตรวม
อุตสาหกรรม	37.80	3 641.1	33.12
พาณิชยกรรม	23.20	2 108.7	19.18
เกษตรกรรม	17.97	2 077.5	18.90
อื่น ๆ	21.03	3 164.5	28.80
รวม	100.00	10 991.8	100.00
เกษตรกรรม:			
- กสิกรรม		1 735.9	15.79
- ปศุสัตว์		204.7	1.86
- ประมง		136.9	1.25
รวมเกษตรกรรม		2 077.5	18.90

1/ จากรายงานการศึกษาความเหมาะสมระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี (อ้างอิง 2)

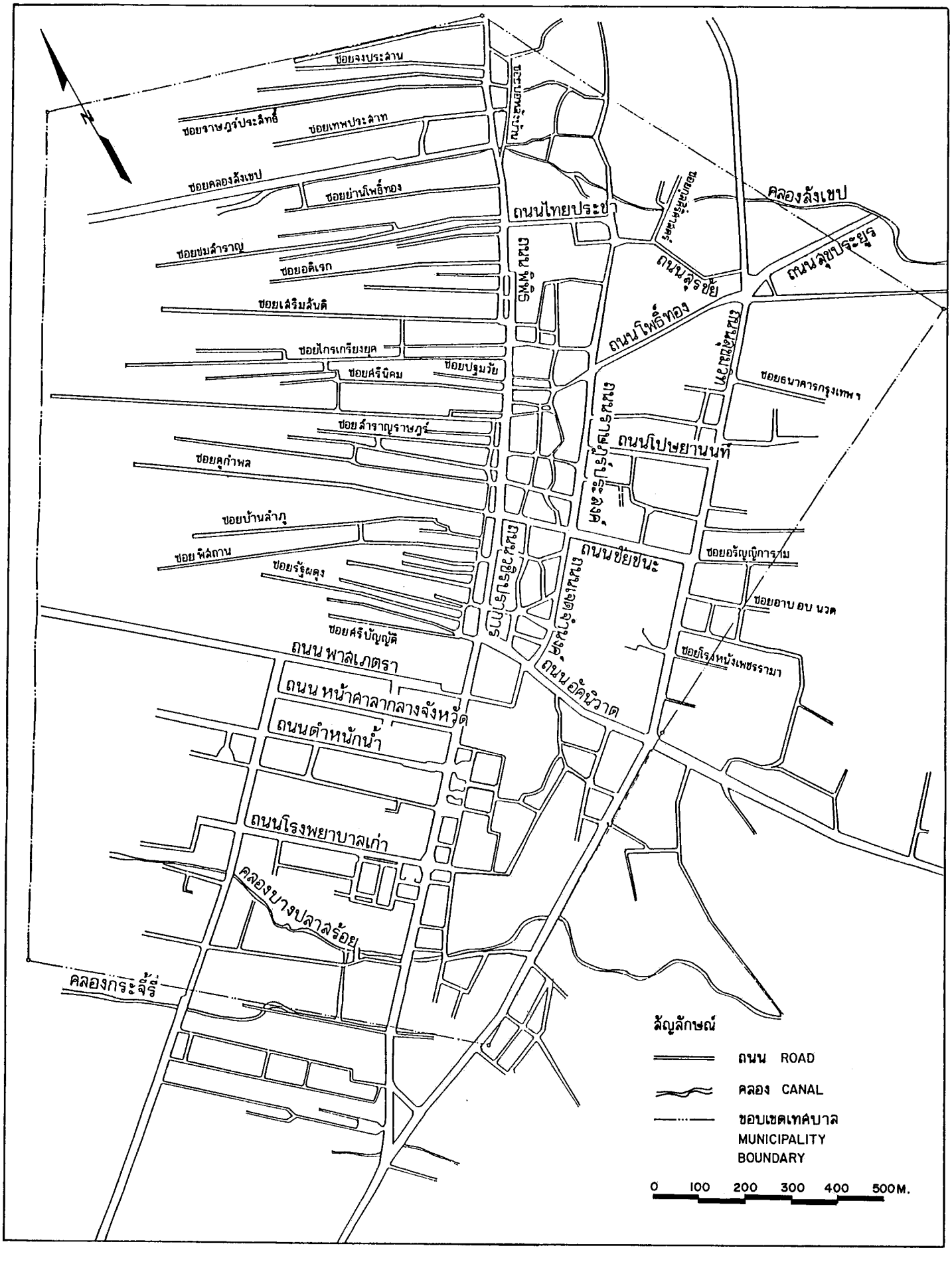
2/ จากรายงานผังเมืองรวมชลบุรี (อ้างอิง 35)

ประชากรในพื้นที่โครงการมีการประกอบอาชีพรับจ้าง ค้าขาย ให้บริการ รับราชการ ทำการประมง การปศุสัตว์ และอุตสาหกรรม รายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปีของจังหวัดในปีพ.ศ.2525 มีค่าประมาณ 14 122 บาท (อ้างอิง 35) รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนของคนในเขตเทศบาลโดยส่วนรวมประมาณ 5 500 บาทต่อเดือน (ขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 5.3 คนต่อครัวเรือน) ในขณะที่ประชากรในชุมชนหนาแน่นของเทศบาลและสุขาภิบาลในพื้นที่โครงการ มีรายได้เฉลี่ยประมาณ 4 480 บาทต่อเดือนต่อครอบครัว และรายได้ของประชากรกลุ่มใหญ่ (รายได้มัธยฐาน) ของพื้นที่ดังกล่าวมีค่าประมาณ 2 840 บาทต่อเดือนต่อครอบครัวในปีพ.ศ.2528 (อ้างอิง 3)



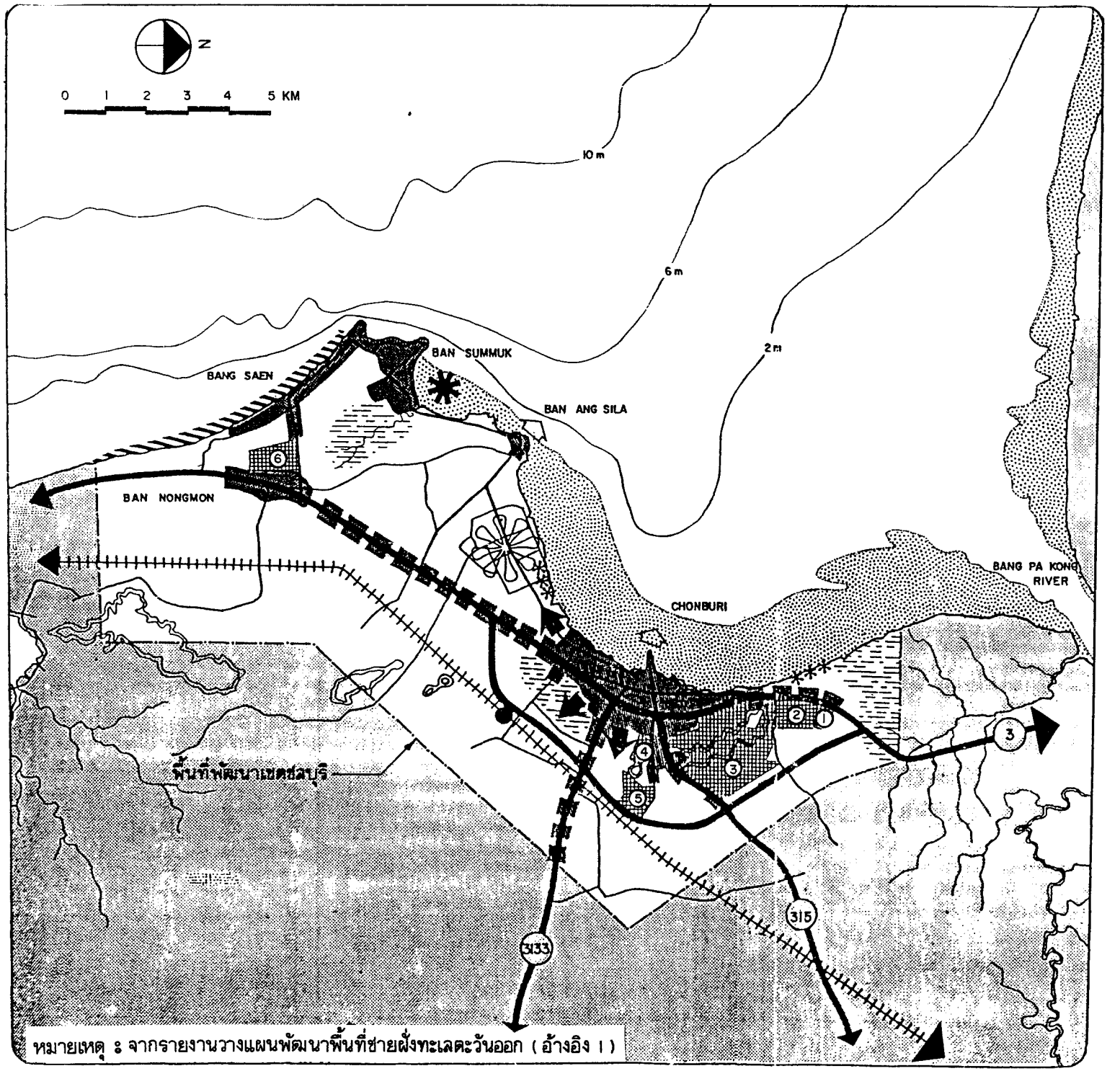
รูปที่ 1-1

ที่ตั้งโครงการ



รูปที่ 1-2

แผนที่ถนนในเขตเทศบาลเมืองชลบุรี

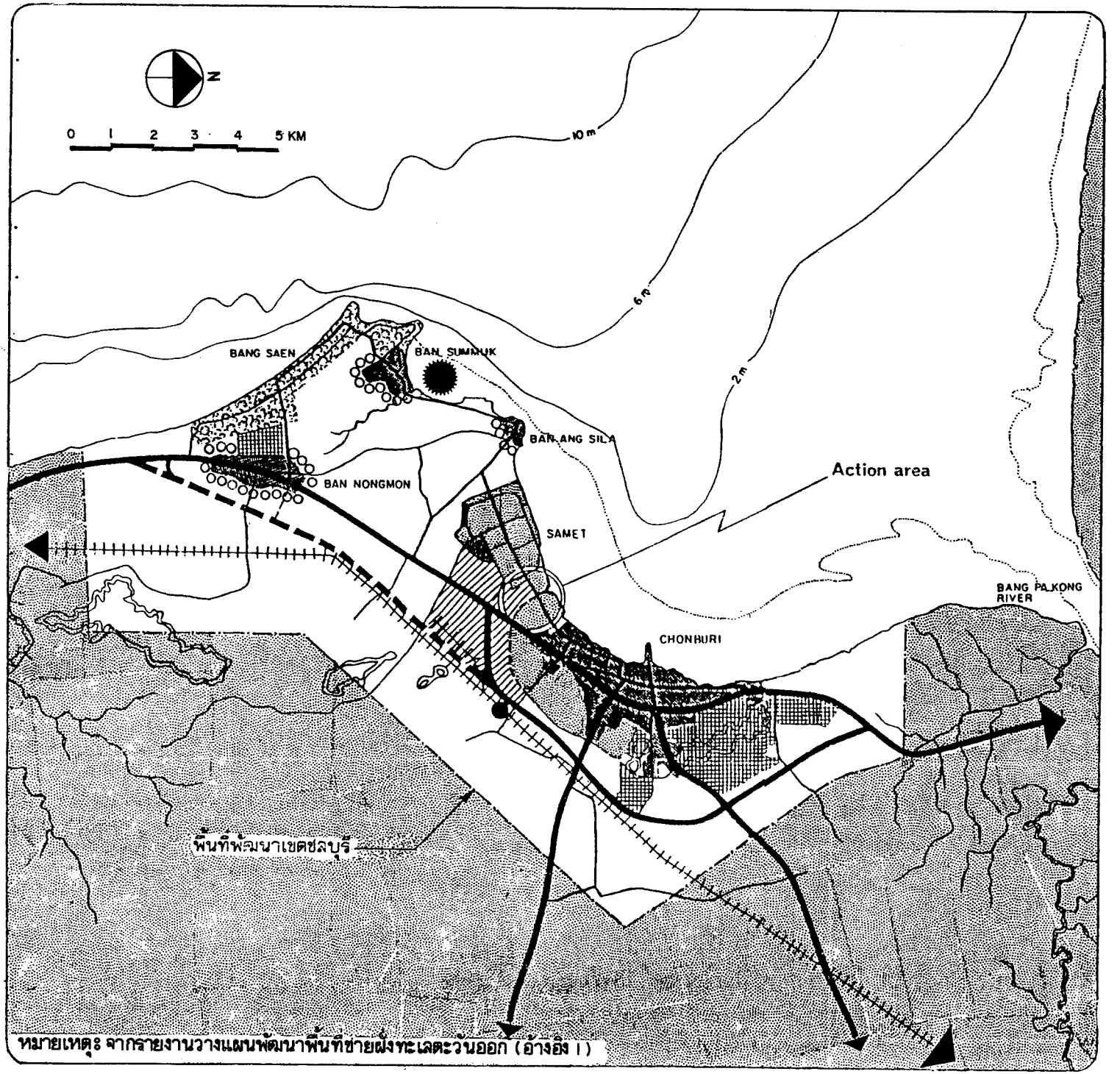


หมายเหตุ : จากรายงานวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)

รูปที่ 1-3
ลักษณะปัจจุบันของพื้นที่พัฒนาเขตชลบุรี
ตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

LEGEND

- URBAN AREAS
- RIBBON DEVELOPMENT
- DIRECTION OF URBAN GROWTH
- MAIN HIGHWAY
- URBAN OR LOCAL ROAD
- RAILWAY
- SAMET SUB-DIVISION
- SPECIAL USE ZONES
- 1 PROVINCIAL SPORTS CENTRE
- 2 HIGHWAYS DEPT. LAND
- 3 MILITARY CAMP
- 4 POLICE TRAINING CENTRE
- 5 CHINESE CEMETERY
- 6 UNIVERSITY CAMPUS
- UPLAND AREA
- MUD FLATS
- SANDY BEACH
- AQUACULTURE AREA
- * * * MANGROVE SHORELINE
- FISHING PORT



หมายเหตุ: จากรายงานวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)

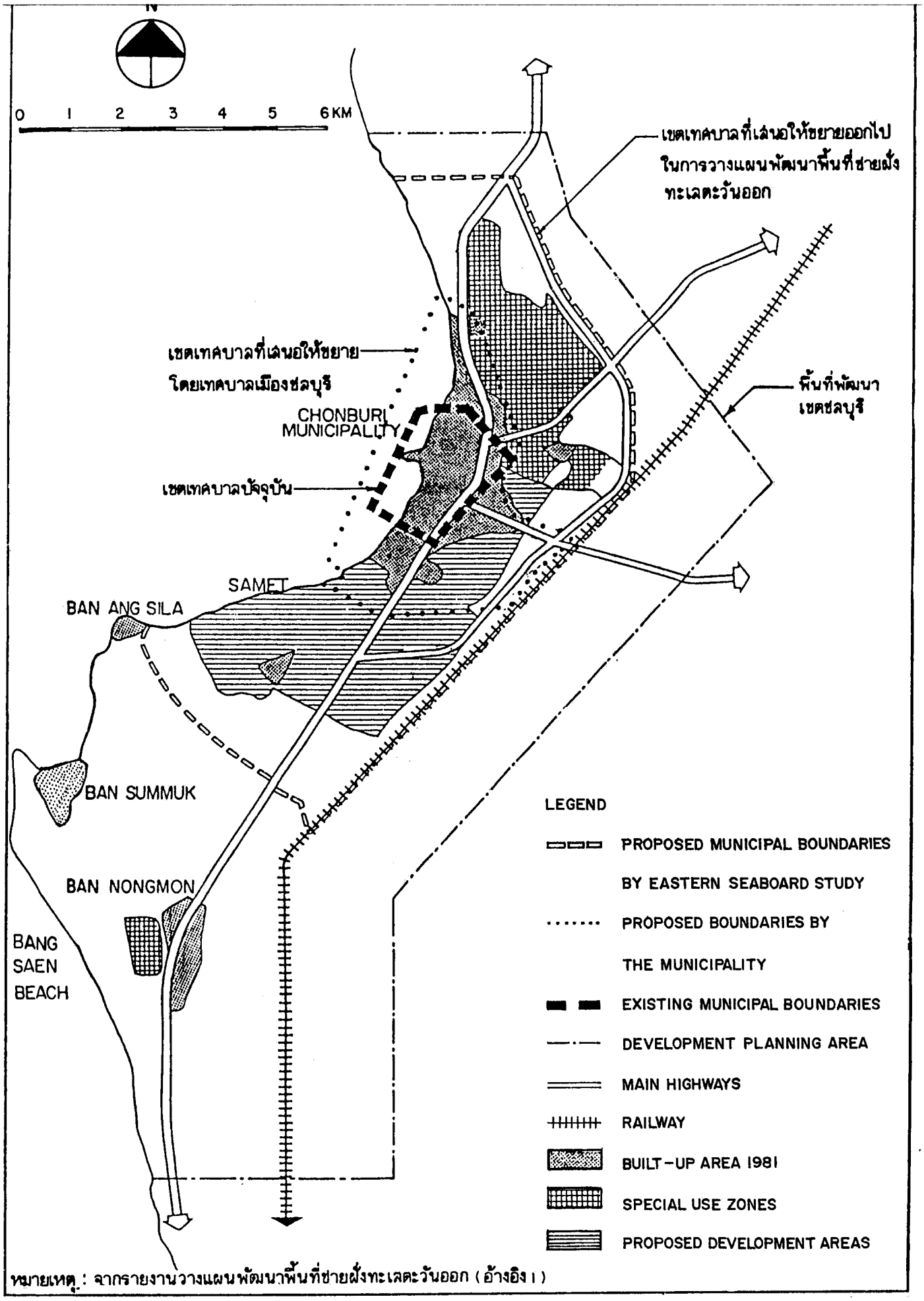
รูปที่ 1-4

แผนพัฒนาเขตชลบุรีในอนาคตโดยรายงานการวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

LEGEND

- BUILT-UP AREA 1981
- NEW URBAN DEVELOPMENT
- INDUSTRIAL ZONE
- FUTURE MAIN HIGHWAY
- FUTURE URBAN ROAD
- RAILWAY
- CONTAINED SETTLEMENTS
- RURAL ZONE
- SPECIAL USE ZONES
- BANG SAEN RESORT AREA
- ENVIRONMENTAL PROTECTION ZONE

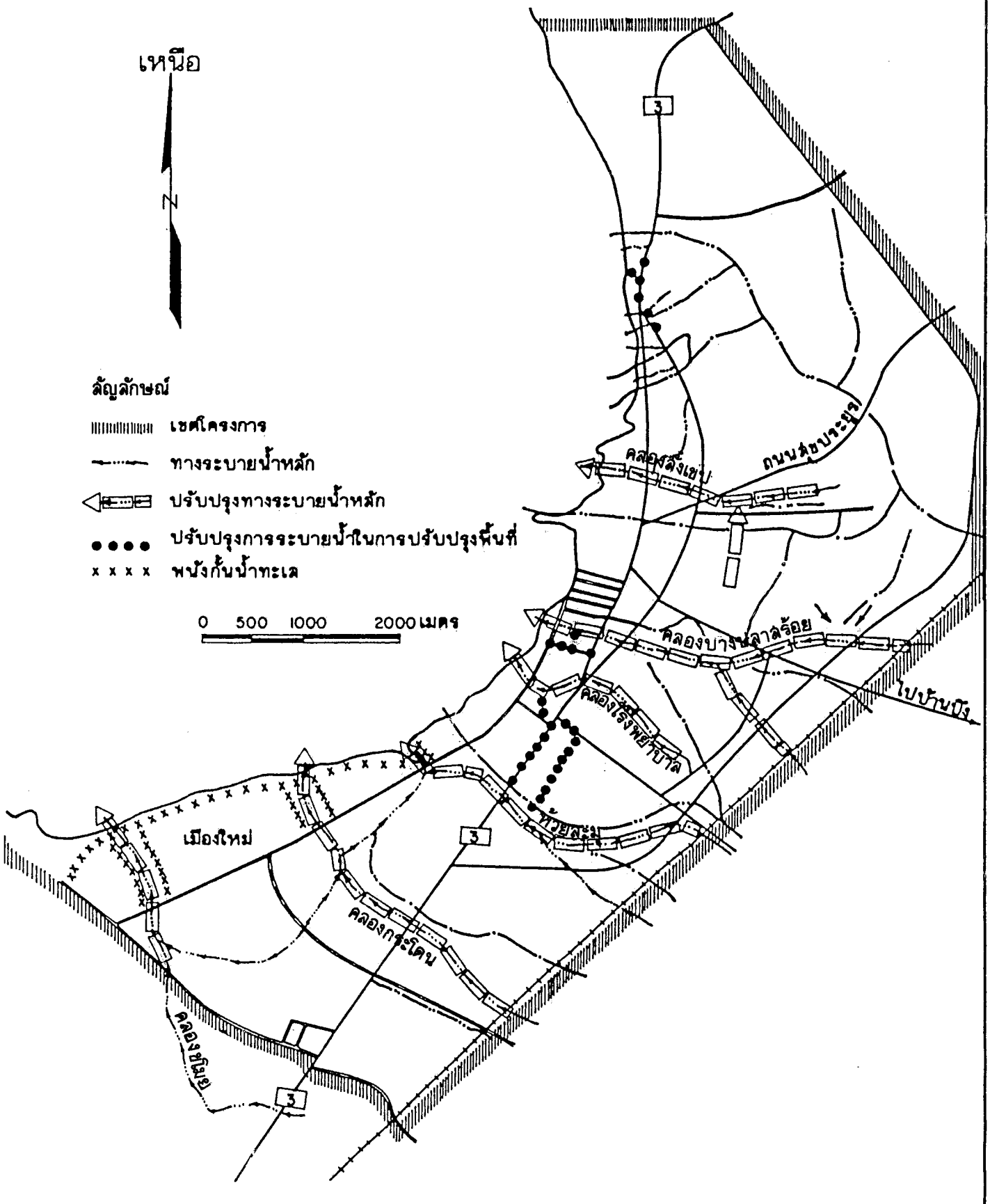
รูปที่ 1-4



หมายเหตุ : จากรายงานวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)

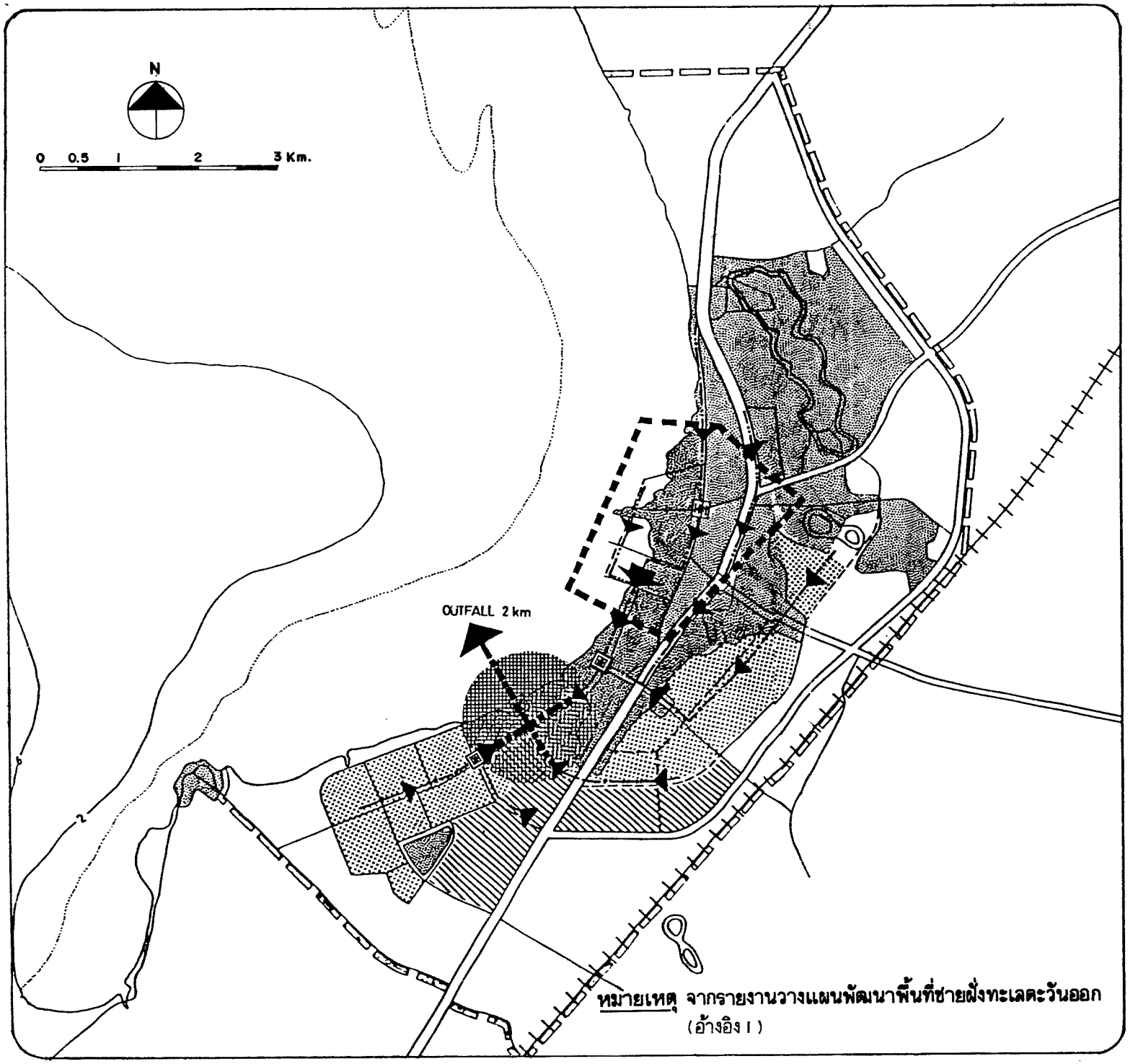
รูปที่ 1-5

การขยายเขตเทศบาลเมืองชลบุรี



รูปที่ I–6

สรุปโครงการปรับปรุงการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม



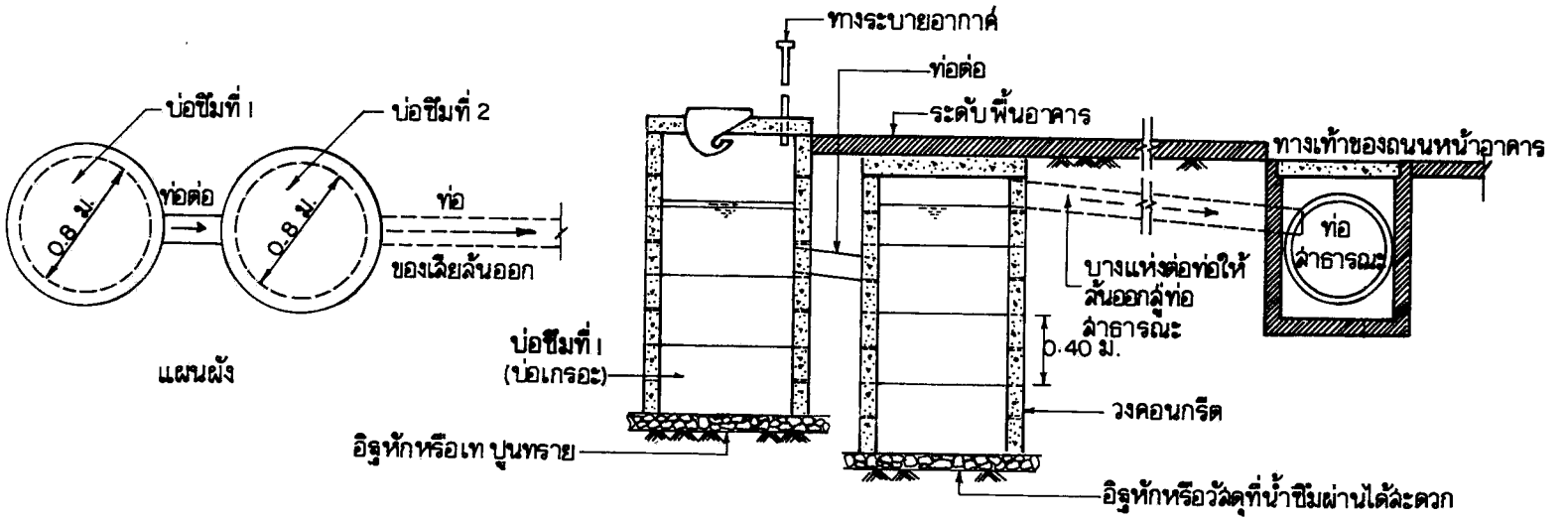
รูปที่ 1-7
ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลนอแนะในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

LEGEND

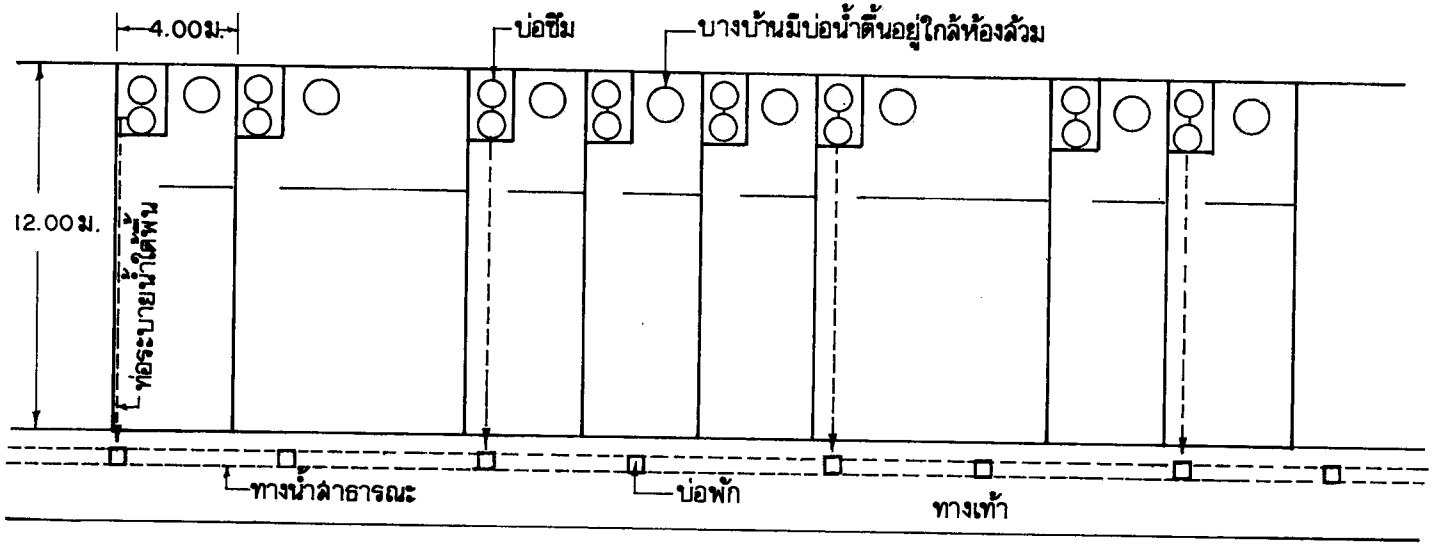
- EXISTING MUNICIPAL BOUNDARY
- PROPOSED MUNICIPALITY BOUNDARY
- SEWAGE PUMPING STATION
- FOUL WATER SEWER IN SEED AREA
- FOUL WATER SEWER IN DEVELOPMENT AREA
- FOUL WATER SEWER IN EXISTING URBAN AREA
- NEW URBAN ROADS
- 1981 URBAN AREA
- NEW URBAN DEVELOPMENT
- INDUSTRIAL ZONE
- 'SEED' AREAS

หมายเหตุ จากรายงานวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)

รูปที่ 1-7



หมายเหตุ : ปรับปรุงจากอ้างอิง 21

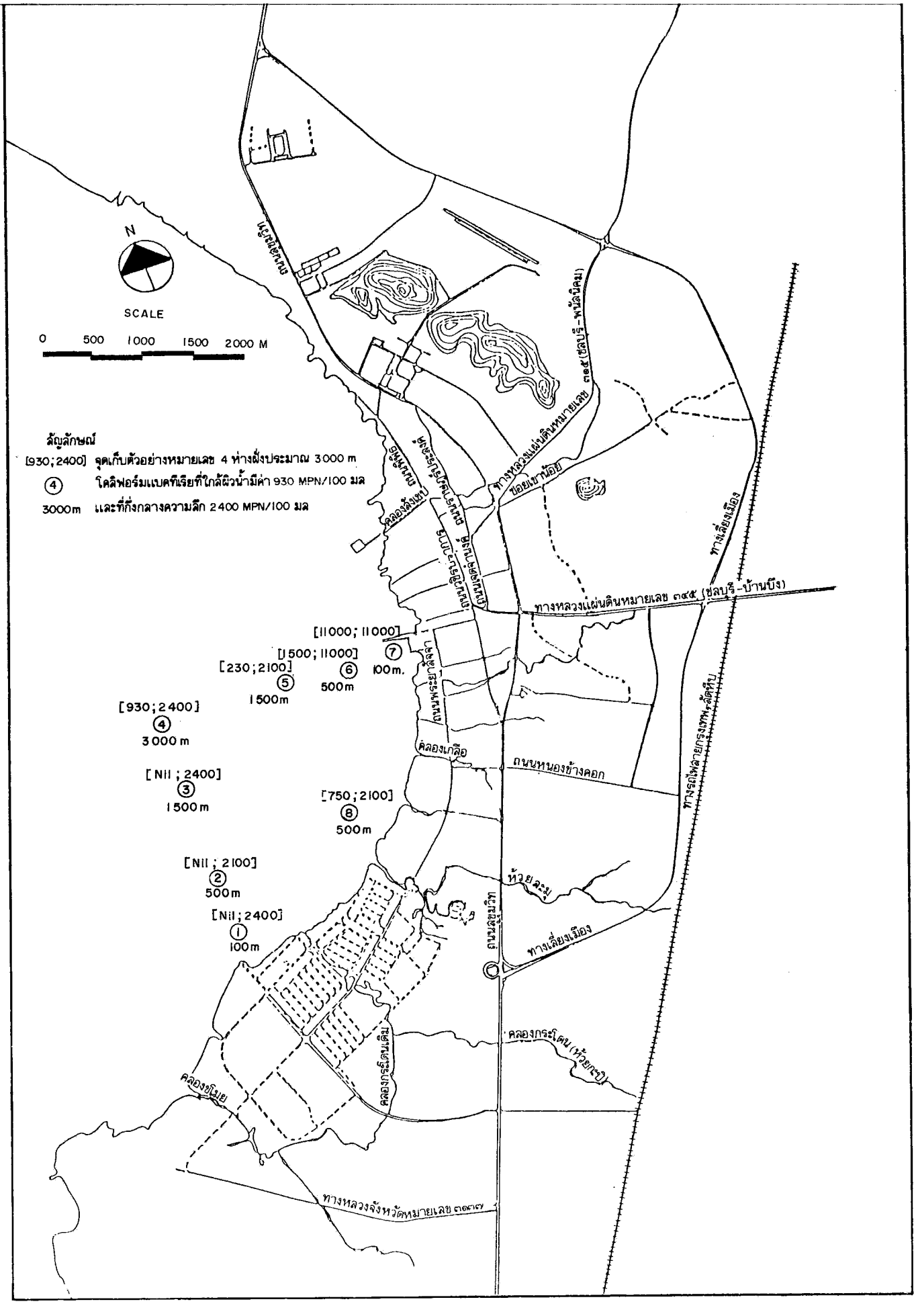


ผังของดีกแถวซึ่งมีการต่อท่อให้ของเสียจากบ่อซึมหรือบ่อเกรอะล้นสู่ท่อสาธารณะ

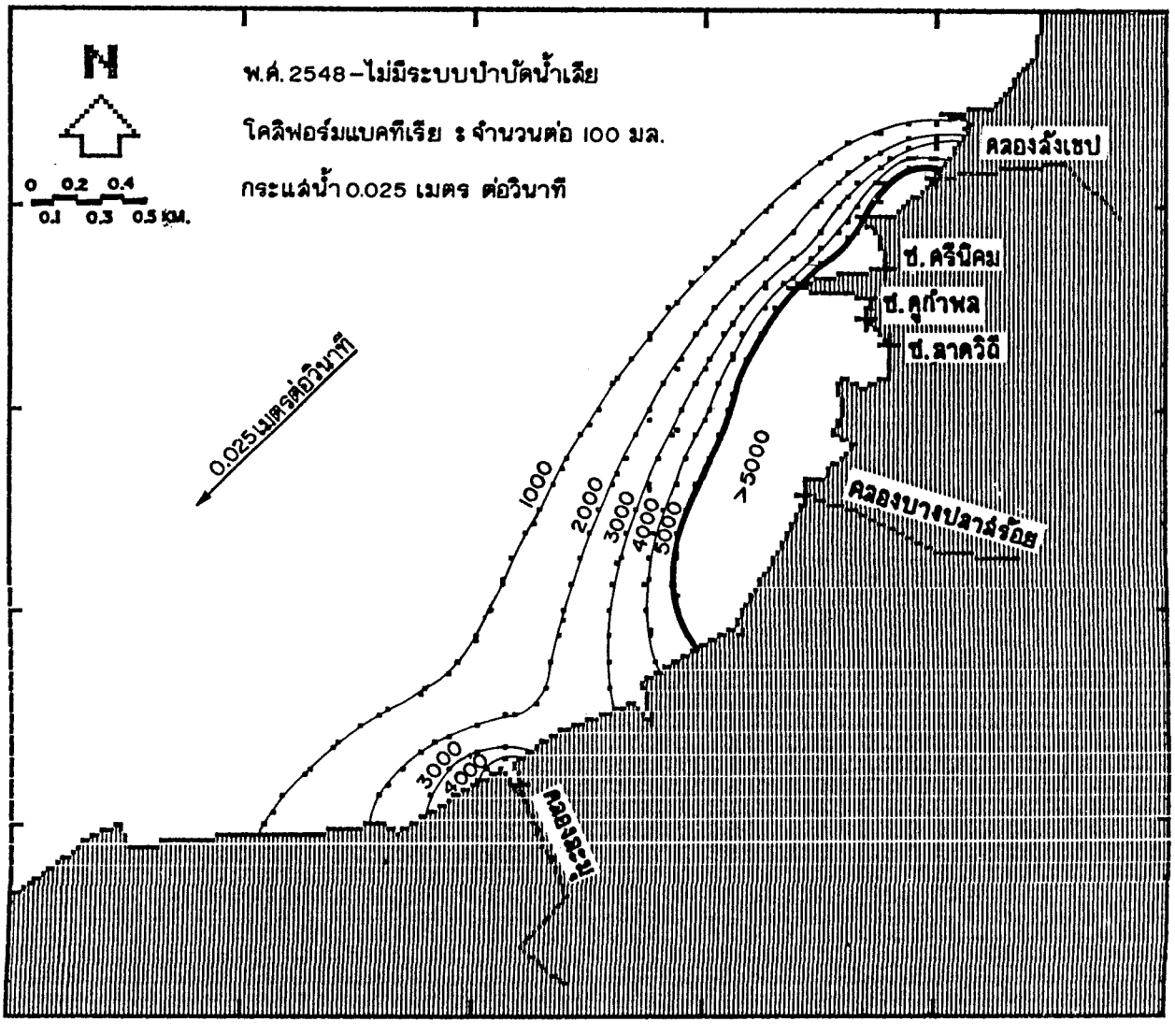
รูปที่ 1-8

บ่อเกรอะบ่อซึมที่ใช้ในพื้นที่โครงการ

รูปที่ 1-8

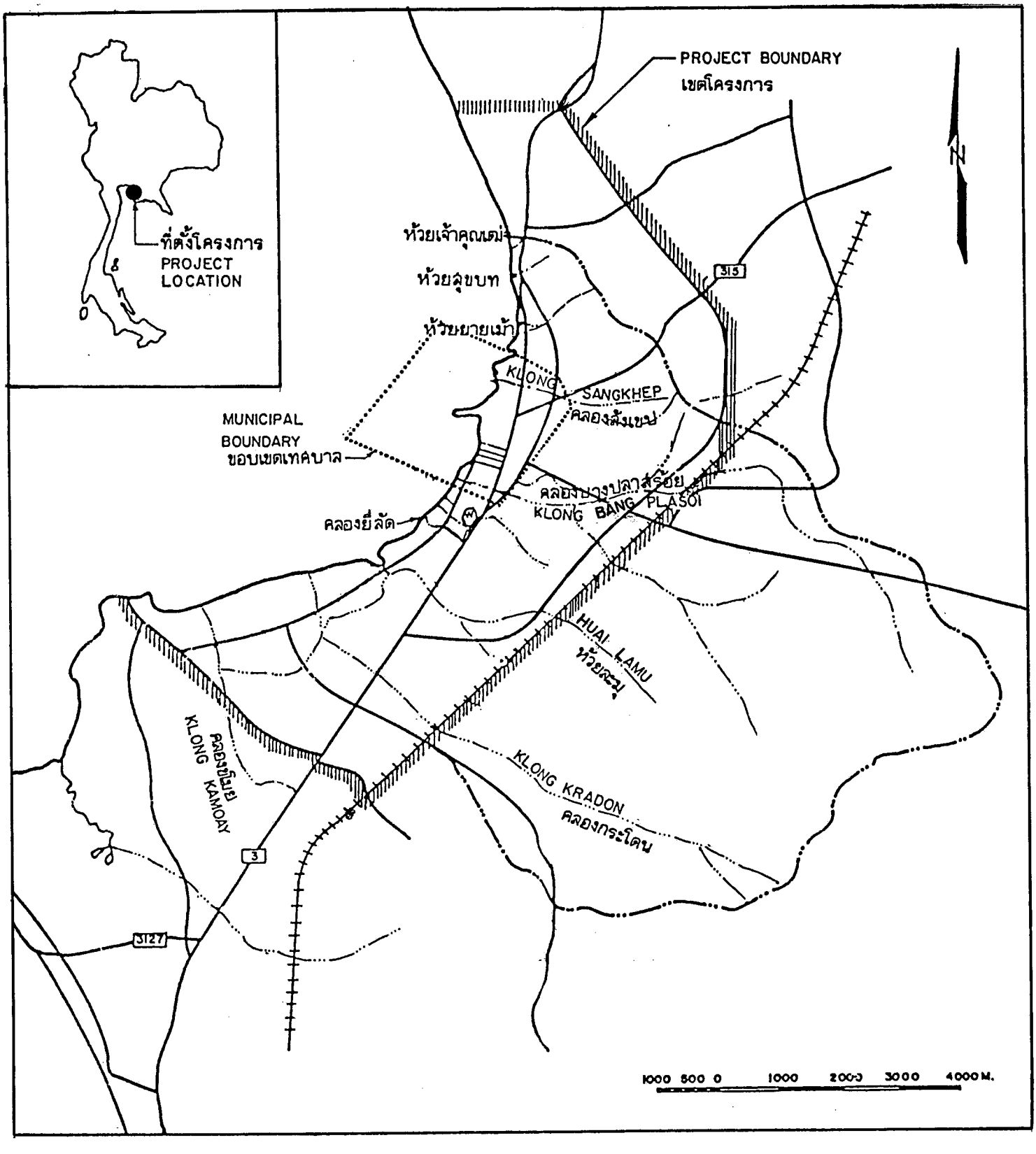


รูปที่ 1-9
การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่าวชลบุรี



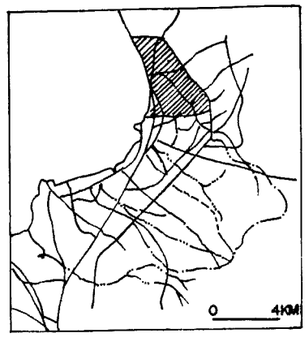
รูปที่ 1–10

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรีในปี พ.ศ. 2548 หากการจัดการบำบัดน้ำเสียเหมือนปัจจุบัน



รูปที่ 1-11

ขอบเขตโครงการ

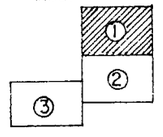


รูปที่ 1-12
แผนที่การใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการ

LEGEND

ที่อยู่อาศัย	RESIDENTIAL AREA
แหล่งการค้า	BUSINESS AREA
สถานที่ราชการ	INSTITUTION AREA
สถานศึกษา	EDUCATION
ศาสนสถาน	RELIGIOUS PLACE
สาธารณูปการ	PUBLIC INFRASTRUCTURE
บริษัท	COMPANY, INDUSTRIAL
พืชสวน	VEGETABLE PLANT
พืชไร่	UPLAND CROP
ลานตากมัน	EXPOSED CASSAVA GROUND
ป่าจาก	NIPA
ป่าชายเลน	SWAMP
นาเกลือ	SALT EVAPORATOR
ทุ่งนา	RICE FIELD
ที่ว่าง	UNCULTIVATED AREA
W บ่อน้ำ	POND
ภูเขา	MOUNTAIN
บ่อเลี้ยงปลา,กุ้ง	FISH & PRAWN
ดินถม	FILL BANK
ถนน	ROAD
สะพาน	BRIDGE
คลอง	KLONG
B BOX CULVERT	
P PIPE CULVERT	
PROJECT BOUNDARY	

INDEX MAP



SCALE

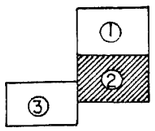
0 100 200 400 600 800 1000 M.

REMARK : COMPILED FROM JANUARY 1984 AERIAL PHOTOGRAPHY APPROX PHOTO SCALE 1:8,000 TOPOGRAPHIC BASE MAP FROM CONTROLLING HOUSE OFFICE NO. 765, 767 769 (M.74,R.3) 755,757,759, (M.73,R.3) 113,115,116 111 (M.75,R.19) AND 182, 184 (M.76, R.10)

LEGEND

ที่อยู่อาศัย	RESIDENTIAL AREA
แหล่งการค้า	BUSINESS AREA
สถานที่ราชการ	INSTITUTION AREA
สถานศึกษา	EDUCATION
ศาสนสถาน	RELIGIOUS PLACE
สาธารณูปการ	PUBLIC INFRASTRUCTURE
บริษัท	COMPANY, INDUSTRIAL
พืชสวน	VEGETABLE PLANT
พืชไร่	UPLAND CROP
ลานตากมัน	EXPOSED CASSAVA GROUND
ป่าจาก	NIPA
ป่าชายเลน	SWAMP
นาเกลือ	SALT EVAPORATOR
ทุ่งนา	RICE FIELD
ที่ว่าง	UNCULTIVATED AREA
บ่อน้ำ	POND
ภูเขา	MOUNTAIN
บ่อเลี้ยงปลา,กุ้ง	FISH & PRAWN
ดินถม	FILL BANK
ถนน	ROAD
สะพาน	BRIDGE
คลอง	KLONG
BOX CULVERT	
PIPE CULVERT	
PROJECT BOUNDARY	

INDEX MAP

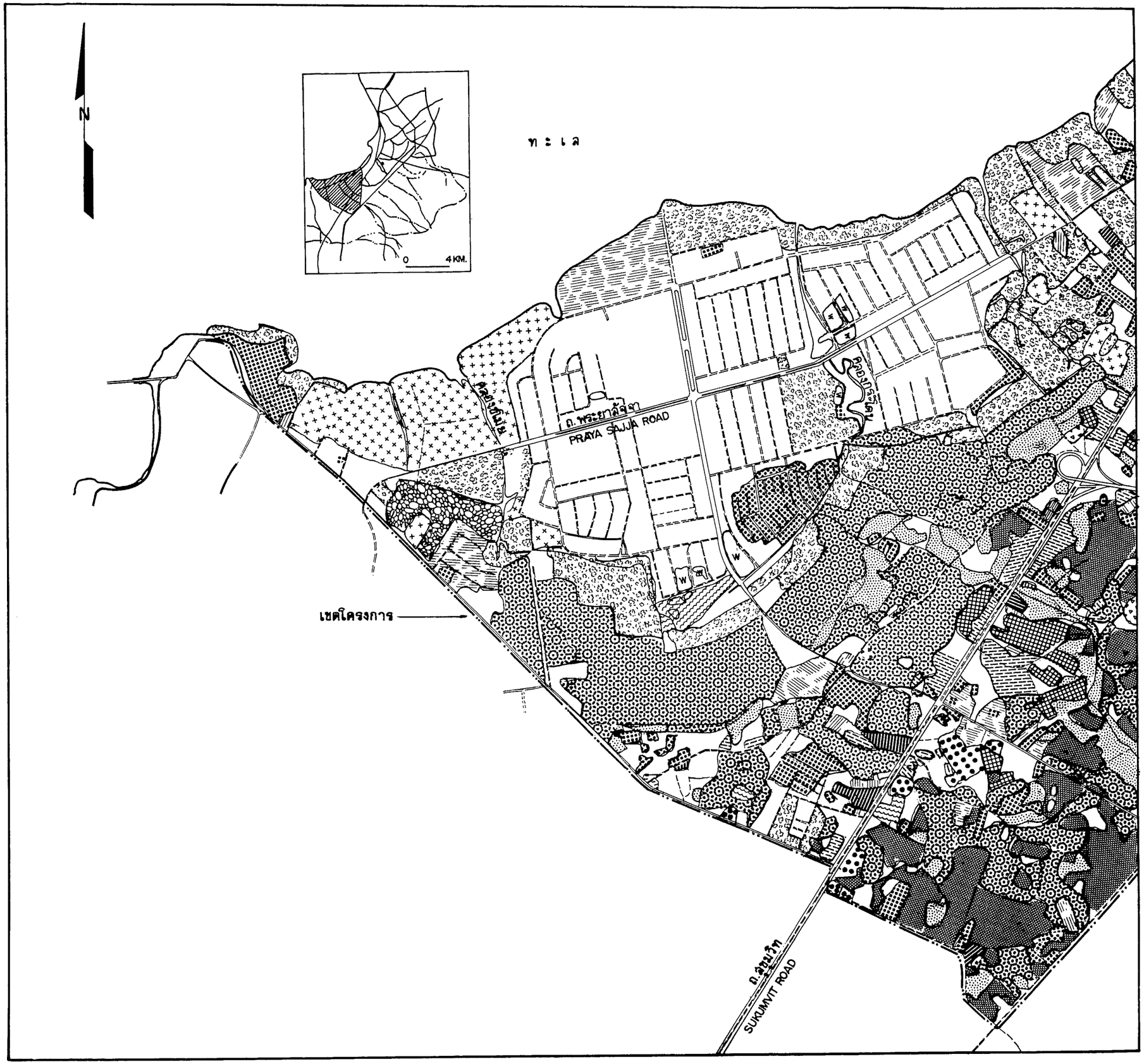


SCALE

0 100 200 400 600 800 1000

REMARK : COMPILED FROM JANUARY 1984 AERIAL PHOTOGRAPH\
APPOX SCALE 1 : 8,000 TOPOGRAPHIC BASE MAP
FROM CONTROLLING HOUSE OFFICE
NO. 291, 293, 295 (M.77, R.10) 182, 184, 186 (M.76, R.10
330, 332 (M.78, R.9) 439, 441, 443 (M.79, R.9)
AND 455, 457. (M.80 , R.9)

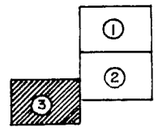
รูปที่ 1 – 12 (ต่อ)



LEGEND

ที่อยู่อาศัย	RESIDENTIAL AREA
แหล่งการค้า	BUSINESS AREA
สถานที่ราชการ	INSTITUTION AREA
สถานศึกษา	EDUCATION
ศาสนสถาน	RELIGIOUS PLACE
สาธารณูปการ	PUBLIC INFRASTRUCTURE
บริษัท	COMPANY, INDUSTRIAL
พืชสวน	VEGETABLE PLANT
พืชไร่	UPLAND CROP
ลานตากมัน	EXPOSED CASSAVA GROUND
ป่าจาก	NIPA
ป่าชายเลน	SWAMP
นาเกลือ	SALT EVAPORATOR
ทุ่งนา	RICE FIELD
ที่ว่าง	UNCULTIVATED AREA
บ่อน้ำ	POND
ภูเขา	MOUNTAIN
บ่อเลี้ยงปลา,กุ้ง	FISH & PRAWN
ดินถม	FILL BANK
ถนน	ROAD
สะพาน	BRIDGE
คลอง	KLONG
B BOX CULVERT	
P PIPE CULVERT	
PROJECT BOUNDARY	

INDEX MAP

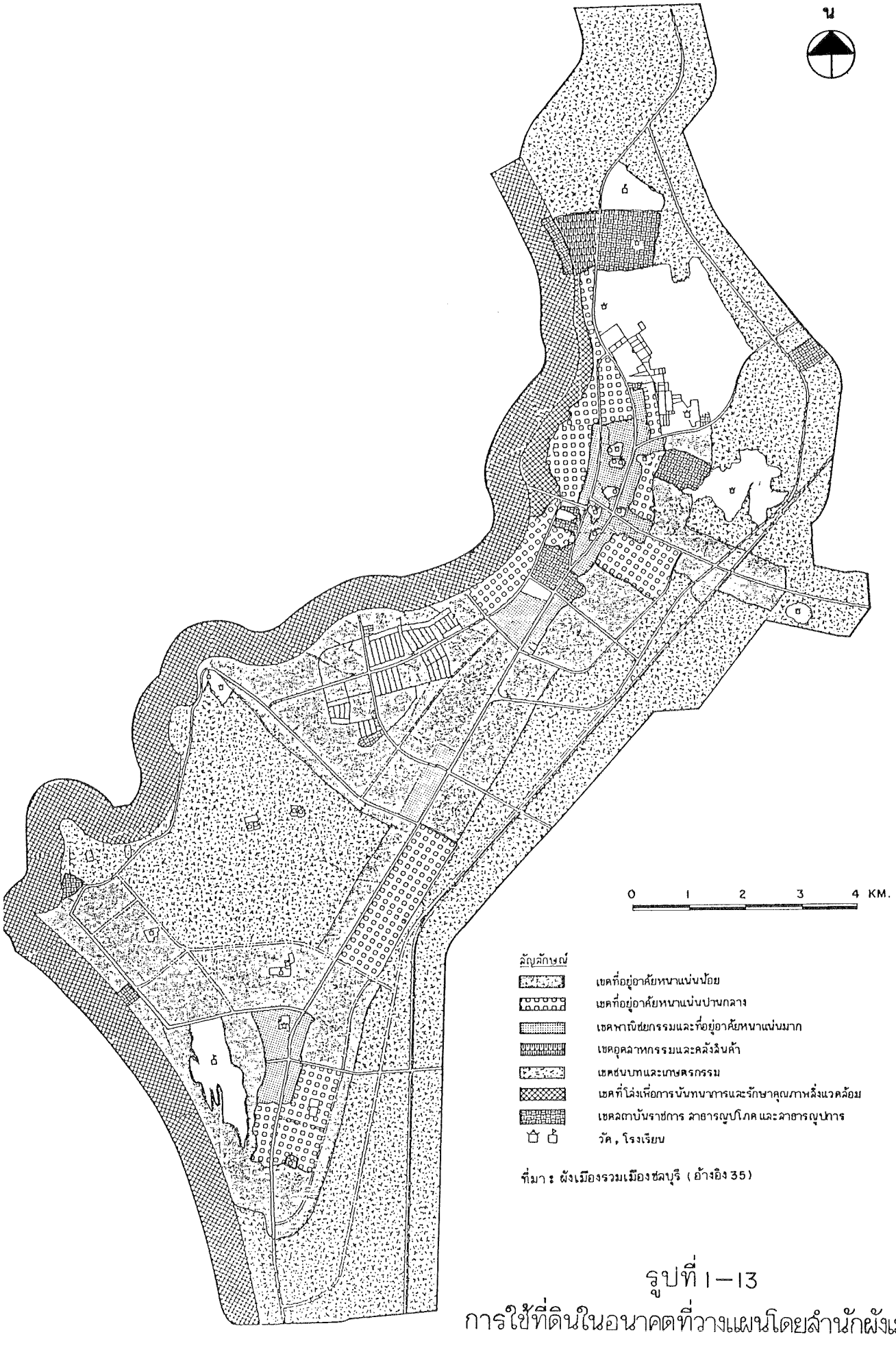


SCALE

0 100200 400 600 800 1000

REMARK : COMPILED FROM JANUARY 1984 AERIAL PHOTOGRAPHY APPROX PHOTO SCALE 1:8,000 TOPOGRAPHIC BASE MAP FROM CONTROLLING HOUSE OFFICE NO.297 (M.77, R.10) 328, 330 (M.78, R.9) 443, 445, 447 (M.79, R.9) AND 453, 455 (M.80, R.9)

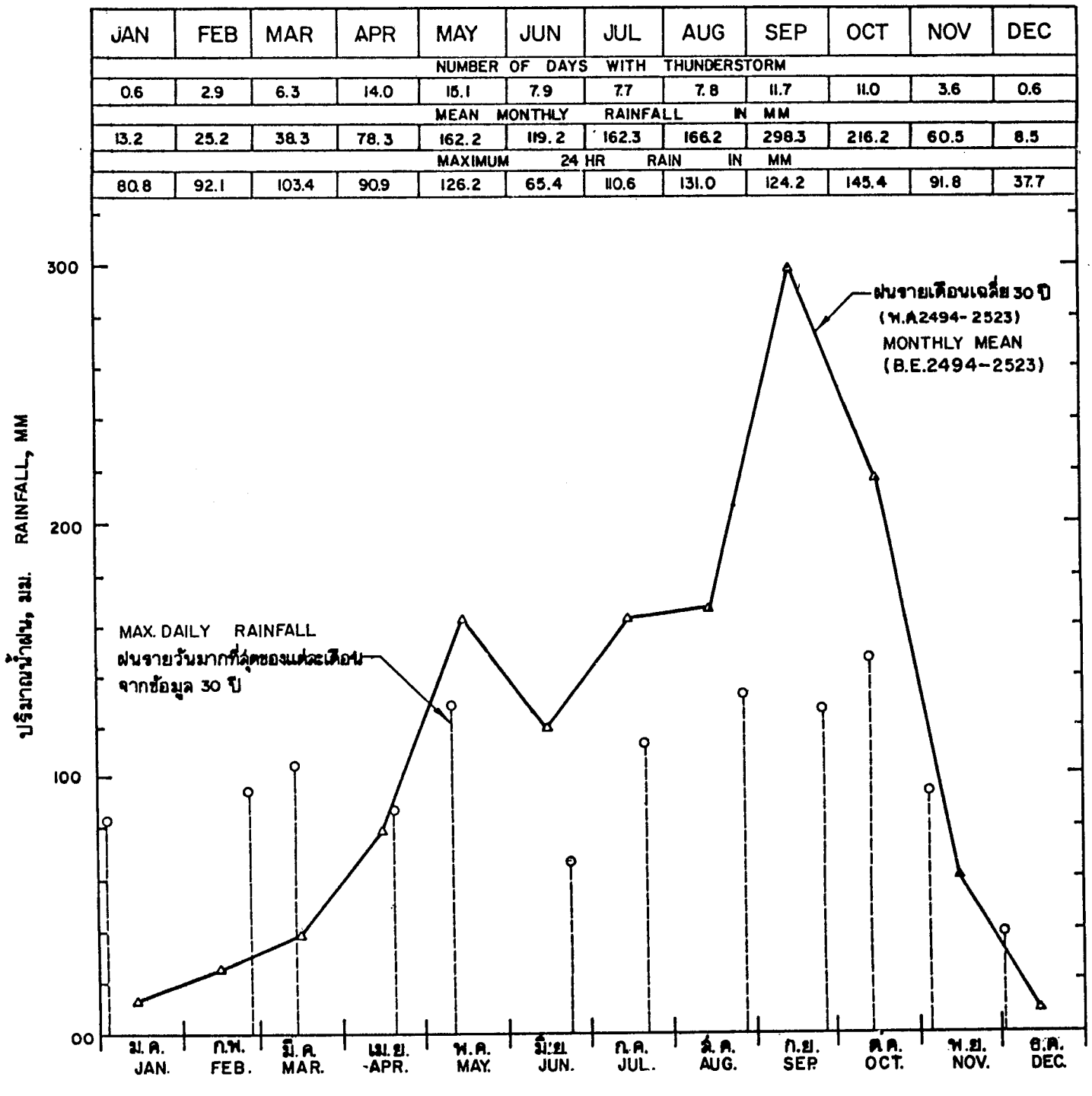
รูปที่ 1-12 (ต่อ)



ที่มา : ผังเมืองรวมเมืองชลบุรี (อ้างอิง 35)

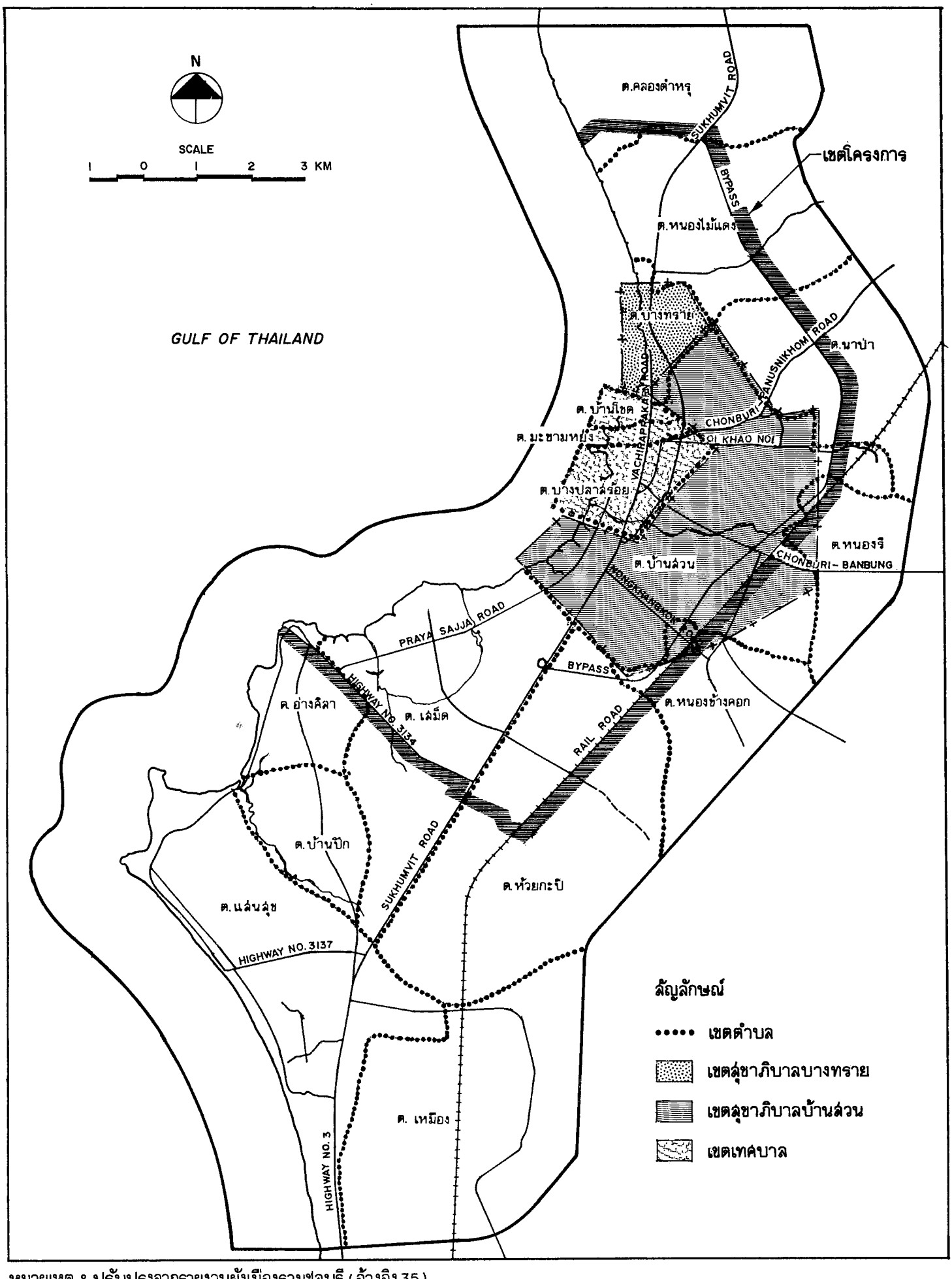
รูปที่ 1—13
การใช้ที่ดินในอนาคตที่วางแผนโดยสำนักผังเมือง

JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
NUMBER OF DAYS WITH THUNDERSTORM											
0.6	2.9	6.3	14.0	15.1	7.9	7.7	7.8	11.7	11.0	3.6	0.6
MEAN MONTHLY RAINFALL IN MM											
13.2	25.2	38.3	78.3	162.2	119.2	162.3	166.2	298.3	216.2	60.5	8.5
MAXIMUM 24 HR RAIN IN MM											
80.8	92.1	103.4	90.9	126.2	65.4	110.6	131.0	124.2	145.4	91.8	37.7



รูปที่ 1-14

สถิติฝนที่ชลบุรี

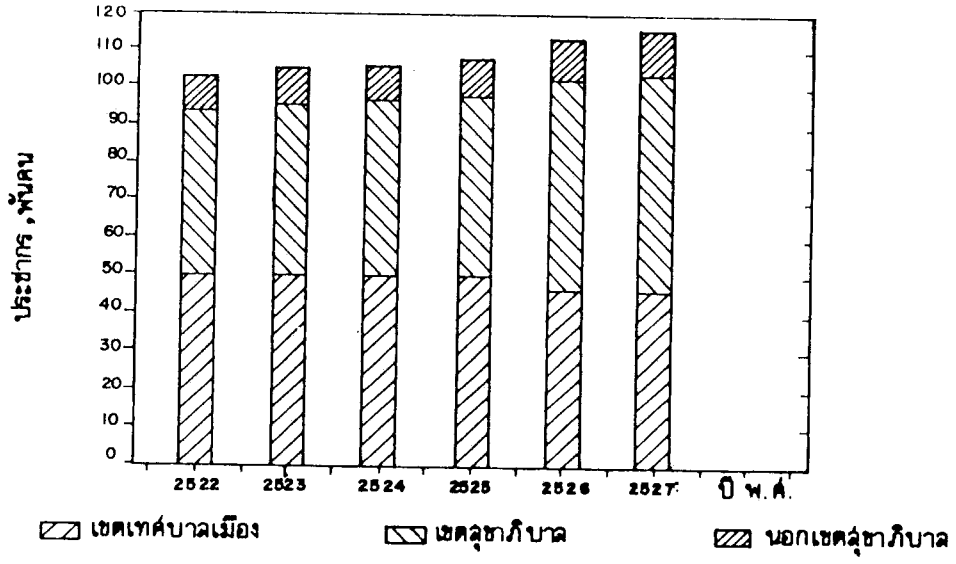


หมายเหตุ : ปรับปรุงจากรายงานผังเมืองรวมชลบุรี (อ้างอิง 35)

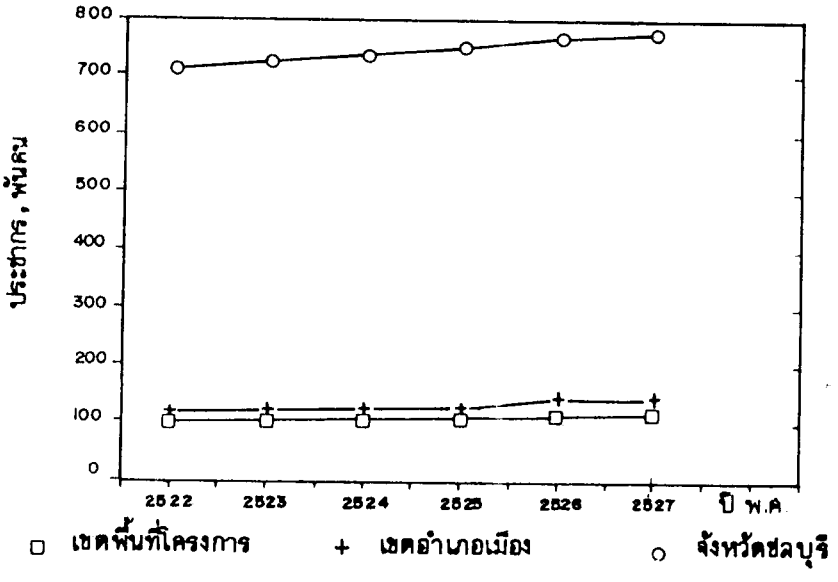
รูปที่ 1-15

เขตการปกครองบริเวณพื้นที่โครงการ

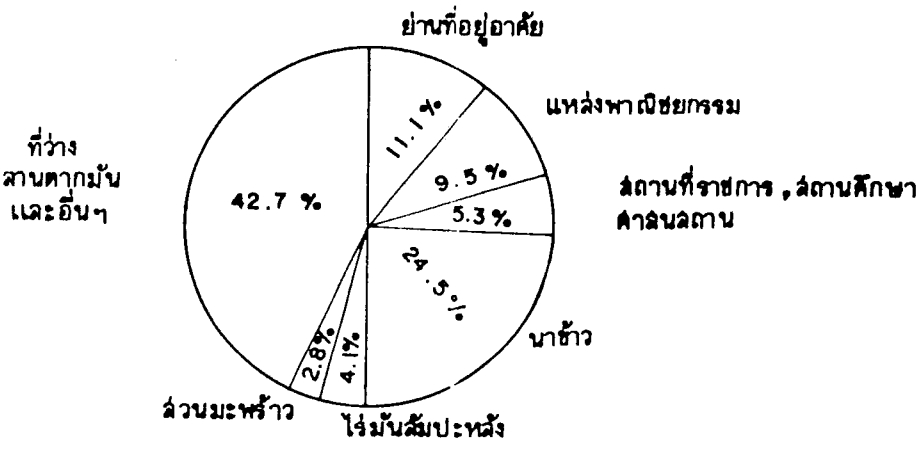
(ก) สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการ



(ข) สถิติประชากรในเขตพื้นที่โครงการเปรียบเทียบกับ
อำเภอเมืองและจังหวัดชลบุรี



(ค) การใช้ที่ดินในปัจจุบันของเขตพื้นที่โครงการ



รูปที่ 1-16

สถิติประชากรและการใช้ที่ดินในพื้นที่โครงการในปัจจุบัน

บทที่ 2

การศึกษาด้านเทคนิคและข้อมูลประกอบ

ในการศึกษาความเหมาะสมโครงการ ซึ่งมีการวางแผน ออกแบบ และประเมินราคา ซึ่งบรรยายรายละเอียดไว้ในบทต่อไป จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องประกอบหลายอย่าง เพื่อเป็นพื้นฐานในการบรรยายผลการทำงานในบทต่อไป จึงได้รวบรวมผลการศึกษาด้านเทคนิคต่าง ๆ และข้อมูลพื้นฐานไว้ดังต่อไปนี้

อนึ่ง เพื่อประกอบในการพิจารณาออกแบบและศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียในโครงการนี้ ได้มีการศึกษาการวางแผนและออกแบบโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้มีการดำเนินการมาก่อนทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งได้ออกดูงานการปฏิบัติงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันที่เห็นว่าน่าสนใจซึ่งประกอบด้วย โครงการที่มีการก่อสร้างและใช้งานแล้ว โครงการที่ทำการศึกษาและออกแบบแล้วแต่ยังมิได้ก่อสร้าง และโครงการตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบฉีดปล่อยน้ำเสียห่างชายฝั่งทะเล (Submarine Outfall) ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมไว้นี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพิจารณาเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลในด้านค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และข้อมูลเกี่ยวกับการบำรุงรักษาและการดำเนินงานหลังการก่อสร้าง รายละเอียดของการดำเนินการในเรื่องนี้ได้รวบรวมไว้โดยสังเขปเพื่ออ้างอิงในภาคผนวกที่ 5

1. ข้อมูลสำหรับประเมินปริมาณและลักษณะน้ำเสีย

ข้อมูลและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินปริมาณและลักษณะน้ำเสีย ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำในปัจจุบันและโครงการในอนาคต ลักษณะคุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้งในพื้นที่โครงการ อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย และอัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ได้รวบรวมไว้ในตอนต่อไป แต่การใช้ข้อมูลเช่น การประเมินปริมาณและลักษณะน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ ได้บรรยายไว้ในบทที่ 3 ในการบรรยายการออกแบบ

1.1 การใช้น้ำในปัจจุบันและโครงการน้ำประปาในอนาคต

แหล่งน้ำใช้ในพื้นที่โครงการที่สำคัญคือน้ำประปา ซึ่งบริการโดยการประปาชลบุรีของการประปาภูมิภาค โดยรับน้ำประปาจากระบบผลิตที่อ่างเก็บน้ำบางพระ ซึ่งมีปริมาตรเก็บกักประมาณ 110 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกจากนั้นก็มีการใช้น้ำจากน้ำฝน และน้ำจากบ่อตื้นซึ่งสามารถจัดสร้างได้ง่ายในราคาไม่สูงนัก

การประปาภูมิภาคโดยความร่วมมือจากรัฐบาลเยอรมันได้ดำเนินการศึกษาความเหมาะสมโครงการปรับปรุงระบบน้ำประปาของเมืองชลบุรีและพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งรวมถึงชุมชนศรีราชาและบางแสนด้วย การศึกษาดังกล่าวซึ่งดำเนินการโดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาเยอรมันเพิ่งดำเนินการแล้วเสร็จเมื่อเริ่มโครงการนี้ (อ้างอิง 26) พื้นที่ที่วางแผนให้บริการน้ำประปาในพื้นที่โครงการนี้แสดงโดยสังเขปในรูปที่ 2-1 การศึกษาดังกล่าวพบว่า สำหรับพื้นที่ชลบุรีและบริเวณชุมชนใกล้เคียงการใช้น้ำสูงสุดเป็นการใช้น้ำประเภทบ้านเรือนที่พักอาศัย ซึ่งใช้น้ำถึงประมาณ 60% ของการใช้น้ำทั้งหมด รองลงมาเป็นการใช้น้ำของ

สถานศึกษาและสถาบันการศึกษา ซึ่งใช้น้ำประมาณ 25% อัตราส่วนการใช้น้ำของกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนน้อยได้แสดงไว้เปรียบเทียบกันในรูปที่ 2-2 อัตราการใช้น้ำของชลบุรีตามที่สำรวจได้สำหรับการใช้น้ำประเภทบ้านพักอาศัยมีค่า 140 ลิตรต่อคนต่อวันในปีพ.ศ.2526 และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 146 ลิตรต่อคนต่อวันในปีพ.ศ.2538 หรือเพิ่มขึ้นเพียง 4.3% ในช่วงเวลา 12 ปี

สำหรับการศึกษาในโครงการนี้ได้ประเมินปริมาณการใช้น้ำในปัจจุบันในพื้นที่โครงการ 43.6 ตารางกิโลเมตร โดยประเมินปริมาณการใช้น้ำประเภทบ้านเรือนที่พักอาศัยจากจำนวนประชากรปัจจุบัน (หัวข้อ 4.3 บทที่ 1) และอัตราการใช้น้ำ 140 ลิตรต่อคนต่อวันตามที่สำรวจได้ในการศึกษาของการประปาภูมิภาค แล้วประเมินปริมาณการใช้น้ำประเภทอื่น ๆ จากการสำรวจข้อมูลจากสถิติการใช้น้ำจริงของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่โครงการ โดยทำการสอบถามจากแหล่งใช้น้ำที่สำคัญเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในเขตโครงการ รายละเอียดและผลการสำรวจแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1 ท้ายรายงานนี้ด้วยแล้ว การสำรวจและประเมินการใช้น้ำได้ผลว่า การใช้น้ำในปัจจุบัน (ปีพ.ศ.2528) ในพื้นที่โครงการรวมทั้งสิ้นประมาณ 23 000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (8.25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) โดยมีอัตราส่วนการใช้น้ำแต่ละประเภทดังนี้

บ้านเรือนที่อยู่อาศัย	69.8 %
สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	22.1 %
โรงเรียนและสถานศึกษา	4.7 %
อุตสาหกรรม	1.2 %
ภัตตาคาร โรงแรม และอื่น ๆ	2.2 %
รวม	100.0 %

อัตราส่วนการใช้น้ำในกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ในเขตพื้นที่โครงการนี้แสดงเปรียบเทียบกับผลการศึกษาสำหรับชลบุรีและพื้นที่ใกล้เคียงในรูปที่ 2-2 ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน

1.2 ลักษณะคุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้ง

1.2.1 ลักษณะของน้ำใช้

คุณภาพของน้ำใช้ในปัจจุบันที่ได้จากน้ำประปามีคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม ส่วนคุณภาพน้ำบ่อตื้นและน้ำบ่อบาดาลที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบมือโยกนั้น จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในโครงการนี้พบว่ามีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานน้ำดื่ม กล่าวคือน้ำบ่อตื้นเป็นน้ำกร่อย (มีคลอไรด์สูงถึง 577 มก/ลิตร) และมีแมงกานีสสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม ส่วนน้ำบาดาลมีเหล็กและแมงกานีสสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม รายละเอียดคุณภาพน้ำใช้ที่วิเคราะห์ ได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2 รวมกับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้ง

อนึ่ง จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบ่อตื้นแห่งหนึ่งที่อยู่ในชุมชนหนาแน่นในเขตเทศบาล พบว่ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงถึง 1 800 MPN/100มล (อ้างอิง 21) ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่อันตรายมาก เพราะเกินกว่ามาตรฐานน้ำดื่มของสหรัฐอเมริกาซึ่งกำหนดให้ไม่ควรเกิน 1 MPN/100มล (อ้างอิง 7)

1.2.2 ลักษณะของน้ำทิ้ง

ในการศึกษาในโครงการนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเล เพื่อวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ซึ่งแสดงลักษณะของน้ำเสียสำหรับนำมาประกอบการ

พิจารณากำหนดเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสม รายละเอียดของการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่ได้ดำเนินการในเดือนพฤศจิกายน 2528 และในเดือนมีนาคม-เมษายน 2529 ได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2 โดยมีผลสรุปที่สำคัญที่สำรวจพบดังแสดงในตารางที่ 2-1 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(ก) น้ำทิ้งจากชุมชน

น้ำทิ้งจากชุมชนได้แก่น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย ภัตตาคาร ร้านค้า โรงเรียน โรงแรม ปั๊มน้ำมัน และสถานที่ราชการ ตัวอย่างน้ำทิ้งจากแหล่งดังกล่าวแบ่งออกเป็นน้ำทิ้งซึ่งมาจากบ่อเกรอะบ่อซึมและน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ เช่น จากครัวและจากการซักล้างต่าง ๆ เป็นต้น

ตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อซึมหรือบ่อเกรอะในกรณีที่ไม่มีบ่อซึมรวม 30 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยของบีโอดีประมาณ 450 มก/ล และมีค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิน 4×10^6 MPN/100มล สำหรับตัวอย่างน้ำจากบ่อซึมรวม 26 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยของบีโอดี (Biological Oxygen Demand-BOD) ประมาณ 312 มก/ล

สำหรับตัวอย่างน้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ไหลผ่านบ่อเกรอะบ่อซึม เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือนก่อนระบายลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะซึ่งมีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ 1 ตัวอย่าง พบว่ามีค่า BOD 33 มก/ล และ Suspended Solids (SS) 59 มก/ล ส่วนผลการวิเคราะห์รวม 4 ตัวอย่างของน้ำทิ้งจากการอาบ ซัก และล้างของโรงแรมและร้านอาหาร พบว่ามีค่า BOD ระหว่าง 42-370 มก/ล และ SS ระหว่าง 19-191 มก/ล สำหรับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 3 ตัวอย่างจากท่อระบายน้ำของสถานที่ราชการพบว่ามีค่า BOD ระหว่าง 9.5-18 มก/ล และ SS ระหว่าง 7-28 มก/ล และผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากอาคารพาณิชย์รวม 4 ตัวอย่าง พบว่ามีค่า BOD ระหว่าง 0.7-9.2 มก/ล และ SS ระหว่าง 2.3-26 มก/ล กล่าวโดยสรุปได้ว่าน้ำทิ้งจากชุมชนซึ่งไม่ใช่น้ำจากบ่อเกรอะบ่อซึมมีค่าเฉลี่ยของบีโอดีประมาณ 174 มก/ล มีค่า SS เฉลี่ยประมาณ 61 มก/ล

(ข) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

สำหรับโรงงานที่มีน้ำเสียจำพวกสารอินทรีย์ น้ำทิ้งที่ยังไม่ผ่านการบำบัดมีค่าบีโอดีอยู่ในช่วงประมาณ 100-17 500 มก/ล โดยจะสูงในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากสัตว์ทะเล เช่น จากโรงงานปลาบ่นมีค่าบีโอดี 17 500 มก/ล จากบริษัท อุตสาหกรรมห้องเย็นชลบุรี จำกัด มีค่าบีโอดีประมาณ 690 มก/ล และโรงงานผลิตขนมไข่ ขนมปัง ก็ปล่อยน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีสูงคือ 1 950 มก/ล

สำหรับปริมาณ SS ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ยังไม่ผ่านการบำบัดโดยภาพรวมแล้วมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 50-3 300 มก/ล โรงงานที่ปล่อยน้ำทิ้งซึ่งมีปริมาณ SS สูง ได้แก่ โรงงานปลาบ่น (3 300 มก/ล) โรงงานขนมปัง ขนมไข่ (1 280 มก/ล) บริษัท อุตสาหกรรมห้องเย็นชลบุรี จำกัด (1 012 มก/ล)

บางโรงงานที่มีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งลงสู่ท่อสาธารณะ ก็สามารถลดความสกปรกของน้ำทิ้งลงได้ แต่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบของแต่ละโรงงาน

(ค) น้ำทิ้งในท่อระบายน้ำสายหลัก

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งในท่อระบายน้ำสายหลักในเขตเทศบาล 3 สาย รวม 2 ครั้ง พบว่าจะมีค่าเฉลี่ยของบีโอดีประมาณ 53 มก/ล และ 137 มก/ล จากกลุ่มตัวอย่างที่เก็บในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ ส่วนค่า SS เฉลี่ยจะเท่ากับ 63 มก/ล และ 69 มก/ล ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1

สรุปผลวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง

ค่าที่ตรวจวัด	การตรวจครั้งที่ 1				การตรวจครั้งที่ 2			
	จำนวนตัวอย่าง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	จำนวนตัวอย่าง	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
น้ำทิ้งจากบ่อซึมและ/หรือบ่อเกรอะ								
บีโอดี, มก/ล	-	-	-	-	30	451	3 400	9
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, 10^6 MPN/100มล	-	-	-	-	30	≥3.8	≥24	0.075
น้ำทิ้งจากอาคารลงสู่ท่อระบายน้ำสายย่อย								
บีโอดี, มก/ล	14	174	1 300	0.7	-	-	-	-
SS, มก/ล	14	61	266	2.3	-	-	-	-
Total-N, มก/ล	14	17.3	87.9	0.3	-	-	-	-
Total-P, มก/ล	14	1.04	5.02	0.07	-	-	-	-
น้ำทิ้งในท่อระบายน้ำสายหลัก								
บีโอดี, มก/ล	6	53.2	104	17.5	6	137.2	295	59
SS, มก/ล	6	63.0	156	28.0	6	69	135	28
Total-N, มก/ล	6	20.0	29.7	12.3	6	34.7	71	13
Total-P, มก/ล	6	1.26	1.65	0.60	6	1.08	1.67	0.46
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, 10^6 MPN/100มล	-	-	-	-	6	≥0.24	≥0.24	≥0.24
น้ำในคลองธรรมชาติ								
บีโอดี, มก/ล	6	11.0	19.0	2.6	6	83.5	210	15
SS, มก/ล	6	13.5	29.0	2.0	6	61.7	133	40
Total-N, มก/ล	6	7.1	11.2	1.7	6	29.8	55	4
Total-P, มก/ล	6	0.42	0.91	0.03	6	1.20	2.40	0.33
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, 10^6 MPN/100มล	-	-	-	-	6	0.19	0.24	0.11

(ง) <u>คุณภาพน้ำในคลองธรรมชาติ</u>

ผลการสำรวจครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนพบว่าค่าเฉลี่ยของบีโอดีเท่ากับ 11 มก/ล SS เท่ากับ 14 มก/ล ส่วนผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งพบว่ามีค่าบีโอดีเฉลี่ย 84 มก/ล และ SS เฉลี่ย 62 มก/ล และมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยสูงถึง 190 000 MPN/100มล ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-1

จากผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 2 ครั้ง พบว่าในครั้งที่ 2 มีค่าความเข้มข้นของบีโอดีเฉลี่ยสูงกว่าครั้งแรก ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการตัวอย่างครั้งที่ 1 ซึ่งกระทำในช่วงปลายฤดูฝน น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินยังมีผสมอยู่ในน้ำคลองมาก จึงทำให้คุณภาพน้ำเสียเจือจาง ส่วนในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ซึ่งจัดทำในฤดูแล้ง มีอัตราเจือจางจากน้ำใต้ดินน้อยกว่า

(จ) <u>การวิเคราะห์ค่าโลหะหนักในท่อระบายน้ำสายหลักและคลองธรรมชาติ</u>

ผลการวิเคราะห์ค่าโลหะหนักจำพวกแคดเมียม ทองแดง โครเมียม นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ของน้ำทิ้งในท่อระบายน้ำสายหลักและน้ำในคลองต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดของค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ตรวจพบในแต่ละครั้งในตารางที่ 2-2 พบว่าสารโลหะหนักทุกค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ประเทศสิงคโปร์อนุญาตให้ระบายลงสู่ท่อสาธารณะ

ตารางที่ 2-2

สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของน้ำเสียในท่อและคลองธรรมชาติ

Samples from	Sampling no.	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Main drains	1	<0.003	0.01-0.041	<0.024	<0.01-0.048	<0.01-0.71	0.036-0.13
	2	<0.003	0.03-0.17	<0.02-0.44	<0.01-0.29	<0.02-0.04	0.13-0.24
Natural canals	1	<0.003	0.013-0.041	<0.024	<0.01-0.016	0.02-0.044	0.036-0.077
	2	<0.003-0.06	<0.007-0.05	<0.02	<0.01-0.29	<0.02-0.1	0.1-0.22
Max. allowable in Singapore (Appendix 7)		1	5	5	10	5	10

1.3 ปริมาณการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง

อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ระดับน้ำใต้ดินเมื่อเทียบกับระดับท้องท่อ และคุณภาพของท่อที่ใช้ รวมทั้งคุณภาพของผลงานการต่อท่อและวางท่อ แม้ว่าในการวางแผนและออกแบบจะได้พยายามไม่ให้มีน้ำใต้ดินซึมเข้าสู่ระบบท่อ โดยใช้มาตรการต่าง ๆ เช่น พยายามหลีกเลี่ยงไม่ออกแบบให้ระดับท่อต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินมาก และเลือกใช้วัสดุข้อต่อท่อที่ป้องกันการรั่วซึมได้ดี แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปมักจะยังมีน้ำใต้ดินบางส่วนซึมเข้าสู่ระบบท่อ เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจากการควบคุมคุณภาพของงานต่อท่อในสนามไม่สามารถทำได้อย่างพอเพียง ดังนั้นในการวางแผนและออกแบบจึงยังต้องออกแบบเลือกใช้ขนาดท่อเผื่อไว้ให้พอเพียงสำหรับรับน้ำที่จะมีซึมเข้าสู่ระบบท่อไว้ด้วย

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการประมาณปริมาณน้ำซึมเข้าสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ออกแบบในโครงการนี้ จึงได้ทำการตรวจวัดอัตราการซึมดังกล่าวที่เกิดขึ้นจริงในสภาพปัจจุบันในพื้นที่โครงการ โดยเลือกจุดตรวจวัดที่ท่อระบายน้ำของพื้นที่ตัวอย่าง 3 พื้นที่ ซึ่งมีลักษณะการใช้ที่ดินและสภาพของระดับน้ำใต้ดินต่างกัน รายละเอียดของการตรวจวัดที่ได้ดำเนินการได้บรรยายไว้ในภาคผนวกที่ 3 ของรายงานนี้ด้วยแล้ว ผลการตรวจวัดสรุปได้ว่า อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระบบท่อมีค่าตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 40% ของปริมาณน้ำทิ้ง ในพื้นที่ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าหรือไม่สูงจากระดับท้องท่อมากอัตราการซึมเข้าท่อเกือบไม่มีเลย แต่ในช่วงเวลาที่น้ำใต้ดินข้างแนวท่อมีระดับสูงกว่าระดับท้องท่อมาก เช่น ในฤดูฝนการซึมเข้าท่อที่เกิดขึ้นจริงวัดได้สูงถึงประมาณ 25-40% ของปริมาณน้ำทิ้งเฉลี่ยของทั้งวัน

อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อปริมาณน้ำเสียที่ทิ้งออกสู่ระบบรวบรวมน้ำเสีย ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งกำหนดขนาดของระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียที่จะต้องออกแบบ จากการตรวจวัดปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจริงในท่อระบายน้ำของพื้นที่ตัวอย่าง 3 พื้นที่ในบริเวณโครงการ ดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวกที่ 3 ประเมินสรุปได้ว่า อัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่โครงการในปัจจุบัน มีค่าตั้งแต่ประมาณ 1:0.40 ถึง 1:0.90 โดยพื้นที่ประเภทบ้านพักอาศัยแบบบ้านจัดสรรทั่วไปซึ่งมีบ้านและบริเวณสนามหญ้ามีอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งประมาณ 1:0.4 ถึง 1:0.5 ส่วนอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถวอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งประเมินได้สูงถึง 1:0.9 และย่านซึ่งมีการใช้ที่ดินหลายประเภท เช่น บ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์ อู่ซ่อมรถและอื่น ๆ มีอัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งที่ประเมินได้ประมาณ 1:0.7

2. ข้อมูลสำหรับระบบรวบรวมน้ำเสีย

ข้อมูลสำหรับการวางแผนและออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศและแผนที่เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกวางผังระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ข้อมูลลักษณะของชั้นดินและระดับน้ำใต้ดินตามแนวที่วางมีการวางท่อ และระบบท่อระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมทั้งทางระบายน้ำหลักต่าง ๆ ที่ได้มีการออกแบบและศึกษาความเหมาะสมโครงการเอาไว้แล้วด้วย ข้อมูลเหล่านี้มีทั้งที่รวบรวมจากข้อมูลที่มีอยู่เดิม และข้อมูลที่มีการสำรวจเพิ่มเติมในโครงการนี้ตามที่ได้วางแผนไว้

2.1 ภูมิประเทศและแผนที่

ข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนเบื้องต้นได้แก่ แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศที่มีการจัดทำไว้แล้ว ซึ่งได้แก่

- แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50 000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร
- แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:4 000 และมีเส้นชั้นความสูง 5 เมตร โดยมีเส้นแทรกทุก 1 เมตร ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ชุมชน จัดเตรียมโดยสำนักผังเมืองโดยวิธีโฟโตแกรมเมตรีจากภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วนประมาณ 1:40 000 ซึ่งถ่ายโดยกรมแผนที่ทหารในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2524 และใช้หมุดหลักฐานด้านระดับของกรมแผนที่ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเสาธงของเทศบาลเมืองชลบุรี
- ภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วนประมาณ 1:10 000 คลุมพื้นที่โครงการทั้งหมด เป็นภาพถ่ายซึ่งถ่ายเมื่อเดือนมกราคม 2527 สำหรับพื้นที่โครงการทั้งหมดได้ขยายภาพถ่ายเป็นมาตราส่วนประมาณ 1:4 000 เพื่อสะดวกต่อการใช้ร่วมงานกับแผนที่ภูมิประเทศ 1:4 000
- แผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่งของเมืองชลบุรี มาตราส่วน 1:10 000 ซึ่งจัดทำโดยสำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย เมื่อเดือนกันยายน 2528 ดังแสดงในรูปที่ 2-3

นอกจากข้อมูลที่มีอยู่เดิมแล้วข้างต้นแล้ว ยังได้ทำการสำรวจเพิ่มเติมในโครงการนี้สำหรับการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วยการสำรวจระดับและรูปตัดแนวถนนซึ่งมีการพิจารณาวางแนวท่อเพื่อการศึกษาความเหมาะสมในโครงการนี้ แนวที่ทำการสำรวจได้แสดงในรูปที่ 2-4 ผลสำรวจทั้งหมดได้เขียนเป็นแปลนและรูปตัดตามยาว ดังแสดงโดยตัวอย่างในรูปที่ 2-5 ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการใช้ในงานออกแบบระบบท่อต่อไป

2.2 ข้อมูลการสำรวจดิน

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะดินในพื้นที่โครงการได้มีการสำรวจวิเคราะห์ไว้โดยครอบคลุมทั่วพื้นที่โครงการในการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี (อ้างอิง 2) ผลการสำรวจศึกษาดังกล่าวแสดงว่า ชั้นดินในพื้นที่โครงการเป็นดินที่เกิดจากการตกตะกอนในทะเล และดินที่เกิดจากการทับถมเนื่องจากการพัดพาของน้ำ ซึ่งประกอบด้วยดินเหนียวและดินทรายเป็นชั้น ๆ บริเวณที่ติดชายทะเลดินชั้นบนเป็นดินเหนียวที่อ่อนมาก และมีดินตะกอนทรายหรือทรายทับถมกันอย่างหลวม ๆ ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินทรายปนดินตะกอนทรายหรือดินเหนียวที่ทับถมกันแน่นหรือแน่นมาก ส่วนบริเวณพื้นที่ซึ่งห่างจากทะเลนั้นชั้นดินเป็นทรายปนดินตะกอนทราย หรือดินเหนียวที่ทับถมกันแน่นหรือแน่นมาก

ข้อจำกัดที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะดินในพื้นที่โครงการคือการที่มีหินหรือดินแข็ง ซึ่งยากต่อการขุดวางท่ออยู่ที่ระดับไม่ลึกจากผิวดินเพียงไม่กี่เมตร ดังนั้นในโครงการนี้จึงได้ทำการสำรวจดินเพิ่มเติมเฉพาะในเรื่องการสำรวจหาชั้นหินหรือดินแข็งตามแนวที่มีการพิจารณาวางท่อ โดยได้ดำเนินการสำรวจโดยใช้เครื่องมือ Light Ram Sounder (Kunzelstab) ตอกหยั่งหาชั้นหินหรือดินแข็งทุก ๆ ระยะประมาณ 250 เมตร ตลอดแนวที่สำรวจระดับและรูปตัดถนน ดังแสดงตำแหน่งและผลสำรวจในรูปที่ 2-4 และ 2-5 ตามลำดับ

2.3 ระดับน้ำใต้ดิน

ที่ทุก ๆ ระยะประมาณ 500 เมตร ตามแนวสำรวจ ได้สำรวจระดับน้ำใต้ดินโดยใช้สว่านมือสำหรับเจาะดิน (Hand Auger) เจาะให้ถึงระดับน้ำใต้ดิน แล้วบันทึกระดับเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง

ไว้ รวมทั้งได้สำรวจวัดระดับน้ำใต้ดินที่บ่อน้ำตื้นของชาวบ้านที่ตั้งอยู่ใกล้แนวสำรวจไว้ด้วย ระดับน้ำใต้ดินที่สำรวจได้ได้แสดงไว้รวมกับผลสำรวจระดับดินและระดับดินแข็ง (ดูรูป 2-4 และ 2-5) นอกจากการเจาะวัดระดับน้ำใต้ดินตามแนวสำรวจข้างต้นนี้แล้ว ยังได้ติดตั้งบ่อสำหรับตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน (Observation Well) โดยทำไว้ที่บริเวณชายทะเลใกล้ปากคลองละมุเป็นท่อพีวีซีขนาด ϕ 50 มม ยาว 4 เมตร และได้ทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินติดต่อกันเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินตามฤดูกาลด้วย ผลการตรวจวัดแสดงไว้ในรูปที่ 2-6

2.4 ระบบระบายน้ำฝน

ระบบระบายน้ำฝนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในโครงการนี้ได้แก่ ระบบท่อระบายน้ำฝนในเขตชุมชนเทศบาลปัจจุบันและใกล้เคียง และระบบระบายน้ำหลักที่ได้ศึกษาและเสนอแนะในการศึกษาความเหมาะสมโครงการของระบบระบายน้ำไปแล้ว (อ้างอิง 2) เนื่องจากการพิจารณาออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียในโครงการนี้ต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับระบบท่อระบายน้ำที่มีอยู่เดิม และสอดคล้องกับระบบระบายน้ำหลักที่จะจัดทำขึ้นในอนาคตด้วย

ระบบท่อระบายน้ำในเขตชุมชนของเทศบาลปัจจุบันซึ่งทำหน้าที่รับน้ำเสียด้วยแสดงไว้โดยสังเขปในรูปที่ 2-7 ซึ่งจะเห็นว่ามีท่อระบายน้ำสายหลักที่สำคัญที่ระบายน้ำลงสู่ทะเลตามแนวถนนและซอยต่าง ๆ ที่อยู่ในทิศที่ตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง เช่น ซอยศรีนิคม ถนนอัครนิวาตต่อด้วยซอยลาดวิถี ถนนชัยชนะต่อด้วยซอยหลานกุญชรและต่อด้วยซอยคูกำพล เป็นต้น ท่อสายหลักเหล่านี้รับน้ำจากท่อสายรองต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อ ดังแสดงในรูปที่ 2-7

สำหรับรายละเอียดของระบบระบายน้ำหลักที่เสนอแนะให้ดำเนินการปรับปรุงในการศึกษาความเหมาะสมโครงการ (อ้างอิง 2) ได้แก่ คลองสังเขป คลองบางปลาสร้อย และทางระบายน้ำอื่นดังได้แสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 1 แล้ว

3. ข้อมูลสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียบริเวณปากคลองละมุ

3.1.1 ภูมิประเทศและการถือครองที่ดิน

ที่ดินบริเวณปากคลองละมุซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแสดงในรูปที่ 2-8 ซึ่งแบ่งเป็นที่ดินซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดแบบ RBC และที่ดินซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง (SP) ซึ่งใช้ที่ดินมากกว่ามาก

สำหรับที่ดินซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดแบบ RBC ตั้งอยู่ด้านตะวันตกของถนนพระยาสัจจาซึ่งเป็นด้านที่อยู่ติดกับทะเล และอยู่ด้านทิศใต้และติดกับคลองละมุ (รูปที่ 2-8) ลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่มชายทะเล มีน้ำทะเลท่วมถึงในขณะที่น้ำทะเลขึ้นสูง ยังมีต้นไม้ประเภทโกงกางขึ้นอยู่เนื่องจากยังไม่มีการทำประโยชน์บนที่ดิน (ภาพที่ 1 และ 2) แต่ถัดลงมาทางทิศใต้เป็นที่ดินจัดสรรขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีซึ่งมีการถมที่ สร้างถนน และมีไฟฟ้าผ่านถึงแล้ว เริ่มมีบ้านพักอาศัยอยู่บ้าง บริเวณที่ดินซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC มีระดับดินค่อนข้างต่ำ จากประมาณระดับน้ำทะเล

ภาพที่ 1

สภาพพื้นที่ของที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ด้านที่ติดกับ
ชายทะเลซึ่งปัจจุบันเป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึงและยังมิได้ปรับปรุงพื้นที่

ภาพที่ 2

พื้นที่ปากคลองละมุซึ่งพิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัด
น้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ยังไม่มีการพัฒนาพื้นที่ในปัจจุบัน

ปานกลางที่บริเวณริมที่ติดทะเล ถึงระดับประมาณ 1.0 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางบริเวณด้านที่ติดกับถนนพระยาสัจจา (รูปที่ 2-9) ส่วนระดับพื้นดินของแปลงที่ดินที่อยู่ข้างเคียงมีระดับสูงประมาณ 1.6 ถึง 1.8 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังที่แสดงในรูปที่ 2-8 พื้นที่ที่พิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดแบบ RBC เป็นที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดทั้งสิ้น และมีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 21.75 ไร่ และจากการประชุมปรึกษาหารือของคณะทำงานโครงการนี้กับหน่วยงานส่วนท้องถิ่นซึ่งประกอบด้วยตัวแทนของจังหวัด สำนักงานที่ดินจังหวัด ประมงจังหวัด องค์การบริหารส่วนจังหวัด โยธาธิการจังหวัด และหน่วยงานท้องถิ่นอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประชุมที่ศาลากลางจังหวัดชลบุรี สรุปได้ว่ามีแนวโน้มความเป็นไปได้มากที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดจะให้ใช้ที่ดินบริเวณที่พิจารณานี้สำหรับเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นสาธารณูปโภคที่เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวม นอกจากนั้นในบริเวณดังกล่าวและบริเวณใกล้เคียงก็ไม่มีกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวกับการประมงของหน่วยราชการจะมีก็เพียงแต่การเลี้ยงกุ้งของเอกชนเพียง 2-3 ราย ซึ่งมีพื้นที่เพียงเล็กน้อย

เนื่องจากขนาดของที่ดินที่ต้องการสำหรับเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งมีขนาดใหญ่ถึงประมาณ 200 ไร่ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้พื้นที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดได้ พื้นที่ที่พิจารณาเป็นที่มีขนาดใหญ่ที่อาจเป็นไปได้ได้แก่ พื้นที่ลุ่มด้านทิศตะวันออกของถนนพระยาสัจจาดังแสดงในรูปที่ 2-8 พื้นที่ดังกล่าวเป็นที่ลุ่มต่ำ ยังไม่มีการถมที่ในขณะที่ทำการสำรวจ (ต้นปีพ.ศ.2529) แต่รอบ ๆ บริเวณเริ่มมีการถมที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์เป็นที่พักอาศัยและอื่น ๆ ยังมีต้นไม้ประเภทโกงกางขึ้นอยู่ทั่วไป ระดับพื้นดินในบริเวณที่ลุ่มสูงประมาณ 1-1.2 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังแสดงในผลการสำรวจระดับซึ่งดำเนินการในโครงการนี้ในรูปที่ 2-10 ที่ลุ่มบริเวณนี้ในปัจจุบันน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงเวลาน้ำทะเลขึ้นสูง โดยไหลเอ่อย้อนปากคลองละมุลอดใต้สะพานถนนพระยาสัจจาเข้าสู่ที่ลุ่มดังกล่าว และเมื่อน้ำทะเลลงต่ำน้ำจากที่ลุ่มก็ระบายออกสู่ทะเล นอกจากนั้นน้ำที่ระบายจากคลองละมุและจากคลองกระโดน (หรือห้วยกะปิ) ในปัจจุบันก็ระบายมารวมกันที่บริเวณที่ลุ่มนี้ เพื่อไหลออกสู่ทะเลผ่านทางสะพานถนนพระยาสัจจา อย่างไรก็ตามในการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม (อ้างอิง 2) ได้เสนอแนะให้ระบายน้ำจากคลองกระโดนลงสู่ทะเลที่แนวทางระบายน้ำเดิมซึ่งผ่านบริเวณที่ดินจัดสรรขององค์การบริหารส่วนจังหวัด ดังนั้นในอนาคตน้ำจากคลองกระโดนจะไม่ระบายลงสู่ที่ลุ่มนี้

ที่ดินบริเวณที่พิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งนี้เป็นที่ดินซึ่งเป็นกรรมสิทธิ์ของราษฎรและมีโฉนดแล้วทั้งหมด ดังแสดงโดยแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินที่ตรวจสอบได้จากสำนักงานที่ดินจังหวัดชลบุรีในรูปที่ 2-8 ซึ่งจะเห็นว่ามีราษฎรเป็นเจ้าของอยู่ทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 40 ราย

อนึ่ง จากการสอบถามกรมประมงเกี่ยวกับโครงการของกรมประมงเกี่ยวกับการใช้ที่ดินบนฝั่งบริเวณปากคลองละมุสำหรับทำกิจกรรมเกี่ยวกับการประมง ได้รับแจ้งอย่างเป็นทางการแล้วว่ากรมประมงยังไม่มีโครงการที่จะจัดตั้งสถานเพาะพันธุ์ปลาหรือทำกิจกรรมอื่นใดในที่ดินบนฝั่งดังกล่าว และเพื่อตรวจสอบข้อขัดข้องอันอาจมีขึ้นในการใช้ที่ดินบริเวณดังกล่าวเพื่อเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในด้านที่เกี่ยวกับผังเมืองรวมชลบุรี จึงได้มีการสอบถามไปยังสำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งก็ได้รับแจ้งอย่างเป็นทางการแล้วว่า สำนักผังเมืองได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โรงบำบัดน้ำเสียนับเป็นกิจการกำจัดสิ่งปฏิกูล ซึ่งเป็นกิจการต้องห้ามตามข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับที่ดินซึ่งกำหนดให้เป็นที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นน้อยในบริเวณดังกล่าว ดังนั้นหากมีความประสงค์ที่จะใช้ที่ดินบริเวณดังกล่าวเพื่อเป็นที่ตั้งระบบ

บำบัดน้ำเสียจะต้องเร่งส่งรายละเอียดโครงการและผังบริเวณที่จะดำเนินการไปยังสำนักผังเมือง เพื่อพิจารณาแก้ไขกำหนดลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณดังกล่าวให้สามารถใช้เป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียได้โดยถูกต้องตามกฎหมาย

3.1.2 ลักษณะและคุณสมบัติของดิน

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของดินในบริเวณปากคลองละมุได้เคยมีการสำรวจศึกษาไว้แล้วในการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม (อ้างอิง 2) และในโครงการศึกษาความเหมาะสมโครงการถมทะเลบริเวณเทศบาลชลบุรี (อ้างอิง 27) ข้อมูลที่มีประโยชน์และเกี่ยวข้องโดยตรงได้แก่ ข้อมูลจากการสำรวจหลุมเจาะ DH14 ซึ่งได้แสดงตำแหน่งไว้ในรูปที่ 2-8 เป็นหลุมเจาะสำรวจที่เจาะลึก 13.45 เมตร ที่ปากหลุมมีระดับ +1.64 เมตร (รทก) และพบน้ำใต้ดินที่ระดับ +1.32 เมตร ผลการวิเคราะห์สภาพดิน พบว่าดินชั้นบนจนถึงความลึก 3.45 เมตร เป็นตะกอนดินเหนียว ตะกอนดินทรายและตะกอนดินเหนียวปนทรายที่อ่อน รองรับด้วยชั้นดินเหนียวปนทรายหยาบจนถึงระดับความลึก 7 เมตร ซึ่งก็ยังเป็นชั้นที่รับแรงอัดได้ปานกลางยังไม่แข็งแรงมาก จากระดับ 7-12 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวปนทรายที่รับแรงอัดได้สูง และชั้นสุดท้ายเป็นชั้นดินเหนียวปนทรายที่แข็ง ดังรายละเอียดชั้นดินที่แสดงไว้ในรูปที่ 2-11 ดังนั้นฐานรากของอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ จำเป็นจะต้องใช้เสาเข็ม โดยแนะนำให้ใช้เสาเข็มขนาด 0.35X0.35X10.00 เมตร ซึ่งรับน้ำหนักปลอดภัยได้ 35 ตันต่อต้น

3.2 ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียบริเวณบางทราย

3.2.1 ภูมิประเทศและการถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน

ที่ตั้งแห่งนี้อยู่บริเวณเหนือขอบเขตพื้นที่โครงการ ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มชายทะเล มีน้ำทะเลท่วมถึงในบางฤดู ลักษณะทั่วไปเป็นป่าชายเลนมีต้นไม้ขึ้นเป็นหย่อม ๆ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนาเกลือ บริเวณนี้มีประชาชนอาศัยอยู่น้อยมาก เนื่องจากยังไม่มีถนนหรือไฟฟ้าเข้าถึง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-12 และมีแนวโน้มว่าจะเจริญเติบโตช้ากว่าพื้นที่บริเวณปากคลองละมุ ในบริเวณดังกล่าวไม่มีที่ดินที่เป็นกรรมสิทธิ์ของทางราชการ หากจะใช้ที่ดินในบริเวณนี้เป็นสถานที่ก่อสร้างระบบบำบัดแล้ว จำเป็นจะต้องจัดซื้อหรือใช้วิธีเวนคืนจากเอกชน

3.2.2 ลักษณะและคุณสมบัติของดิน

จากการพิจารณาผลสำรวจดินในโครงการศึกษาความเหมาะสมระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม (อ้างอิง 2) ประเมินได้ว่าคุณสมบัติของชั้นดินและการรับน้ำหนักของเสาเข็มคล้ายคลึงกับที่บริเวณที่ตั้งปากคลองละมุ

3.3 สภาพแหล่งรับน้ำทิ้ง

แหล่งรับน้ำทิ้งขั้นสุดท้ายสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียเมืองชลบุรีได้แก่ ทะเลในอ่าวชลบุรี ในโครงการนี้ได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลในอ่าวชลบุรีรวมสองครั้ง ครั้งแรกในช่วงปลายฤดูฝนระหว่าง 18-29 พฤศจิกายน 2528 และครั้งที่สองในช่วงฤดูแล้งระหว่าง 17 มีนาคม ถึง 11 เมษายน 2529 รายละเอียดการสำรวจรวมทั้งผลวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2 ของรายงานนี้ ซึ่งสามารถสรุปสภาพของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีได้ดังนี้

3.3.1 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเล

ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลที่ทำการตรวจวัดในการสำรวจครั้งแรก ปรากฏว่ามีตั้งแต่ตรวจไม่พบจนถึง 11 000 MPN/100มล โดยมีค่าสูงสุดที่บริเวณทะเลที่อยู่ใกล้ชุมชนเทศบาลซึ่งมีค่าสูงถึง 11 000 MPN/100มล ทั้งที่ใกล้ผิวน้ำและที่กึ่งกลางความลึก ค่าที่ตรวจพบใกล้เคียงกับที่เคยตรวจพบบริเวณหาดบางแสน (อ้างอิง 24) ที่ระดับกึ่งกลางความลึกของทะเลพบว่าทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิน 2 000 MPN/100 มล แม้จะอยู่ห่างฝั่งถึง 3 กม ดังแสดงในรูปที่ 1-9 ส่วนค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลที่ทำการตรวจวัดในครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บที่ความลึก 50 ซม จากผิวน้ำ ตรวจวัดได้ค่าตั้งแต่ตรวจไม่พบจนถึง 11 000 MPN/100มล ยกเว้นมีอยู่ 1 ตัวอย่างซึ่งตรวจวัดได้ถึง 110 000 MPN/100มล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-13 ซึ่งนับว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีมีค่าที่สูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลสำหรับกิจการที่ต้องมีการสัมผัสกับน้ำทะเล และสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทะเลสำหรับกิจการการเลี้ยงหอยและสัตว์น้ำมาก

3.3.2 ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเล

ผลการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรี ดังได้แสดงโดยค่าต่ำสุดและสูงสุดในตารางที่ 2-3 แสดงว่าน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีมีปริมาณแคดเมียม โครเมียม นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสีในปริมาณที่สูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทะเลของสหรัฐอเมริกา และอยู่ในขั้นที่ถือว่าเป็นอันตราย (Hazardous) (อ้างอิง 42) แต่ก็นับว่ามีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโลหะหนักต่าง ๆ ที่ตรวจพบในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (อ้างอิง 28) ยกเว้นค่าแคดเมียม ซึ่งน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีจะมีค่าแคดเมียมสูงกว่า

3.3.3 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนท้องทะเล

ช่วงค่าต่ำสุดและสูงสุดของปริมาณสารโลหะหนักต่าง ๆ ที่ตรวจพบในการสำรวจทั้ง 2 ครั้ง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-4 และเนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินในปัจจุบันยังมีอยู่จำกัดจึงได้ทำการเปรียบเทียบเฉพาะค่าแคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว กับปริมาณที่ตรวจพบในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน พบว่ามีปริมาณโลหะหนักใกล้เคียงกัน ยกเว้นแคดเมียมในตะกอนดินของอ่าวชลบุรีมีค่าสูงกว่าที่ตรวจพบในตะกอนดินของทะเลเมดิเตอร์เรเนียนเช่นกัน

สำหรับค่าของดรรชนีคุณภาพน้ำทะเลอื่น ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องและมีผลต่อการเดินระบบบำบัดน้ำเสียหรือส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ตรวจพบกันทั่วไป รวมทั้งปริมาณ DDT หรือ PCB ซึ่งตรวจไม่พบเลย ก็ได้แสดงรายละเอียดผลของการตรวจวัดในภาคผนวกที่ 2 แล้ว

3.4 ลักษณะสมุทรศาสตร์

ในการศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี การศึกษาลักษณะสมุทรศาสตร์ของอ่าวชลบุรีมีความจำเป็นในสองประเด็นคือ (1) เพื่อใช้ประกอบการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบทิ้งน้ำเสียนอกชายฝั่งทะเล และ (2) เพื่อใช้ในการพยากรณ์การแพร่กระจายของมลสารและแบคทีเรียจากการปล่อยน้ำเสียลงทะเลอ่าวชลบุรี สำหรับประกอบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้แก่ สภาพภูมิอากาศ สภาพท้องทะเล ลักษณะการขึ้นลงของน้ำทะเล กระแสน้ำ และลักษณะการแพร่กระจายในน้ำทะเล ข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้ได้มีการศึกษารวบรวมไว้หลายแห่ง ทั้งที่เป็นการศึกษาในบริเวณกว้างซึ่งครอบคลุมพื้นที่อ่าวไทยทั้งหมดและที่เป็นการศึกษาเฉพาะแห่งในบริเวณข้างเคียง

ตารางที่ 2-3

สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลอ่าวชลบุรี

จุดเก็บตัวอย่าง	Sampling no.	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
น้ำทะเลอ่าวชลบุรี	1	0.055-0.91	0.036-0.101	<0.055-<0.07	0.20-0.30	0.11-0.20	0.051-0.84
	2	0.03-0.10	0.03-0.11	0.09-0.12	0.15-0.38	0.08-0.3	0.04-0.4
*US. Marine Water Criteria : Minimal Risk		0.0002	-	0.05	0.002	0.01	0.02
: Hazardous		0.01	-	0.1	0.1	0.05	0.1
*Hawaiian Standard		0.005	-	0.1	-	-	-
** ค่าที่ตรวจพบในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน		0.000031-0.02	-	0.1-3.3	-	0.000068-0.95	-

*อ้างอิง 42

**อ้างอิง 28

ตารางที่ 2-4

สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนท้องทะเลอ่าวชลบุรี

จุดเก็บตัวอย่าง	Sampling no.	Cd mg/kg	Cu mg/kg	Cr mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg
ตะกอนท้องทะเล	1	0.67-2.02	7.05-21.78	17.95-47.44	7.36-29.44	12.17-20.46	15.45-48.20
	2	<0.9-2.77	14.93-78.18	<4-20.72	6.07-34.92	<3	16.42-56.19
** ค่าที่ตรวจพบในตะกอนดินทะเลเมดิเตอร์เรเนียน		0.18-1.7	-	14-112	-	8.4-300	-

**อ้างอิง 28

อ่าวชลบุรี (อ้างอิง 24 และ 29 ถึง 34) ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาจากการสำรวจศึกษาเดิม เหล่านี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงสภาพทั่วไปของอ่าวไทยในบริเวณกว้าง ส่วนข้อมูลรายละเอียดของอ่าวชลบุรีได้จากการสำรวจศึกษาซึ่งจัดขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ โดยได้แสดงไว้แยกกันในตอนต่อไปนี้

3.4.1 <u>ลักษณะที่ประเมินจากการศึกษาที่มีอยู่เดิม</u>

ข้อมูลพื้นฐานของสภาพสมุทรศาสตร์ของอ่าวชลบุรีซึ่งรวบรวมได้จากการสำรวจศึกษาต่าง ๆ ที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้

(ก) <u>สภาพภูมิอากาศ</u>

ภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยจัดอยู่ในประเภทภูมิอากาศลมมรสุมศูนย์สูตรซึ่งแบ่งเป็นสองฤดูมรสุมกล่าวคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในช่วงจากประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีอากาศร้อนและชื้นพัดผ่าน พาฝนขนาดปานกลางถึงฝนหนักมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้และจากทางใต้ ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศในทิศทางตรงกันข้าม ช่วงที่ลมเปลี่ยนทิศทางระหว่างเดือนเมษายนและเดือนตุลาคมสภาพภูมิอากาศจะแปรปรวน

จากสถิติอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดในเขตจังหวัดชลบุรีสรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยประมาณ 27°ซ มีสถิติอุณหภูมิสูงสุด 45.5°ซ และอุณหภูมิต่ำสุด 9.9°ซ สำหรับอุณหภูมิน้ำทะเลสูงสุดของฤดูร้อนในเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 30.5°ซ อุณหภูมิต่ำสุดของฤดูหนาวในเดือนธันวาคมเท่ากับ 26.0°ซ

(ข) <u>สภาพท้องทะเล</u>

ท้องทะเลอ่าวไทยตอนบนมีขนาดเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 100X100 ตารางกิโลเมตร มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 15 เมตร มีความลาดเอียงของก้นทะเลโดยเฉลี่ยประมาณ 1 ต่อ 1 200 (อ้างอิง 24, 29) และมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 24 เมตร ที่ปากของอ่าวไทยตอนบนซึ่งอยู่ระหว่างเส้นต่อระหว่างสัตหีบกับหัวหิน ลักษณะตะกอนบริเวณก้นอ่าวไทยตอนบนซึ่งเคยมีการสำรวจไว้แล้วแสดงในรูปที่ 2-14 ซึ่งแสดงให้เห็นอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำที่พัดพาตะกอนมาตกทิ้งไว้ในอ่าวไทยตอนบน ดินตะกอน (Silt) จากแม่น้ำบางปะกงแพร่กระจายตลอดแนวฝั่งชลบุรีไปจนถึงบริเวณอ่างศิลา

(ค) <u>ลักษณะการขึ้นลงของน้ำทะเล</u>

เนื่องจากอ่าวชลบุรีบริเวณพื้นที่โครงการมิได้มีการวัดระดับน้ำทะเลอย่างต่อเนื่องในอดีต จึงได้ใช้ข้อมูลการขึ้นลงของน้ำทะเลในบริเวณใกล้เคียงที่เกาะสีชังเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบกับระดับน้ำที่วัดในอ่าวชลบุรีดังแสดงในรูปที่ 2-15 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระดับน้ำในอ่าวชลบุรีมีลักษณะการขึ้นลงคล้ายกับระดับน้ำที่เกาะสีชัง แต่เนื่องจากอ่าวชลบุรีอยู่ติดชายฝั่งจึงเป็นผลให้ระดับน้ำรายชั่วโมงและระดับน้ำสูงสุดรายวันในอ่าวชลบุรีสูงกว่าที่เกาะสีชังประมาณ 0.2 เมตร ระดับน้ำลงต่ำสุดบริเวณอ่าวชลบุรี ซึ่งประเมินจากระดับน้ำลงต่ำสุดที่เกาะสีชังและที่ปากแม่น้ำบางปะกงมีค่าต่ำจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.18 เมตร และระดับน้ำสูงสุดที่วัดได้ตั้งแต่ปีพ.ศ.2483 ที่เกาะสีชังซึ่งอยู่ห่างออกไปจากชลบุรีประมาณ 30 กม วัดได้สูง 1.84 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางในเดือนธันวาคมพ.ศ.2525

การขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณอ่าวชลบุรีเป็นแบบน้ำผสมคือ มีการขึ้นลงวันละสองครั้งในช่วงน้ำตาย (Neap Tide) และขึ้นลงวันละครั้งในช่วงน้ำเกิด (Spring Tide) ดังแสดงในรูปที่ 2-17 ค่าแตกต่างระหว่างระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดในแต่ละวัน (Tidal Range) มีค่าประมาณ 1.5 เมตร หรือต่ำกว่าในช่วงน้ำตาย และมีค่ามากกว่า 3 เมตรในช่วงน้ำเกิด สถิติระดับน้ำขึ้นสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนที่รวบรวมจากข้อมูลของแผนกระดับน้ำ กรมอุทกศาสตร์ (อ้างอิง 24) แสดงว่าน้ำทะเลสูงอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยสูงสุดในเดือนธันวาคม ส่วนช่วงระดับน้ำทะเลลงต่ำอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ดังมีค่าระดับน้ำทะเลในแต่ละเดือนดังนี้

	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
ระดับน้ำสูงสุดโดยเฉลี่ย, ม (รทก)	+1.45	+1.44	+1.28	+1.26	+1.25	+1.25	+1.24	+1.18	+1.12	+1.28	+1.41	+1.50
ระดับน้ำต่ำสุดโดยเฉลี่ย, ม (รทก)	-1.83	-1.68	-1.57	-1.86	-2.11	-2.14	-2.16	-1.94	-1.76	-1.83	-1.93	-1.92
ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุด,ม	3.28	3.12	3.85	3.12	3.36	3.39	3.40	3.12	2.88	3.11	3.34	3.42

(ง) <u>กระแสน้ำ</u>

กระแสน้ำในทะเลที่สำคัญต่อการแพร่กระจายมลสารในโครงการนี้ได้แก่ กระแสน้ำที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (Tidal Current) กระแสน้ำที่เกิดจากลมและเกิดจากคลื่นมีความสำคัญน้อยกว่ามาก เนื่องจากกระแสน้ำที่เกิดจากลมมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับกระแสน้ำที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (อ้างอิง 33) แม้แต่ความเร็วของกระแสน้ำที่เกิดจากลมในตอนกลางของอ่าวไทย (Middle Gulf) ซึ่งอยู่นอกอ่าวไทยตอนบนก็มีค่าโดยทั่วไปเพียงประมาณ 10-20 เซ็นติเมตรต่อวินาทีเท่านั้น (ประมาณ 3-4% ของความเร็วลม) สำหรับในบริเวณชายฝั่งชลบุรีกระแสน้ำที่เกิดจากลมก็มีความเร็วประมาณ 3-4% ของความเร็วลม และเป็นกระแสน้ำที่บริเวณชั้นผิวหน้าของน้ำทะเลเท่านั้น ส่วนกระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นหัวแตก (Longshore Current) บริเวณชายฝั่งชลบุรีก็มีค่าต่ำ เนื่องจากความสูงของคลื่น (Significant Wave Height) ในบริเวณนี้มีค่าสูงสุดเพียงประมาณ 1.5 เมตรเท่านั้น จึงทำให้พื้นที่ชายฝั่งที่จะมีกระแสน้ำจากคลื่นหัวแตกมีเพียงพื้นที่แคบ ๆ จากชายฝั่งถึงตำแหน่งที่มีความลึกประมาณ 1.2 เมตรเท่านั้น (อ้างอิง 33)

กระแสน้ำที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนมีค่า 0.25 ถึง 0.75 เมตรต่อวินาทีขนานกับแนวชายฝั่ง จากการตรวจวัดที่บริเวณสัตหีบพบว่าผลรวมของการเคลื่อนที่ของน้ำทะเลออกจากอ่าวมีค่าประมาณ 2 เซ็นติเมตรต่อวินาที และระยะทางเคลื่อนที่ไกลสุดประมาณ 7 กิโลเมตรต่อวัน

โดยการคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มในอ่าวไทยตอนบนและปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนบนพบว่า ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำออกจากอ่าวไทยตอนบนมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม โดยมีความเร็วเฉลี่ย 4 เซ็นติเมตรต่อวินาที และมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน ซึ่งเฉลี่ยเพียง 0.15 เซ็นติเมตรต่อวินาที (อ้างอิง 33)

สำหรับการตรวจวัดกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวไทยที่ใกล้เคียงกับชลบุรีมีผลดังนี้ (อ้างอิง 34)

- นอกชายฝั่ง 2 กิโลเมตร ที่อ่าวไผ่ ศรีราชา
  - . กระแสน้ำเร็วที่สุด 0.18 เมตรต่อวินาทีในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
  - . กระแสน้ำเร็วที่สุด 0.13 เมตรต่อวินาทีในทิศตะวันตกเฉียงใต้
- บริเวณโรงกลั่นน้ำมันเอสโซ่ซึ่งอยู่ห่างจากอ่าวไผ่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 3.6 กิโลเมตร
  - . บริเวณหัวไขดหิน (Headland) กระแสน้ำเร็วสุดประมาณ 0.7 เมตรต่อวินาทีในช่วงน้ำขึ้นและ 0.5 เมตรต่อวินาทีในช่วงน้ำลงโดยมีทิศทางขนานกับชายฝั่ง
  - . บริเวณห่างชายฝั่งไม่เกิน 1 000 เมตร กระแสน้ำช้ากว่า 0.25 เมตรต่อวินาที
- บริเวณที่ตั้งโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่อ่าวไผ่ ศรีราชา กระแสน้ำเร็วสุดในช่วงน้ำเกิด (Spring Tide) ประมาณ 0.2 เมตรต่อวินาที ในทิศทางไปยังทิศใต้ และประมาณ 0.3 เมตรต่อวินาทีไปยังทิศเหนือ

(จ) <u>ลักษณะการแพร่กระจาย</u>

จากการศึกษาการแพร่กระจายบริเวณอ่าวไผ่ ชลบุรี โดยการวัดการหมุนเวียนของกระแสน้ำประเมินเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (อ้างอิง 31) พบว่าการแพร่กระจายเฉลี่ยตามระดับความลึกมีสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในทิศทางขนานกับแนวชายฝั่งอยู่ในช่วง 2.33 ถึง 7.40 $ม^2$/วินาที และสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในทิศทางตั้งฉากกับแนวชายฝั่งอยู่ในช่วง 1.50 ถึง 3.97 $ม^2$/วินาที ทั้งนี้สรุปได้ว่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในสองทิศทางมีค่าประมาณใกล้เคียงกันหรือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3-4 $ม^2$/วินาที

(ฉ) <u>อิทธิพลของแม่น้ำบางปะกงต่อน้ำทะเลชายฝั่งชลบุรี</u>

น้ำทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงไปจนถึงสัตหีบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดปีอันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำทะเลจากอ่าวไทยตอนล่าง จากน้ำจืดจากแม่น้ำบางปะกง และจากกระแสลมซึ่งช่วยในการพัดพาและผสมผสานน้ำทะเลที่มีความเข้มข้นและคุณสมบัติต่างกันเข้าด้วยกัน

ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์การผสมผสานของน้ำทะเลจากอ่าวไทยตอนล่างเป็นไปได้ดี โดยมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือช่วยพัดพาน้ำทะเลจากบริเวณชายฝั่งชลบุรีไปทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน และมีน้ำทะเลคุณภาพดีจากอ่าวไทยตอนล่างเคลื่อนเข้าสู่บริเวณชายฝั่งทางสัตหีบ ในช่วงเวลานี้ตลอดชายฝั่งจะมีน้ำทะเลคุณภาพดีและใสสะอาด ในเดือนมีนาคมและเมษายนเริ่มมีอิทธิพลน้ำจืดจากแม่น้ำ

บางปะกงซึ่งก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของน้ำทะเลซึ่งตรวจวัดได้ถึงบริเวณอ่างศิลา ทิศทางของกระแสน้ำชายฝั่งเปลี่ยนเป็นจากทิศเหนือไปใต้ ในช่วงเวลานี้การหมุนเวียนของน้ำทะเลออกจากอ่าวไทยตอนบนเป็นไปได้ช้ากว่าช่วงอื่นของปี จึงเป็นช่วงเวลาที่สภาพการแพร่กระจายมลสารออกจากอ่าวไทยตอนบนรวมทั้งชายฝั่งชลบุรีเป็นไปได้น้อยที่สุด คุณภาพน้ำทะเลจึงด้อยกว่าช่วงอื่นของปี ยกเว้นบริเวณตอนล่างของชายฝั่งตะวันออกที่น้ำทะเลยังคงสภาพดี เนื่องจากยังได้รับน้ำทะเลที่ใสสะอาดจากอ่าวไทยตอนล่างอยู่

เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน น้ำจืดจากแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลลงสู่ทะเลมากขึ้นก็ดันน้ำเค็มที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปทางทิศใต้ตามแนวชายฝั่ง น้ำทะเลซึ่งมีน้ำจืดจากแม่น้ำผสมอยู่ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทะเลโดยทั่วไปจะกระจายครอบคลุมชายฝั่งชลบุรีไปจนถึงบริเวณนาเกลือและพัทยาในเดือนสิงหาคม ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมน้ำจืดจากแม่น้ำซึ่งมีตะกอนแขวนลอยอยู่มากประกอบกับกระแสลมแรงตามฤดูกาลทำให้การผสมผสานของน้ำทะเลเป็นไปได้ดี จึงทำให้น้ำทะเลบริเวณชายฝั่งมีความขุ่นสูง ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายนความเค็มของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งชลบุรีและอ่างศิลามีค่าต่ำถึงประมาณ 21 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น ซึ่งเทียบเท่ากับความเค็มของของน้ำที่ได้จากการผสมน้ำทะเล 2 ส่วนกับน้ำจืด 1 ส่วน โดยปริมาตร

ในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนปริมาณน้ำจืดเริ่มลดน้อยลง ประกอบกับลมเริ่มเปลี่ยนทิศทางเป็นลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงพัดพาน้ำทะเลที่มีน้ำจืดผสมข้ามอ่าวไทยตอนบนไปยังฝั่งทะเลด้านตะวันตกและช่วยในการผสมผสานน้ำทะเลได้ดีขึ้น จนกระทั่งถึงเดือนมกราคมก็จะมีการหมุนเวียนของน้ำทะเลจากอ่าวไทยตอนล่างเข้ามาอีก แล้ววนเวียนเปลี่ยนแปรตามลักษณะข้างต้นต่อไป

3.4.2 <u>ลักษณะที่ประเมินจากการสำรวจภาคสนาม</u>

ผลการสำรวจสมุทรศาสตร์ในโครงการนี้ได้ดำเนินการในช่วงเดือนมกราคม 2529 ผลการสำรวจสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

(ก) <u>สภาพท้องทะเลและลักษณะดินตะกอน</u>

ระดับท้องทะเลในบริเวณอ่าวชลบุรีที่พิจารณาเป็นสถานที่ปล่อยน้ำเสียนอกชายฝั่งที่สำรวจได้แสดงในรูปที่ 2-16 ค่าระดับความลึกสำรวจและแสดงผลไว้ในแนวต่าง ๆ โดยการหยั่งน้ำ (Sounding)จากเรือ และสำรวจตำแหน่งของเรือโดยใช้กล้องแนว 2 กล้อง ซึ่งตั้งอยู่บนฝั่งที่จุด 2 จุด อ่านมุมไปยังเรือ จากค่าระดับน้ำทะเลในขณะที่ทำการหยั่งน้ำที่วัดเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง สามารถคำนวณระดับท้องทะเลเทียบกับระดับทะเลปานกลางได้

สภาพท้องทะเลโดยทั่วไปเป็นที่ตื้น มีร่องน้ำลึกซึ่งมีความลึกที่สุดประมาณ 8.5 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ห่างชายฝั่งที่บริเวณอ่างศิลาออกไปประมาณ 2 400 เมตร

ตำแหน่งโป๊ะและฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมในบริเวณอ่าวชลบุรีที่สำรวจได้แสดงไว้ในแผนที่แสดงระดับท้องทะเล พร้อมกับลักษณะดินตะกอนในบริเวณที่สำรวจและตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดินตะกอนเพื่อวิเคราะห์ขนาดของดินตะกอน พื้นทะเลและชายฝั่งโดยทั่วไปเป็นเลน ตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์มีเลนมากกว่า 50% (ตารางที่ 2-5) มีทรายเป็นส่วนน้อย ซึ่งเป็นทรายละเอียดและมีเปลือกหอยปนอยู่ด้วย ลักษณะดินท้องทะเลเช่นนี้จะเป็นฐานรากที่ไม่ดี บริเวณอาคารของระบบท่อปล่อยน้ำเสียจำเป็นต้องมีเข็มรับน้ำหนัก

ตารางที่ 2-5

ผลการวิเคราะห์ขนาดและประเภทของตัวอย่างดินก้นอ่าวชลบุรี

ตัวอย่าง หมายเลข	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก				
	เปลือกหอยขนาดโตกว่าตะแกรง #8	ทรายปนเปลือกหอยขนาดระหว่าง #8-#50	ทรายละเอียดขนาดระหว่าง #50-#200	เลนขนาดเล็กกว่า #200	รวม
1	5.74	4.02	26.84	63.40	100.0
2	9.95	11.26	21.98	56.81	100.0
3	3.07	8.02	59.38	29.53	100.0
4	2.84	3.80	44.95	48.41	100.0
5	5.56	20.82	22.98	50.64	100.0
6	1.70	2.34	14.11	81.85	100.0
7	3.82	2.96	36.81	56.41	100.0
8	4.03	4.22	57.67	34.08	100.0
9	7.66	6.93	73.51	11.90	100.0
เฉลี่ย	4.93	7.15	39.80	48.12	100.0
สูงสุด	9.95	20.82	73.51	81.85	
ต่ำสุด	1.70	3.80	14.11	11.90	

(ข) กระแสน้ำ

การตรวจวัดกระแสน้ำในบริเวณอ่าวชลบุรีได้ดำเนินการโดยใช้ทุ่นลอย ปล่อยที่จุดต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวตั้งแต่ริมฝั่งจนถึงระยะประมาณ 2 400 เมตรจากชายฝั่ง แล้วใช้กล้องแนวบนฝั่งที่ 2 ตำแหน่งอ่านมุมไปยังทุ่นลอย เพื่อได้ตำแหน่งของทุ่นลอยที่เวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถนำมาประเมินความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่เวลาต่าง ๆ กันได้

การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ความเร็วและทิศทางของลมที่จังหวัดชลบุรีในช่วงเวลาที่สำรวจได้แสดงในรูปที่ 2-17 ซึ่งจะเห็นว่าช่วงที่ทำการสำรวจลอยทุ่นเป็นช่วงน้ำตาย (Neap Tide) ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่สำรวจได้ ได้แสดงไว้ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลและลมในรูปที่ 2-18 แผนที่แสดงความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่สำรวจได้แสดงในรูปที่ 2-19

จากผลการสำรวจลอยทุ่นนี้สรุปได้ว่ากระแสน้ำในช่วงน้ำตาย (Neap Tide) ในบริเวณอ่าวชลบุรีมีค่าสูงสุดประมาณ 0.25 เมตรต่อวินาที มีทิศทางขนานกับแนวชายฝั่งคือไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงน้ำลง และไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงน้ำขึ้น

4. ข้อมูลสำหรับการประเมินราคา

ข้อมูลสำหรับการประเมินราคาซึ่งได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้งานในโครงการนี้ได้จัดทำขึ้นเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจัดทำเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการประเมินราคาเปรียบเทียบทางเลือกของส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย และขั้นตอนที่สองเป็นการจัดเตรียมข้อมูลที่ถูกต้องและละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถทำได้เนื่องจากได้รับข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นหลังจากการจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลสำหรับการประเมินราคาที่ใช้ในการประเมินราคาขั้นต้น ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบเบื้องต้นของทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ได้แสดงไว้ตอนต่อไปนี้ ส่วนข้อมูลด้านราคาที่ละเอียดขึ้นเฉพาะรายการที่ใช้ในการประเมินราคาในขั้นต่อไปในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ บางรายการได้มีการปรับปรุง แก้ไข เพิ่มเติมจากราคาขั้นเบื้องต้นและส่วนใหญ่ได้แสดงไว้ในบทที่ 4 ซึ่งเป็นการรายงานผลการออกแบบและประเมินราคาขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการของทางเลือกซึ่งคัดเลือกในขั้นต้นในบทที่ 3 แล้ว แหล่งข้อมูลด้านราคาที่ใช้ในโครงการนี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 4 ด้วยแล้ว

สำหรับข้อมูลด้านราคา และราคาต่อหน่วยของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ระบบน้ำเสียแบบต่าง ๆ นั้น เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน จึงได้แบ่งราคาออกเป็น 4 หมวดคือ ราคาหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า ราคาหมวดงานโยธา ราคาหมวดที่ดิน และราคาหมวดค่าเดินระบบและซ่อมบำรุง

4.1 ราคาหมวดเครื่องกลและไฟฟ้า

ราคาหมวดเครื่องกลและไฟฟ้าได้แก่ ราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสียที่ไม่ใช่งานโครงสร้าง อาคาร และระบบท่อ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2-6 ราคาอุปกรณ์ด้านเครื่องกลและไฟฟ้าบางรายการมีราคาแตกต่างกันพอสมควรระหว่างแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เนื่องจาก

ตารางที่ 2-6

ราคาหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	ราคาต่อหน่วย บาท	ราคาที่ใช้ประมาณการ บาท
1	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C400-600 m^3/hr,H10m	190 000-300 000	250 000
2	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C601-800 m^3/hr,H10m	220 000-450 000	400 000
3	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C801-1000 m^3/hr,H10m	300 000-500 000	450 000
4	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C1001-1400 m^3/hr,H10m	450 000-700 000	650 000
5	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C1401-1800	550 000-900 000	850 000
6	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C1801-2200 m^3/hr,H10m	850 000-1 200 000	1 100 000
7	เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C400-500 m^3,hr,H20-30m	200 000-350 000	300 000
8	เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C600-700 m^3/hr,H10-15m	250 000-400 000	350 000
9	เครื่องเติมอากาศติดตั้งบนผิวน้ำ (Surface aerator) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม			
		30 hp	200 000-500 000	300 000
		45 hp	300 000-600 000	400 000
		60 hp	700 000-1 000 000	900 000

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	ราคาต่อหน่วย บาท	ราคาที่ใช้ประมาณการ บาท
10	เครื่องเติมอากาศแบบวิด (Cage rotor)	ø 70ซม-22ม	300 000	300 000
	ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	ø 70ซม-30ม	350 000	350 000
11	เครื่องกวาดตะกอน (Scrapper)	13 ม	400 000	400 000
	ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	17 ม	550 000	550 000
		20 ม	650 000	650 000
		22 ม	650 000	650 000
		26 ม	700 000	700 000
		32 ม	810 000	810 000
12	ลูกกลิ้งมีเดีย (Media Disc)			
	ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม			
	Hi-density Media	ø 3.6ม-6ม	1 600 000 1/	1 600 000 1/
	Standard-density Media	ø 3.6ม-6ม	1 400 000 1/	1 400 000 1/
13	เครื่องเติมคลอรีนพร้อมถัง (Chlorine container with feeder)	7-50ลิตร/ชม	250 000 1/	250 000 1/
14	เครื่องสูบตะกอนแบบหอยโข่ง (Sludge pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	10 m^3/hr 1/	20 000-50 000	40 000
15	เครื่องสูบตะกอนหมุนเวียนแบบหอยโข่ง (Return sludge pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม	C200-300 m^3/hr,H5m	60 000-90 000	80 000
16	ระบบไฟฟ้าพร้อมหม้อแปลงและอุปกรณ์ควบคุม สำหรับสถานีสูบน้ำเสียของระบบ Outfall	ระบบท่อ		
		ø 500	300 000	300 000
		ø 700	600 000	600 000

หมายเหตุ : C = Capacity
H = Head

มีผู้ผลิตจากหลายประเทศ ซึ่งอาจจะมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันบ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ราคาของเครื่องสูบของเหลวประเภทและขนาดต่าง ๆ ดังนั้นจึงได้แสดงขนาดและราคาของเครื่องสูบไว้เป็นช่วงของขนาดและราคา และได้กำหนดราคาที่ใช้ประมาณการที่น่าจะเหมาะสมไว้ด้วย ส่วนราคาของอุปกรณ์อื่นที่มีราคาไม่แตกต่างกันมากก็ได้แสดงราคาต่อหน่วยที่เหมาะสมเพียงราคาเดียว

4.2 ราคาหมวดโยธา

ราคาหมวดงานโยธาได้แก่ ค่าใช้จ่ายของงานต่าง ๆ ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสีย รวมทั้งท่อและอุปกรณ์ข้อต่อ สำหรับค่าใช้จ่ายหรือราคาต่อหน่วยของงานต่าง ๆ ในการก่อสร้างได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-7 ส่วนราคาท่อและราคาค่าก่อสร้างระบบท่อ สำหรับขั้นคิดราคาเปรียบเทียบขั้นต้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-8 และตารางที่ 2-9 และ 2-10 ซึ่งเป็นราคาที่ประเมินรวมถึงงานทุบรื้อผิวจราจร งานขุดดิน ค่าวางท่อ ค่าบดอัด ค่าค้ำยัน ตลอดจนค่าสูบน้ำในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินสูง

สำหรับการคิดราคาขั้นรายงานความเหมาะสมของโครงการ ก็ได้แยกรายงานทำการคิดราคาละเอียดขึ้นเช่น การประเมินราคาค่าก่อสร้างท่อ ก็ประเมินจากรูปตัดตามยาวของระบบท่อที่ออกแบบแต่ละแนวท่อ โดยคิดปริมาณงานดินขุด งานถมดิน ค่าไม้ค้ำยัน ฯลฯ เป็นกรณี ๆ ไป ส่วนอาคารประกอบในเส้นท่อเช่น บ่อพัก บ่อสูบส่งพร้อมอุปกรณ์สูบของเหลว ก็ประเมินราคาจากแบบมาตรฐานของอาคารแต่ละประเภท รายละเอียดเกี่ยวกับแบบและแบบมาตรฐานได้บรรยายไว้ในบทที่ 4 ซึ่งเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบและประเมินราคาขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการ

4.3 ราคาหมวดที่ดิน

ราคาหมวดนี้ได้แก่ ราคาที่ดินในบริเวณที่คาดจะใช้เป็นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย โดยขั้นพิจารณาราคาเปรียบเทียบขั้นต้นเพื่อหาระบบบำบัดที่เหมาะสม ใช้ราคาที่ดินจากรายงานความเหมาะสมโครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดระบบระบายน้ำและการป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี (อ้างอิง 2) มาประกอบการพิจารณา โดยคิดราคาที่ดินบริเวณปากคลองละมุ 60 000 บาทต่อไร่ และที่บริเวณบางทรายราคา 40 000 บาทต่อไร่

สำหรับการคิดราคาที่ดินในขั้นความเหมาะสมของโครงการได้มีการสำรวจราคาซื้อขายจริงและราคากลางที่ทางราชการประเมินไว้ของที่ดินแปลงข้างเคียง พบว่าราคาที่เหมาะสมสำหรับที่ดินที่พิจารณาสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Ponds) ในบริเวณที่ว่างเหนือปากคลองละมุเป็นไร่ละ 150 000 บาท ส่วนราคาที่ดินสำหรับก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC พบว่ามีราคาเป็น 350 000 บาทต่อไร่

4.4 ราคาหมวดค่าเดินระบบและซ่อมบำรุง

ค่าใช้จ่ายหมวดนี้เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสีย สำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้คิดจากค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นโดยประมาณจากปริมาณงานซ่อมบำรุงที่จะต้องทำในรอบ 1 ปี เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบท่อก็จะคิดจากการทำความสะอาดท่อปีละ 1 ครั้ง ทำความสะอาดตะแกรงกรองที่สถานีสูบส่งทุกวัน ทำความสะอาดบ่อสูบส่งทุกอาทิตย์ และซ่อมท่อรั่วประมาณ 1 แห่งต่อกิโลเมตร แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดในรูปของเปอร์เซนต์ของค่าก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงนี้เป็นค่าใช้จ่ายซึ่งรวมค่าแรงงาน ค่าอุปกรณ์เครื่องมือและยานพาหนะไว้ด้วยแล้ว ราคาหมวดค่าเดินระบบและซ่อมบำรุงได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-7

ราคาหมวดงานโยธา

ลำดับที่	ลักษณะงาน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย เป็นบาท
1	งานดินขุดด้วยเครื่องจักร		
	ดินธรรมดา	$ม^3$	15
	ดินดาดขุดยาก	$ม^3$	18
2	งานดินถมอัดแน่นด้วยเครื่องจักร		
	อัดแน่น 85% Standard Procter	$ม^3$	25
	อัดแน่น 95% Standard Procter	$ม^3$	32
3	งานดินถมบริเวณพร้อมเกลี่ยบดทับและปรับระดับ	$ม^3$	60
4	คอนกรีตเสริมเหล็ก	$ม^3$	3 100
5	คอนกรีตรองพื้น	$ม^3$	900
6	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Concrete pavement)		
	หนา 23 เซ็นติเมตร	$ม^2$	350
7	หินเรียง	$ม^3$	450
8	กำแพงคอนกรีตบล็อคฉาบปูน	$ม^2$	200
9	ถนนผิวจราจร Asphaltic concrete		
	หนา 4 เซ็นติเมตร	$ม^2$	165
10	หินย่อยรองพื้น	$ม^3$	160
11	ทรายหยาบรองพื้น	$ม^3$	130
12	บ่อตรวจ (Typical manhole and drop manhole)	แห่ง	12 000
13	บ่อดัก (Intercepting manhole)	แห่ง	13 000
14	อาคารสำนักงาน	$ม^2$	4 000
15	โรงเก็บวัสดุ	$ม^2$	2 200
16	โรงซ่อมบำรุง	$ม^2$	2 200
17	อาคารควบคุมระบบไฟฟ้า	$ม^2$	2 200
18	ห้องทดลอง	$ม^2$	4 400
19	รั้วลวดหนาม #15 ไม่น้อยกว่า 10 เส้น พร้อมเสา คอนกรีตสูง 2.00 เมตร ช่วงเสาห่างไม่เกิน 2.50 เมตร	ม	155

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

ลำดับที่	ลักษณะงาน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย เป็นบาท
20	งานปลูกหญ้า	$ม^2$	10
21	ท่อเหล็กเหนียวม้วนเชื่อมทาสีกันสนิม		
	ก. ขนาด ø 500 มม หนา 10 มม	ม	2 435
	ข. ขนาด ø 700 มม หนา 10 มม	ม	3 465
22	ท่อเหล็กเหนียวม้วนเชื่อม เคลือบ Zn/Al Coatings หนา 0.08 มม ทั้งด้านนอกและใน พร้อมอุปกรณ์ต่อท่อและอุปกรณ์ประกอบ		
	ก. ขนาด ø 500 มม หนา 10 มม	ม	3 780
	ข. ขนาด ø 700 มม หนา 10 มม	ม	5 260
23	ค่าแรงวางท่อ Outfall บนบก		
	ก. ขนาด ø 500 มม	ม	270
	ข. ขนาด ø 700 มม	ม	380
24	ค่าใช้จ่ายการวางท่อ Outfall ในทะเล		
	ก. ขุดร่อง-ต่อท่อในทะเล-กลบ		
	(1) ขนาด ø 500 มม	ม	600
	(2) ขนาด ø 700 มม	ม	770
	ข. ค่าใช้จ่ายงานเตรียมการบนฝั่ง, ต่อเชื่อมท่อบนฝั่ง, ลากท่อไปต่อในทะเล, และอื่นๆ (เหมา)	โครงการ	1 000 000

ตารางที่ 2-8

ราคาวัสดุท่อและอุปกรณ์

ชนิดของท่อ	ราคาท่อพร้อมอุปกรณ์ต่อท่อ, บาทต่อความยาว 1 เมตร							
	ขนาดท่อ, มม							
	200	300	400	500	600	800	1 000	1 200
Vitrified Clay VC	350	625						
Polyvinyl Chloride PVC	260	495	1 240					
Asbestos Cement AC	80	310	475	645	870			
Reinforced Concrete RC	90	160	180	250	275	400	680	930
Concrete Rocla ROCLA			510	670	800	990	1 470	1 920

หมายเหตุ (1) ท่อดินเผาเคลือบ (Vitrified Clay Pipe) มอก.189-2519 ท่อชนิดนี้ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานดี ในปัจจุบันไม่มีผู้ผลิตในประเทศไทยจะต้องสั่งจากต่างประเทศ เช่น ประเทศเยอรมัน เป็นต้น ราคาจึงสูงกว่าท่อชนิดอื่นมาก

(2) ท่อพีวีซีแข็ง (Polyvinyl Chloride Pipe) มอก.17-2523 ผู้ผลิตที่สำคัญคือ บริษัท อุตสาหกรรมท่อน้ำไทย จำกัด และบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด

(3) ท่อซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement) มอก.106-2517 ผู้ผลิตแต่เพียงผู้เดียวคือ บริษัทในเครือบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด

(4) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete) มอก.128-2528 ผู้ผลิตที่สำคัญ คือ หจก.ผลิตภัณฑ์คอนกรีตชูสินก่อสร้าง

(5) ท่อคอนกรีตร็อคล่า (CPAC-ROCLA) ผลิตตามมาตรฐาน B.S. 556 ผู้ผลิตแต่ผู้เดียว คือ บริษัทในเครือบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด

(6) ราคาท่อชนิดต่าง ๆ ข้างต้นนี้เป็นราคาที่สอบถามจากผู้ผลิตหรือตัวแทนของผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

ตารางที่ 2-9

ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ค่อนข้างอยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินต่ำ

ชนิดของท่อ	ความลึกถึงก้นท่อ เมตร	ค่าก่อสร้าง, บาทต่อความยาว 1 เมตร											
		ขนาดท่อ, มม											
		200	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	⊠1500	⊠2000	⊠2500
VC		1 150	1 700										
PVC	น้อยกว่า	*750	950	1 700									
AC	1.00	550	800	950	1 150								
RC		650	750	850	900								
ROCLA				1 100	1 200								
VC		1 650	2 200										
PVC	1.00	*1 250	1 450	2 200									
AC	ถึง	1 050	1 300	1 450	1 650	1 900							
RC	2.00	1 150	1 200	1 350	1 400	1 550	1 900	2 350	2 700				
ROCLA				1 600	1 700	1 850	2 250	2 850	3 400				
VC		1 950	2 500										
PVC	2.00	*1 550	1 750	2 500									
AC	ถึง	1 350	1 600	1 750	2 000	2 200							
RC	3.00	1 450	1 550	1 650	1 750	1 850	2 300	2 750	3 150	4 300	4 800	5 200	7 300
ROCLA				1 900	2 050	2 150	2 650	3 250	3 850	5 100			
VC		2 300	2 850										
PVC	3.00	*1 900	2 100	2 850									
AC	ถึง	1 700	1 950	2 100	2 300	2 550							
RC	4.00	1 800	1 850	2 000	2 050	2 200	2 750	3 200	3 600	4 800	5 300	5 600	7 600
ROCLA				2 250	2 350	2 500	3 100	3 700	4 300	5 100			

หมายเหตุ

VC = Vitrified Clay Pipe
PVC = Polyvinyl Chloride Pipe
AC = Asbestos Cement Pipe
RC = Reinforced Concrete Pipe
ROCLA = Concrete Rocla Pipe

*ขนาด และชนิดของท่อที่เลือกใช้ในการประเมินราคาในขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น

ตารางที่ 2-10

ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ไม่อยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินสูง

ชนิดของท่อ	ความลึกถึงก้นท่อ เมตร	ค่าก่อสร้าง, บาทต่อความยาว 1 เมตร											
		ขนาดท่อ, มม											
		200	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	⊠1500	⊠2000	⊠2500
VC		2 850	3 400										
PVC	น้อยกว่า	* 2 450	2 650	3 400									
AC	1.00	2 250	2 500	2 650	2 850								
RC		2 350	2 450	2 550	2 600								
ROCLA				2 800	2 900								
VC		3 350	3 900										
PVC	1.00	*2 950	3 150	3 900									
AC	ถึง	2 750	3 000	3 150	3 350	3 600							
RC	2.00	2 850	2 900	3 050	3 100	3 250	3 600	4 050	4 400				
ROCLA				3 300	3 400	3 550	3 950	4 550	5 100				
		4 650	5 200										
PVC	2.00	*4 250	4 450	5 200									
AC	ถึง	4 050	4 300	4 450	4 700	4 900							
RC	3.00	4 150	4 250	4 350	4 450	4 550	5 000	5 450	5 850	4 700	7 000	7 600	9 700
				4 600	4 750	4 850	5 350	5 950	6 550	7 500			
VC		5 500	6 050										
PVC	3.00	*5 100	5 300	6 050									
AC	ถึง	4 900	5 150	5 300	5 500	5 750							
RC	4.00	5 000	5 050	5 200	5 250	5 400	5 950	6 400	6 800	7 600	7 600	8 400	10 400
ROCLA				5 450	5 550	5 700	6 300	6 900	7 500	8 400			

หมายเหตุ

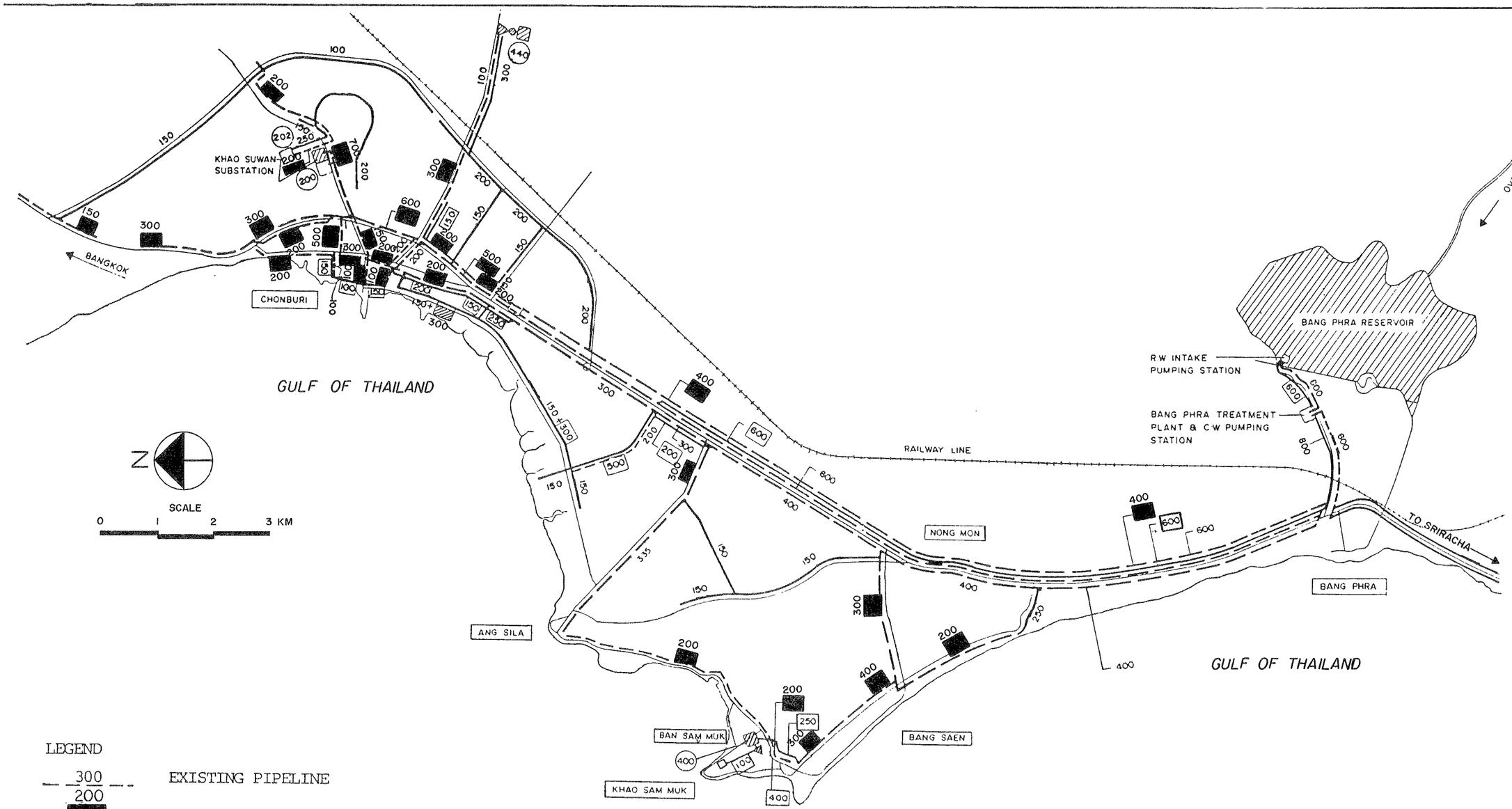
VC = Vitrified Clay Pipe
PVC = Polyvinyl Chloride Pipe
AC = Asbestos Cement Pipe
RC = Reinforced Concrete Pipe
ROCLA = Concrete Rocla Pipe

*ขนาด และชนิดของท่อที่เลือกใช้ในการประเมินราคาในขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น

ตารางที่ 2-11

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วยหรือ % ราคาซื้อ		หมายเหตุ
			ราคาบาท	%	
1	ค่ากระแสไฟฟ้า	Kwh	1.52		
2	ค่าแรงงาน				ต่อเดือน
	ผู้บริหาร	เดือน	5 000		
	วิศวกร	เดือน	4 000		
	นักวิทยาศาสตร์	เดือน	4 000		
	พนักงานห้องปฏิบัติการ	เดือน	2 000		
	พนักงานบัญชี	เดือน	4 000		
	พนักงานบัญชีผู้ช่วย	เดือน	3 000		
	ช่าง	เดือน	3 000		
	คนงาน	เดือน	2 000		
3	ค่าบำรุงรักษา				
	อาคารสถานที่			0.75	
	ท่อและระบบ			0.75	
	มอเตอร์ไฟฟ้า			5	
	เครื่องสูบน้ำ			5	
	อุปกรณ์เครื่องกลอื่นๆ			5	
4	ค่าวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	1 000		
5	ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน	เดือน	5 000		
6	ค่าซ่อมบำรุงระบบท่อ Outfall				
	ก. ท่อขนาด ϕ 500 มม 2 แนว	ปี	344 000		
	ข. ท่อขนาด ϕ 700 มม 1 แนว	ปี	243 000		



LEGEND

- 300 — EXISTING PIPELINE
- 200 — EXISTING PIPELINE TO BE REPLACED
- 500 — NEW PIPELINE TO BE CONSTRUCTED 1995
- 300+ — PIPELINE TO BE CONSTRUCTED 1987, NEW ADDITIONAL PIPELINE IN 1995
- 300 — PIPELINE TO BE CONSTRUCTED 1987
- PROPOSED NEW ELEVATED RESERVOIR
- EXISTING ELEVATED RESERVOIR
- BOOSTER PUMP STATION WITH WATER TOWER
- BOOSTER PUMPING STATION

NOTE : MODIFIED FROM REFERENCE 26.

ELEVATED RESERVOIRS :

200	KHAO SUWAN
300	KHAO CHAK BAEK
400	KHAO SAM MUK
440	BAN NONG NAE
500	KHAO YAI LI

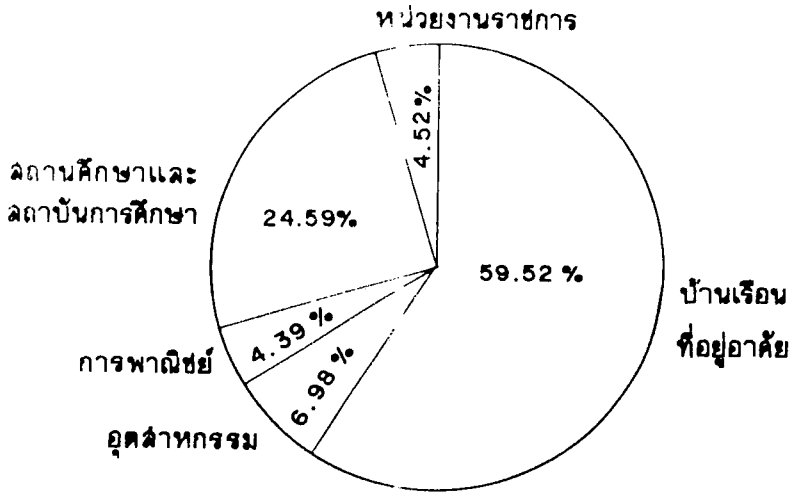
TOWNS :

CH	CHONBURI
BS	BANG SAEN
BPH	BANG PHRA
SIR	SIRACHA

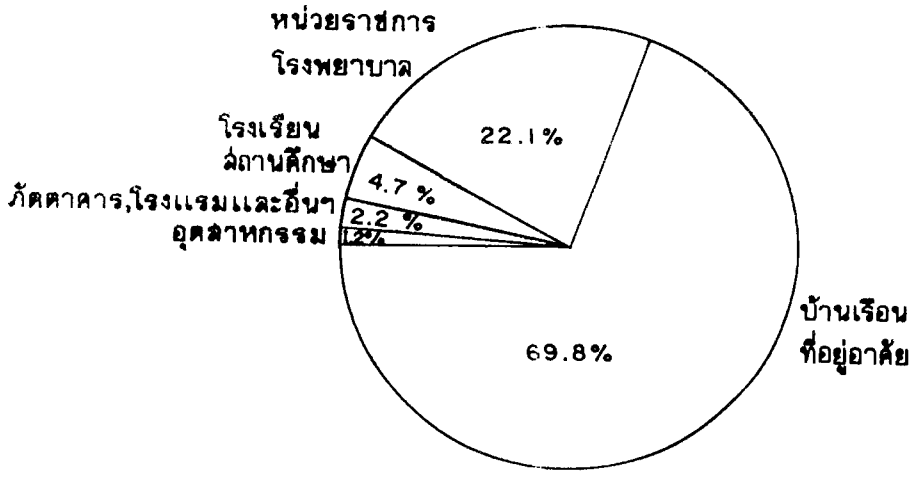
R	ELEVATED RESERVOIR
V	VOLUME
E	ELEVATION
▽	PUMPING STATION AT BANG PHRA TREATMENT PLANT

รูปที่ 2-1

ระบบน้ำประปาปัจจุบันและแผนการปรับปรุง

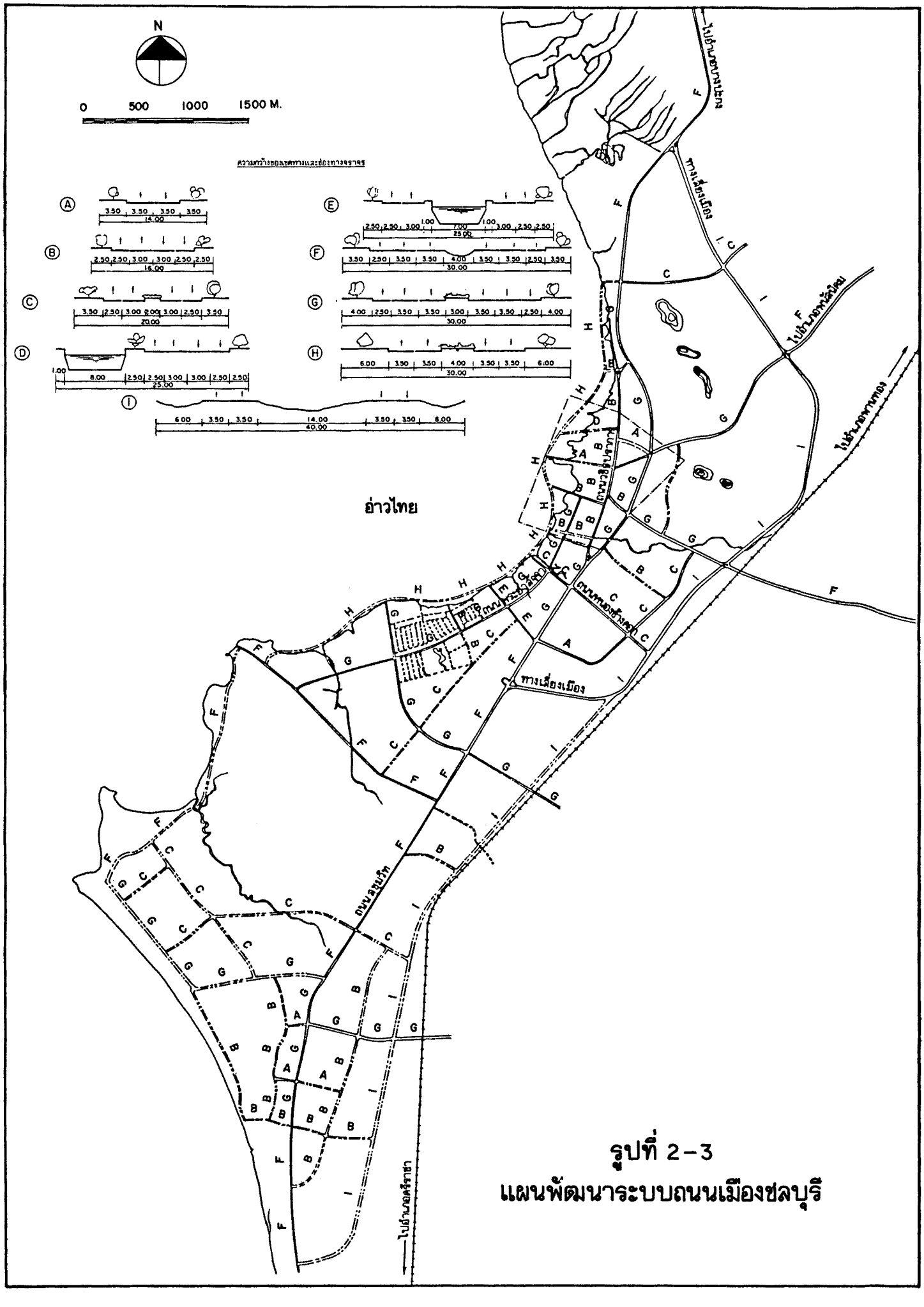


(ก) การใช้น้ำของชลบุรี และพื้นที่ใกล้เคียง

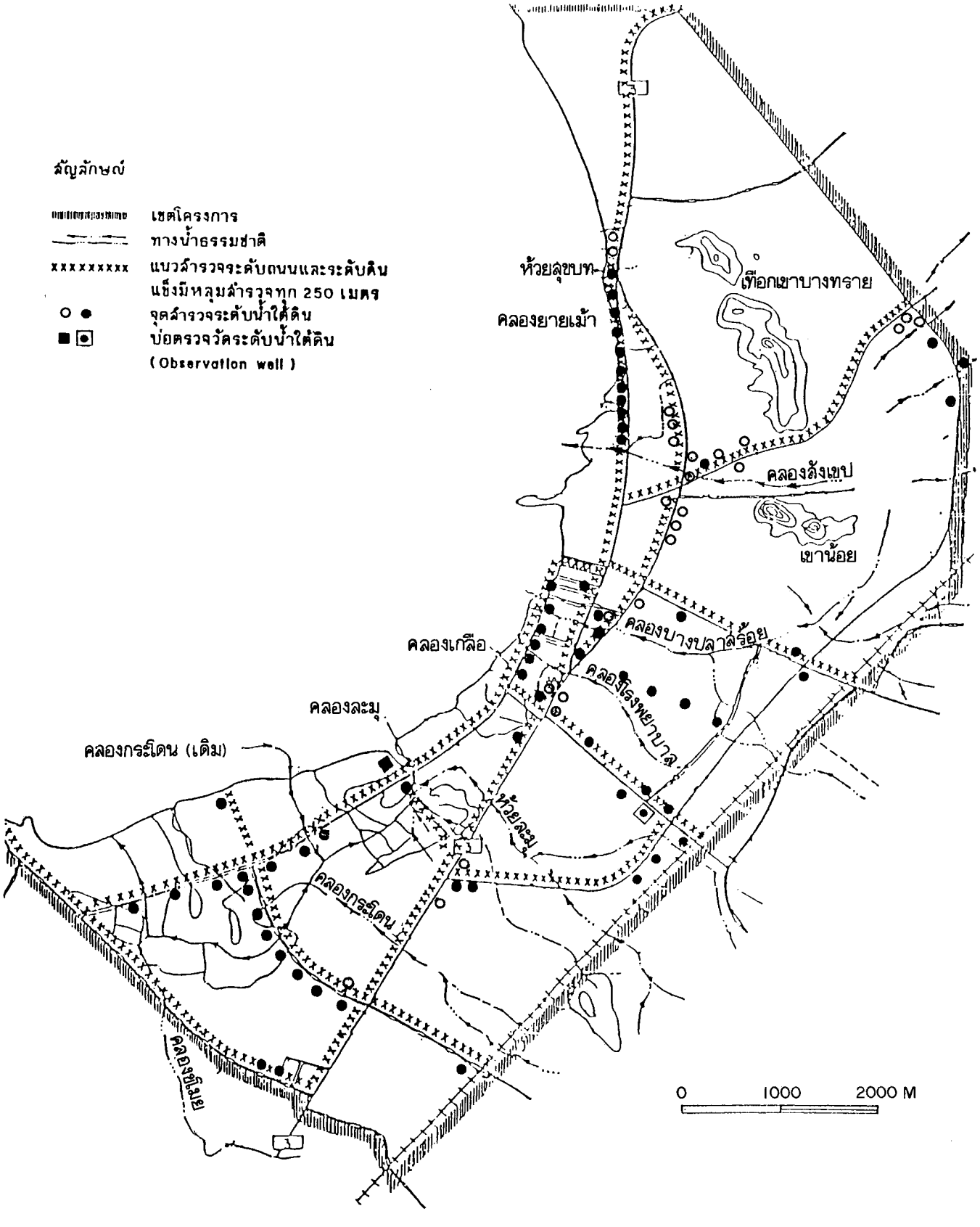


(ข) การใช้น้ำในเขตพื้นที่โครงการศึกษาความเหมาะสม
ระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี

รูปที่ 2-2
การใช้น้ำในปัจจุบัน

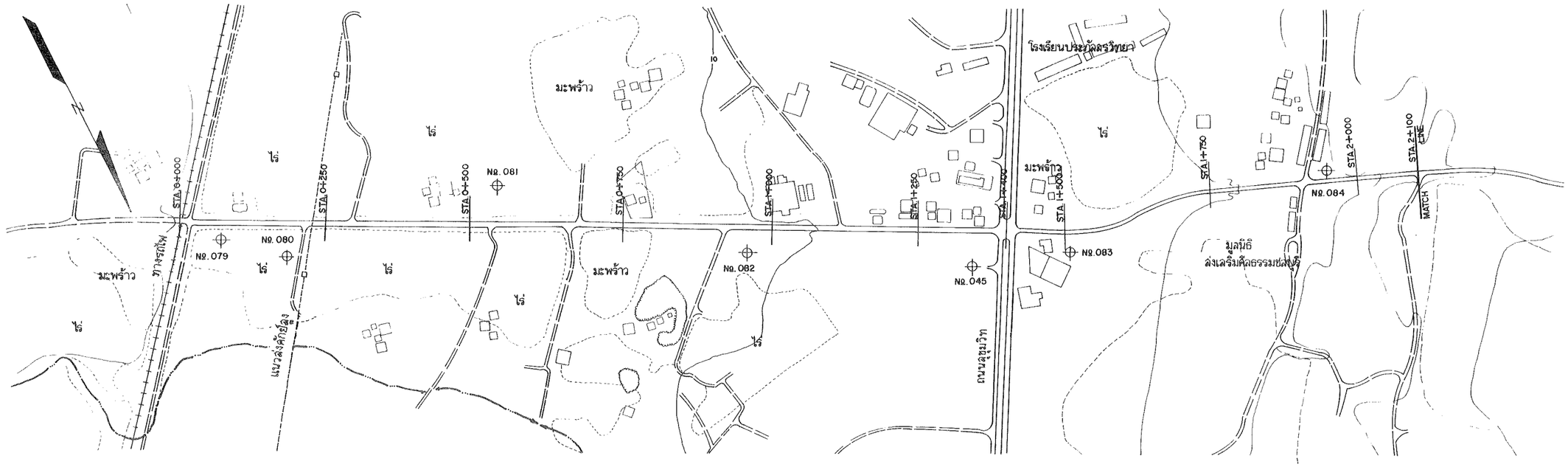


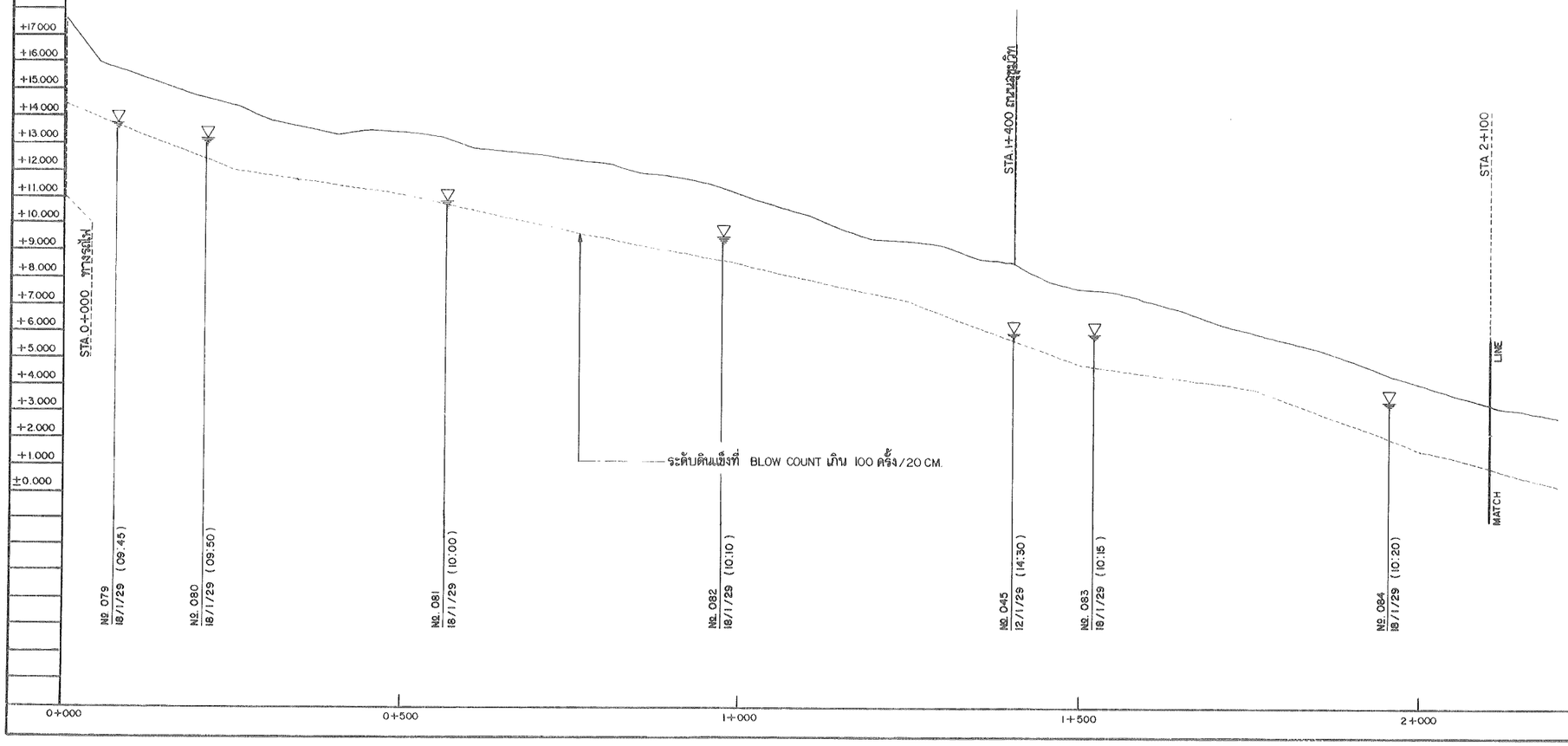
รูปที่ 2-3
แผนพัฒนาระบบถนนเมืองชลบุรี



รูปที่ 2-4

แนวสำรวจระดับถนน ระดับดินแข็งและระดับน้ำใต้ดิน





สัญลักษณ์

——— ระดับดินเดิม

- - - - - - ระดับดินแข็ง

▽ ระดับน้ำใต้ดิน

รูปที่ 2-5
ตัวอย่างผลงานสำรวจระดับเพื่อออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

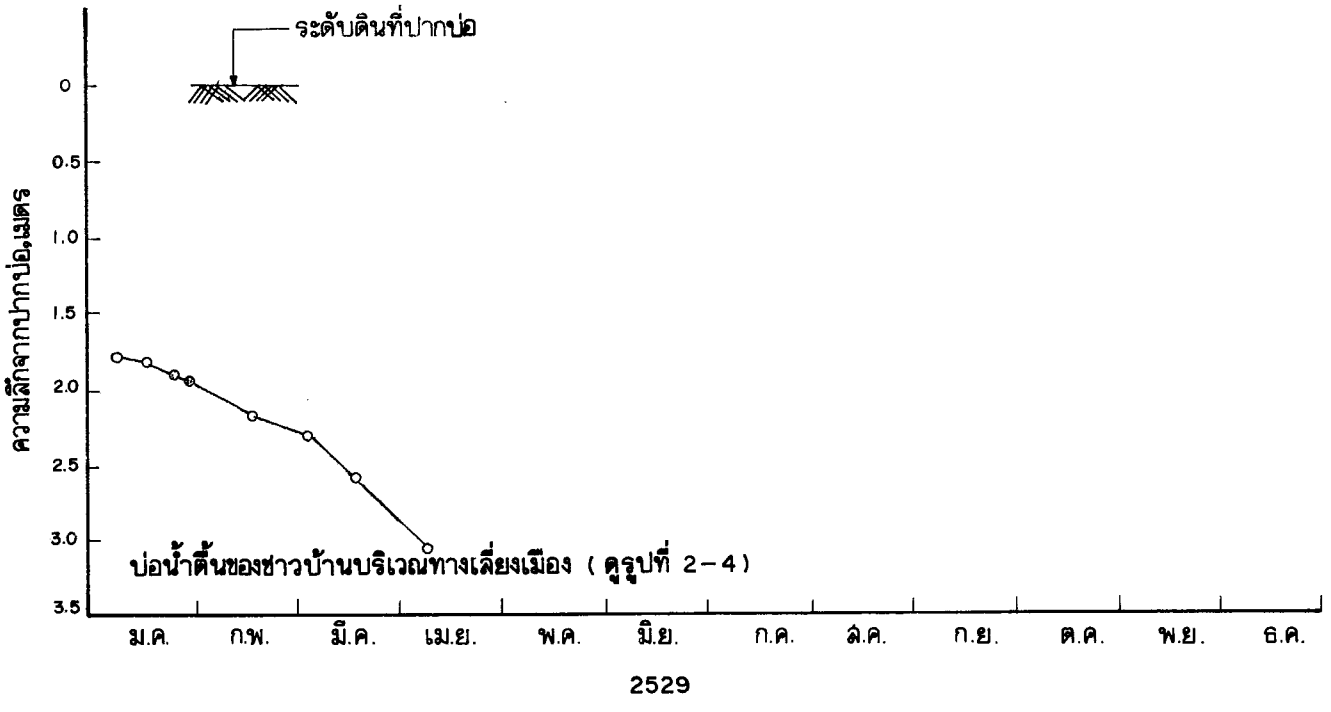
2+500

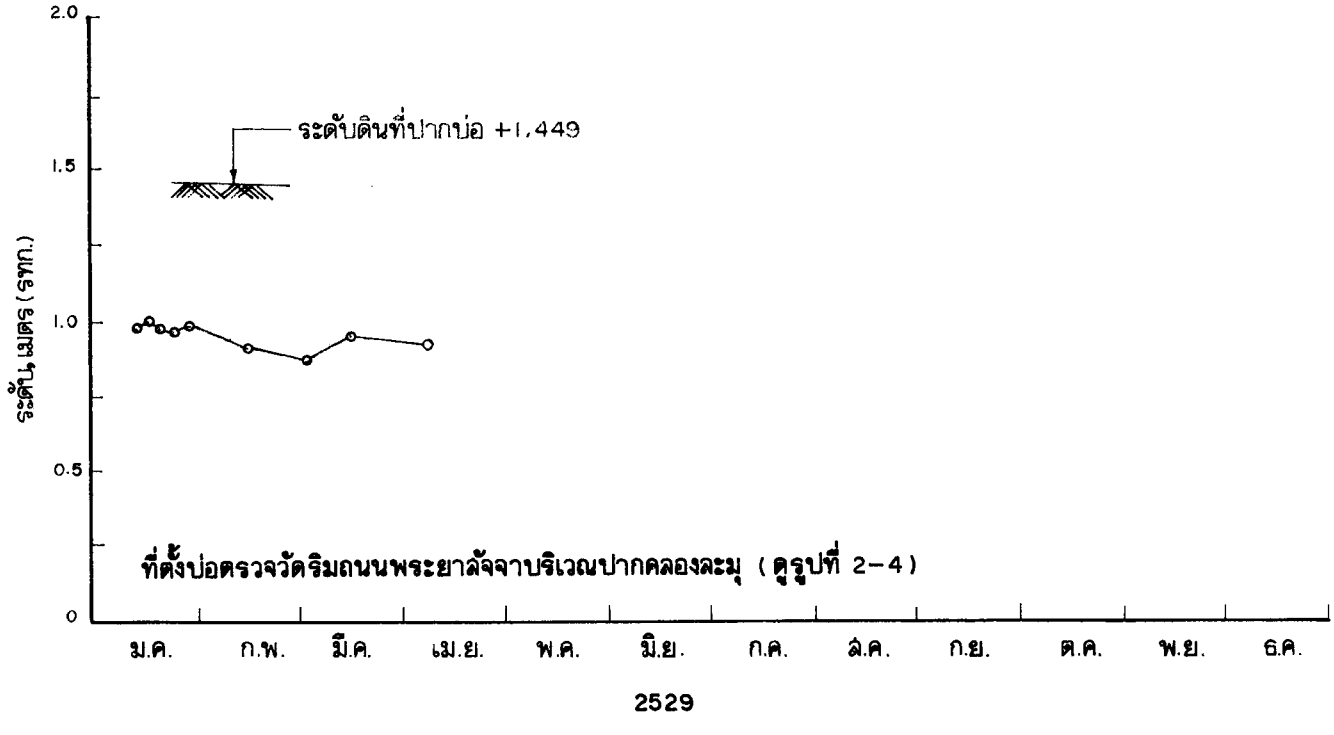
กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียด โครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDIES AND DETAILED DESIGN FOR FLOOD PROTECTION / DRAINAGE PROJECT IN CHONBURI DEVELOPMENT PLANNING AREA

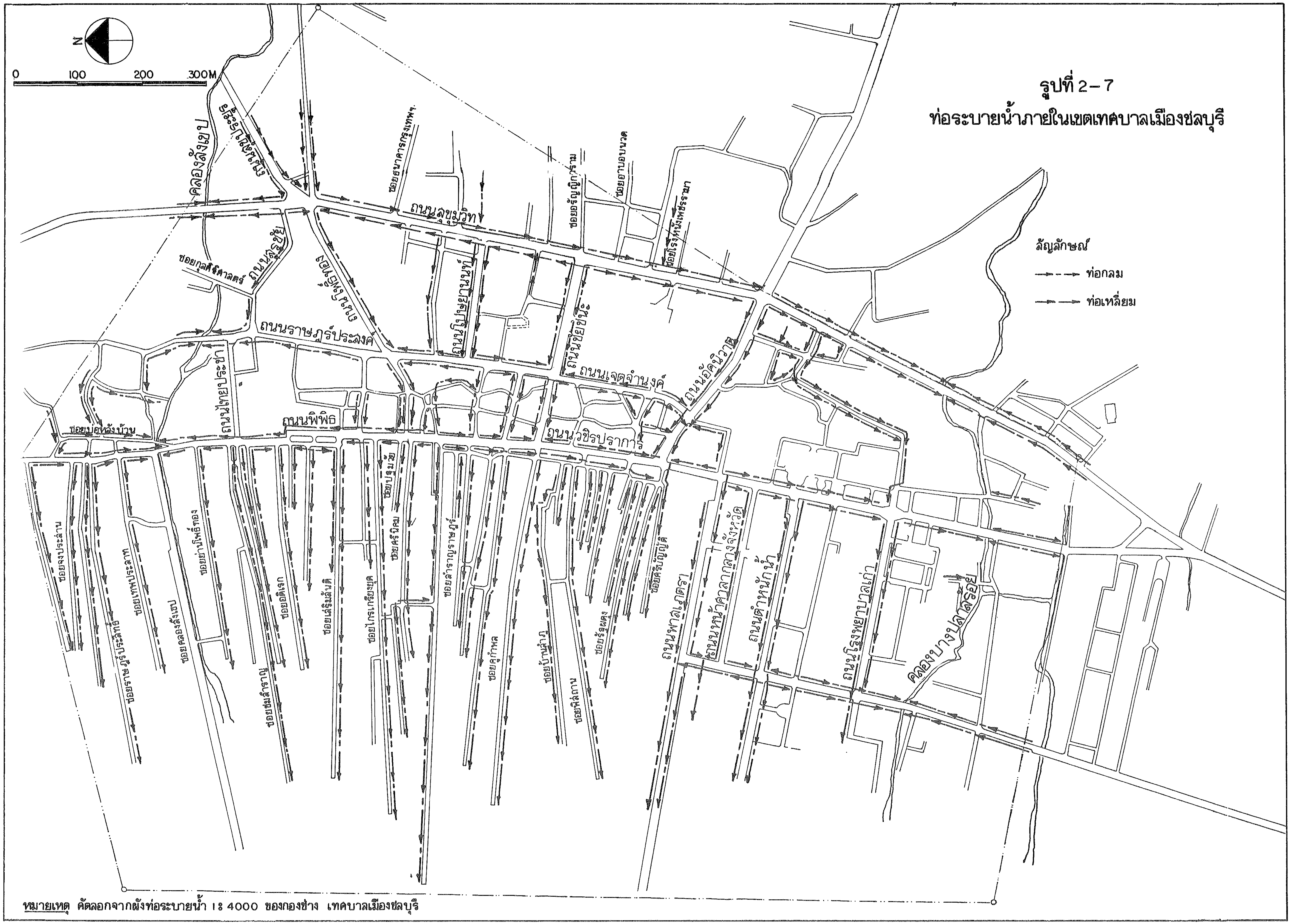
ตัวอย่างผลงานสำรวจระดับเพื่อออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH





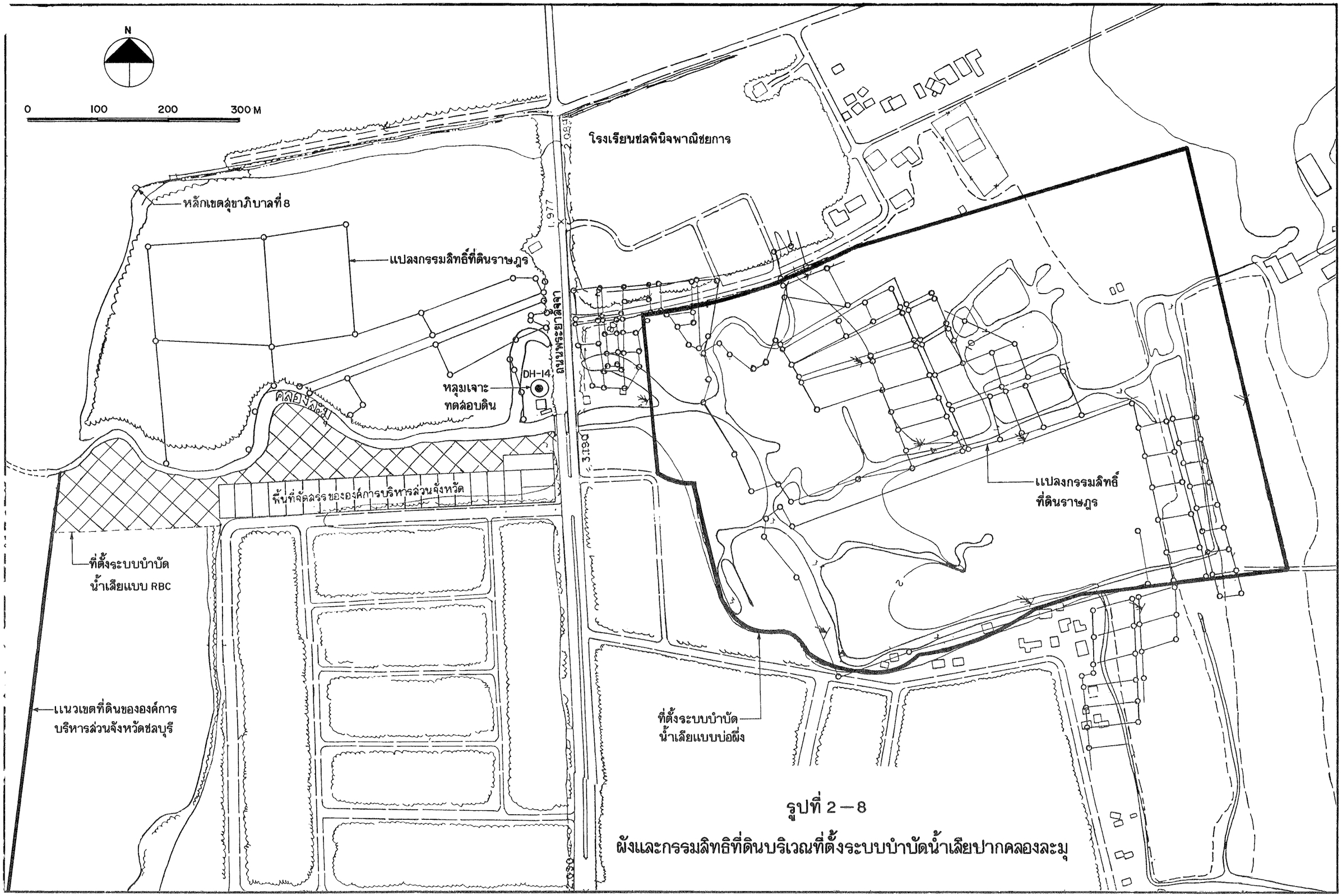
รูปที่ 2-6
การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2–7

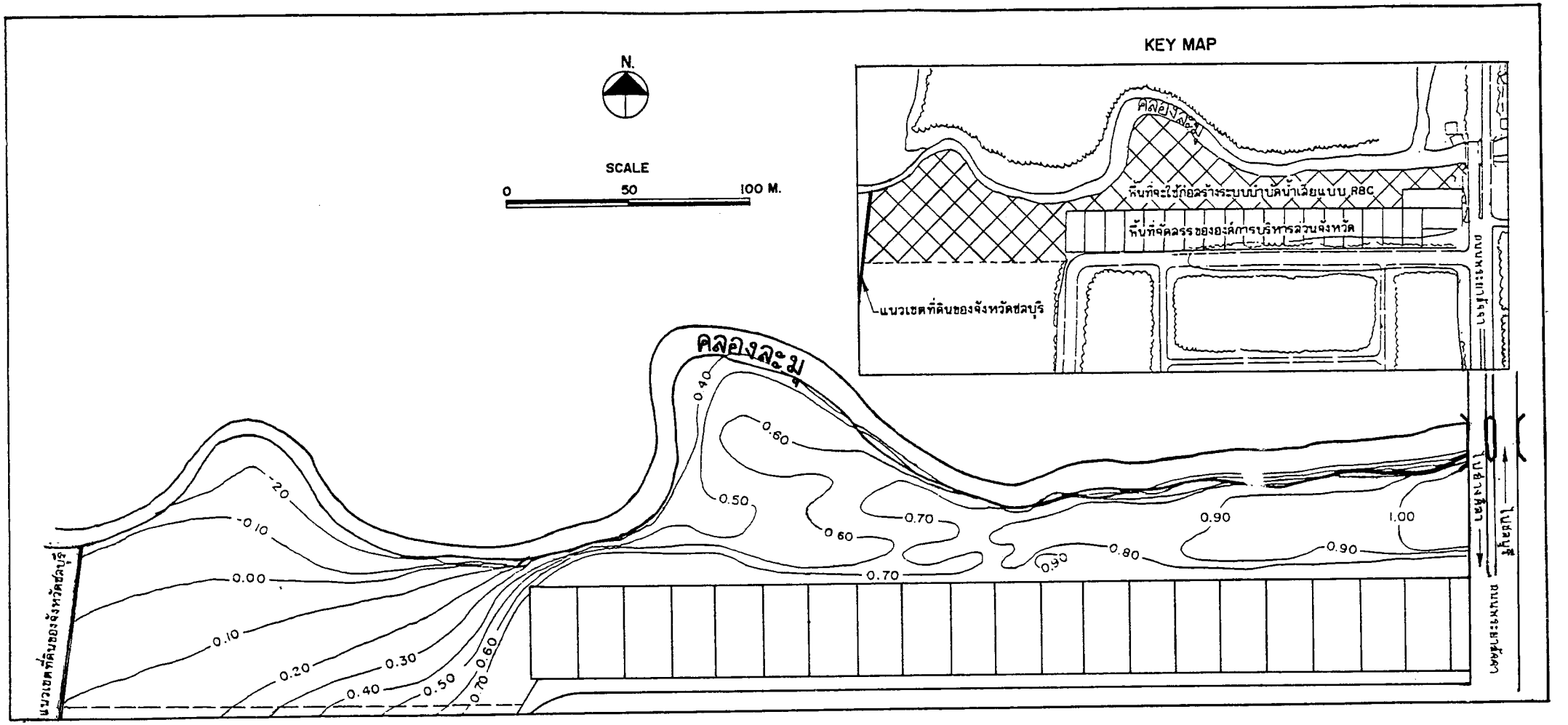
ท่อระบายน้ำภายในเขตเทศบาลเมืองชลบุรี

<u>หมายเหตุ</u> คัดลอกจากผังท่อระบายน้ำ 1 : 4000 ของกองช่าง เทศบาลเมืองชลบุรี



รูปที่ 2—8

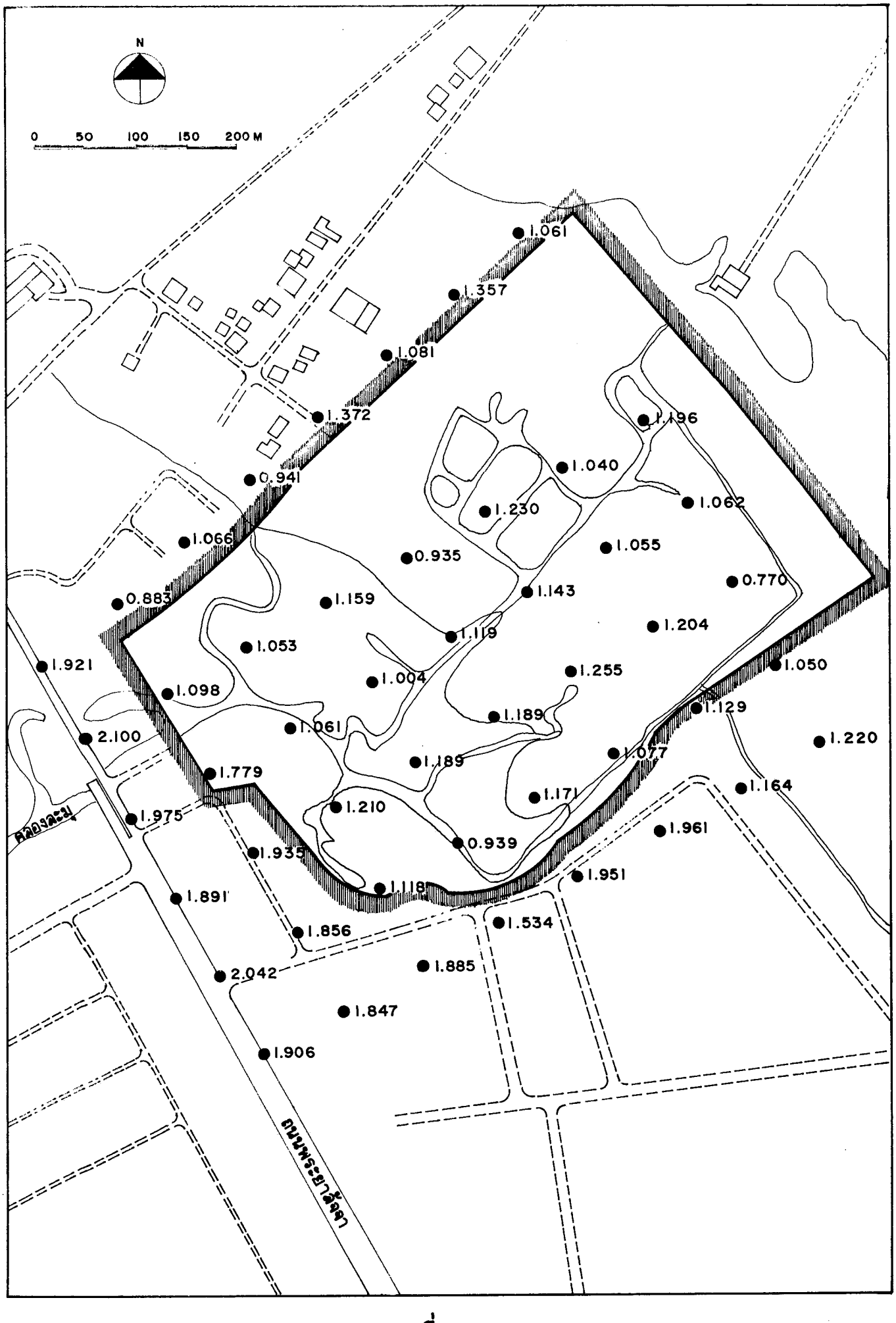
ผังและกรรมสิทธิที่ดินบริเวณที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียปากคลองละมุ



รูปที่ 2-9

ผลสำรวจระดับบริเวณที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียแบบ RBC บริเวณปากคลองละมุ

รูปที่ 2-9



รูปที่ 2-10

ระดับพื้นดินของที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

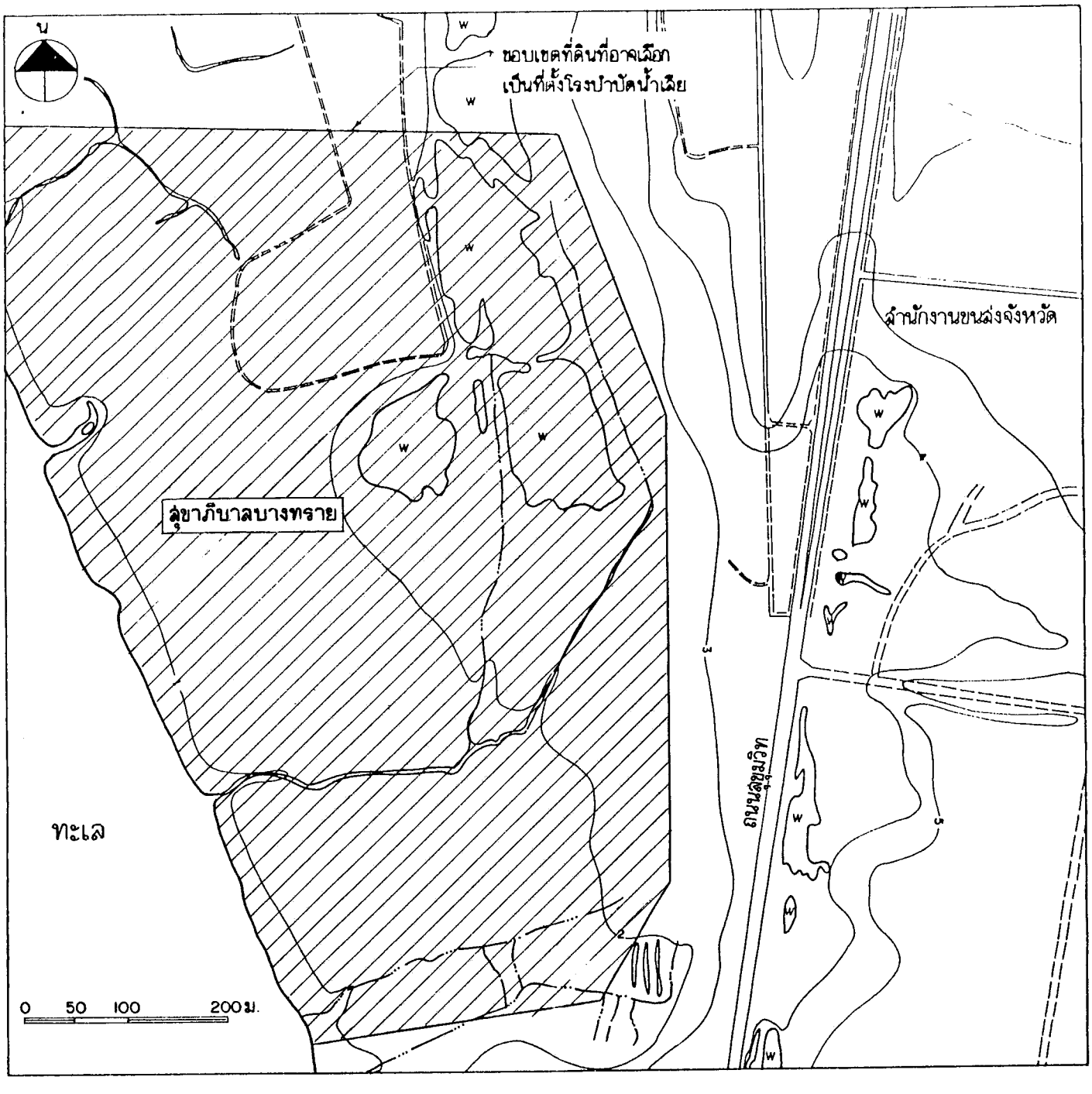
BORING No. DH-14

DESCRIPTION OF SOILS	PROFILE & DEPTH m.	DESCRIPTION OF SOIL	PROFILE & DEPTH m.
Soft, CLAY - SILT; trace of decayed wood and shell bits, greyish green.	(ML) 1	Very dense compact, clayey fine to coarse SAND; light grey.	(SC) 9
Soft, sandy SILT; trace of shell bits and decayed wood, green.	(ML) 2	Dense compact, clayey fine to coarse SAND; light grey.	(SC) 10
Soft, sandy silty CLAY; trace of shell bits, green.	(CL-ML) 3	-ditto-	(SC) 11
Soft, sandy CLAY; trace of decayed wood dark brown	(CL)	Very dense compact, clayey fine to coarse SAND; trace of fine gravel, brownish grey.	(SC) 12
Very loose compact, silty fine to coarse SAND; trace of fine gravel and decayed wood, pink.	(SM) 4	Hard, sandy CLAY; grey mottled with yellow.	(CL) 13
-ditto-	(SC) 5	Sample cannot be collected	
Medium compact, clayey fine to coarse SAND; grey.	(SC)	End of boring at 13.45 m.	
Medium compact, clayey fine to coarse SAND; trace of fine gravel, grey mottled with green.	(SC) 6		
Medium compact, clayey fine to coarse SAND; grey mottled with yellow.			
Dense compact, clayey fine to coarse SAND, light grey mottled with yellow.	(SC) 7 8		

NOTE: FROM REFERENCE 2

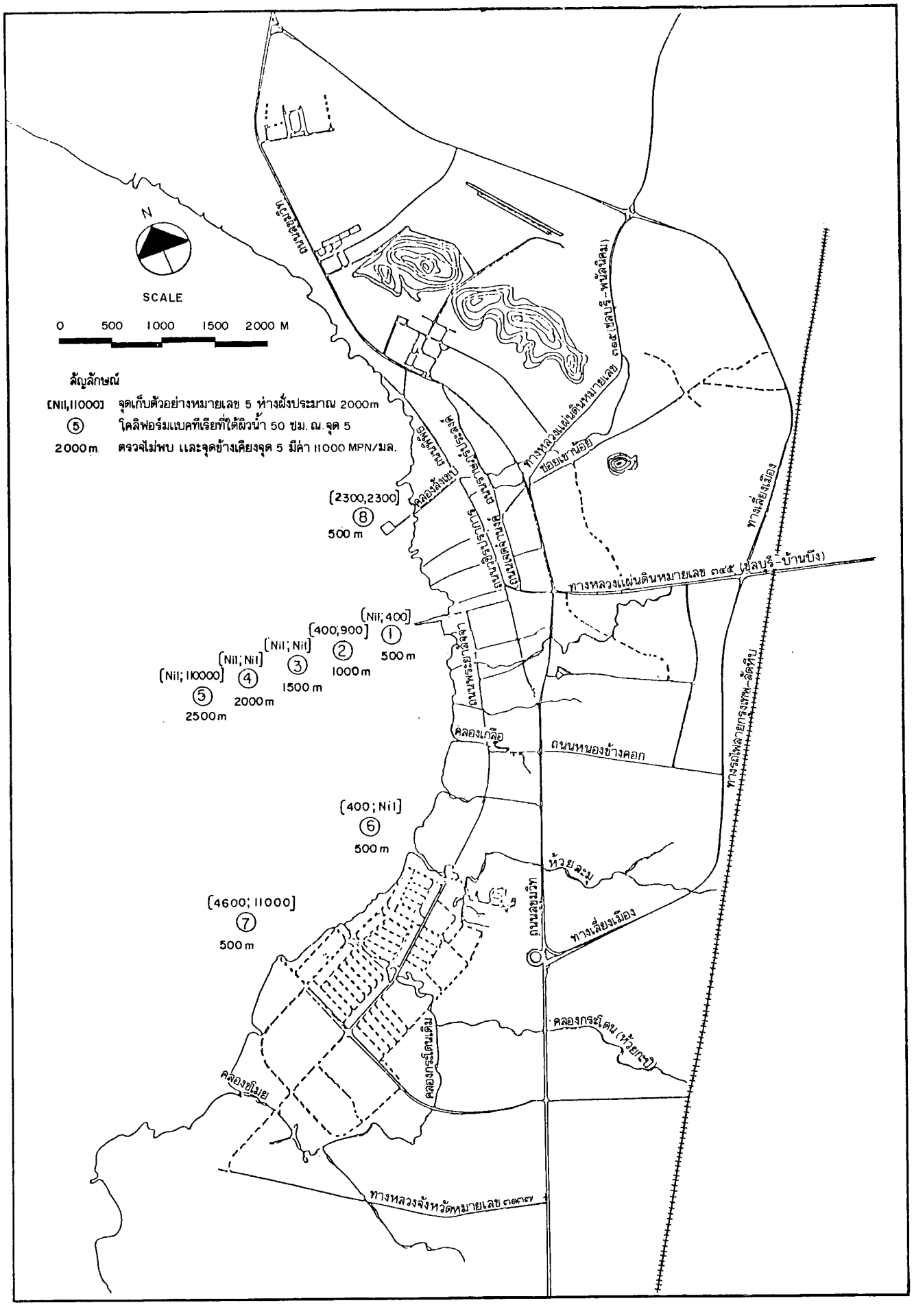
รูปที่ 2-11

ลักษณะชั้นดินหลุมเจาะ DH - 14 บริเวณปากคลองละมุ



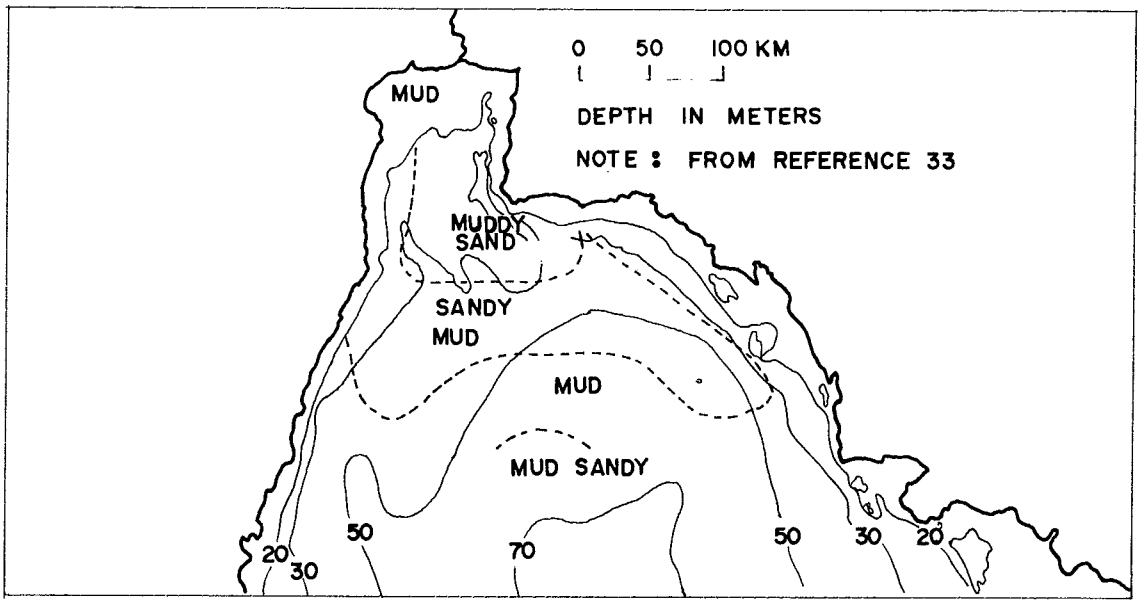
รูปที่ 2-12

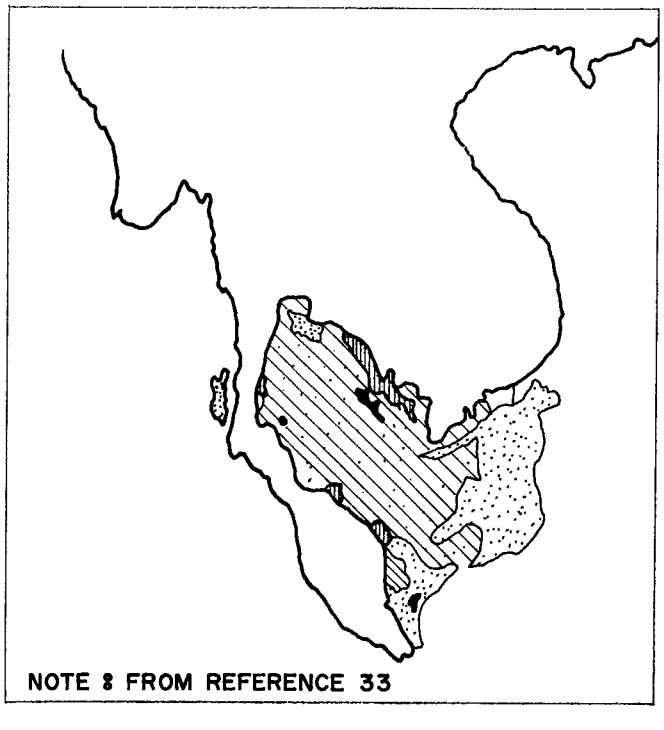
สถานที่ตั้งเผื่อเลือกของโรงบำบัดน้ำเสียบริเวณเขตสุขาภิบาลบางทราย

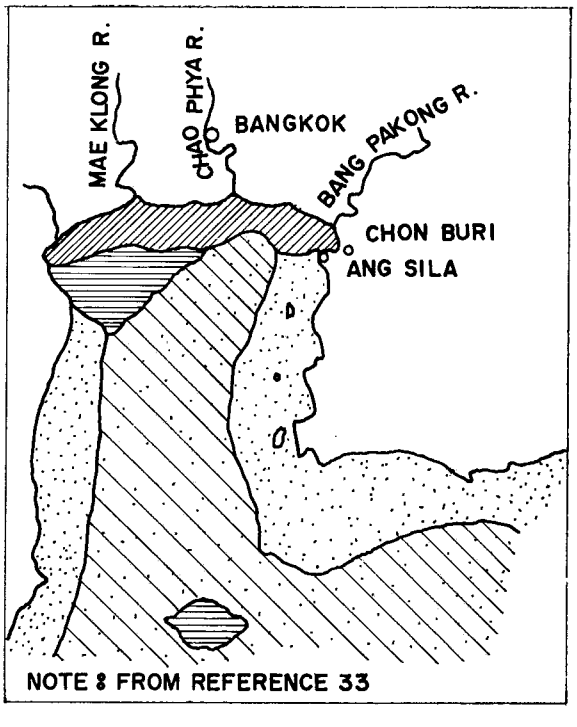


รูปที่ 2-13

การแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่าวชลบุรี ที่ตรวจพบในการสำรวจครั้งที่ 2

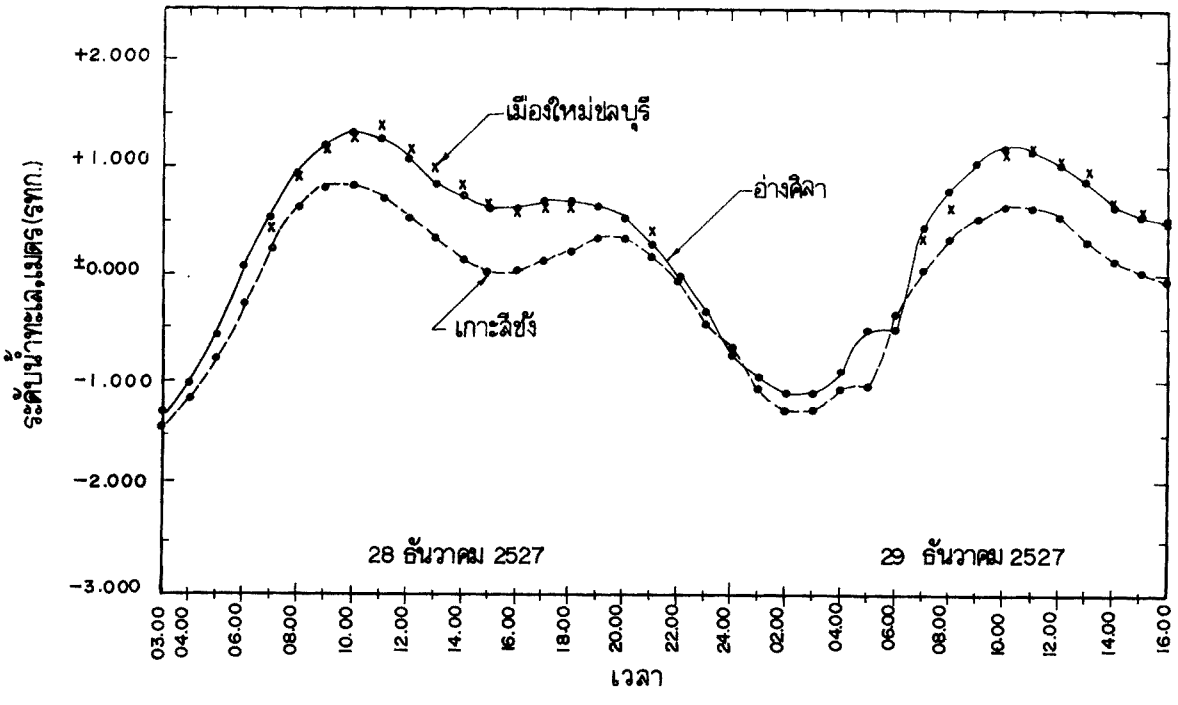




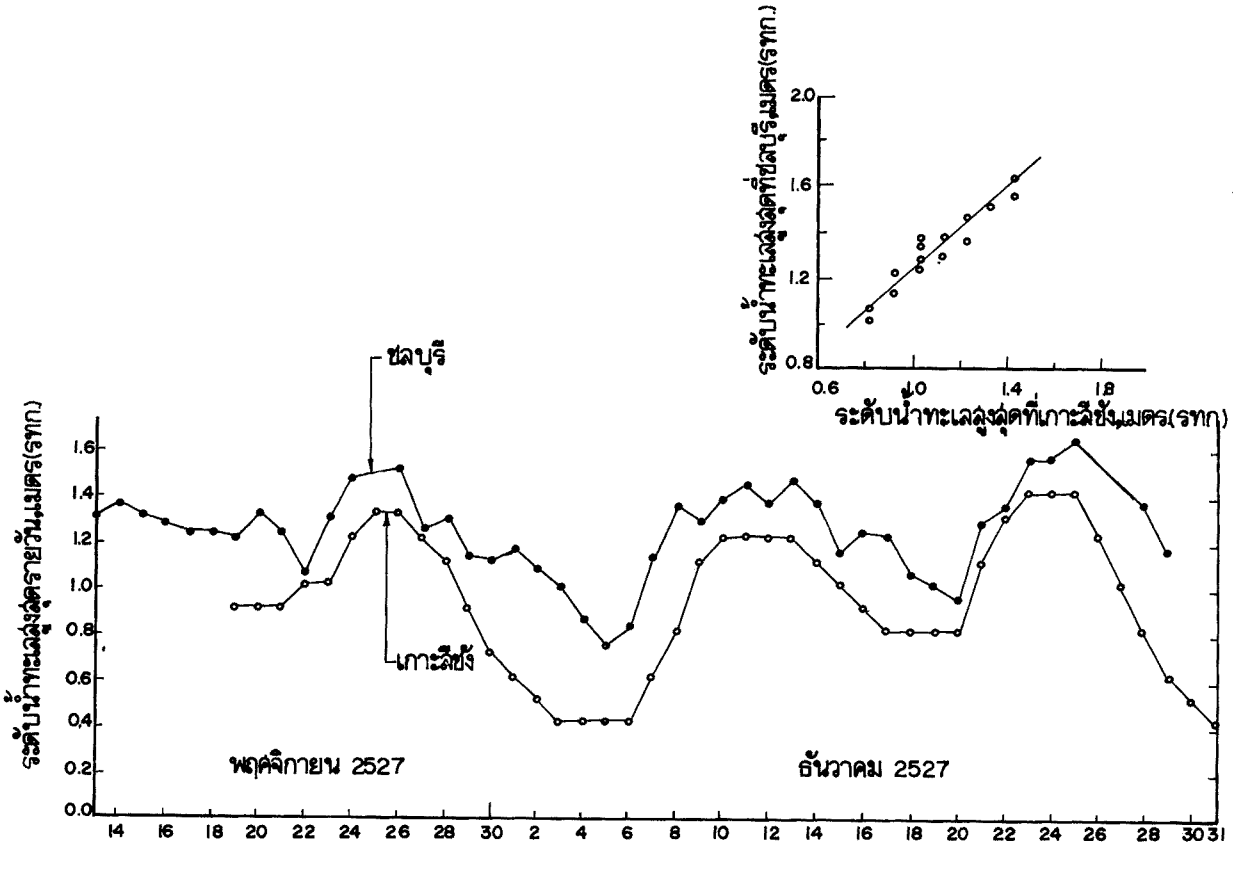


SILT
SANDY MUD
MUDDY SAND
SAND
MUD

รูปที่ 2 – 14
ความลึกและลักษณะตะกอนก้นอ่าวไทย

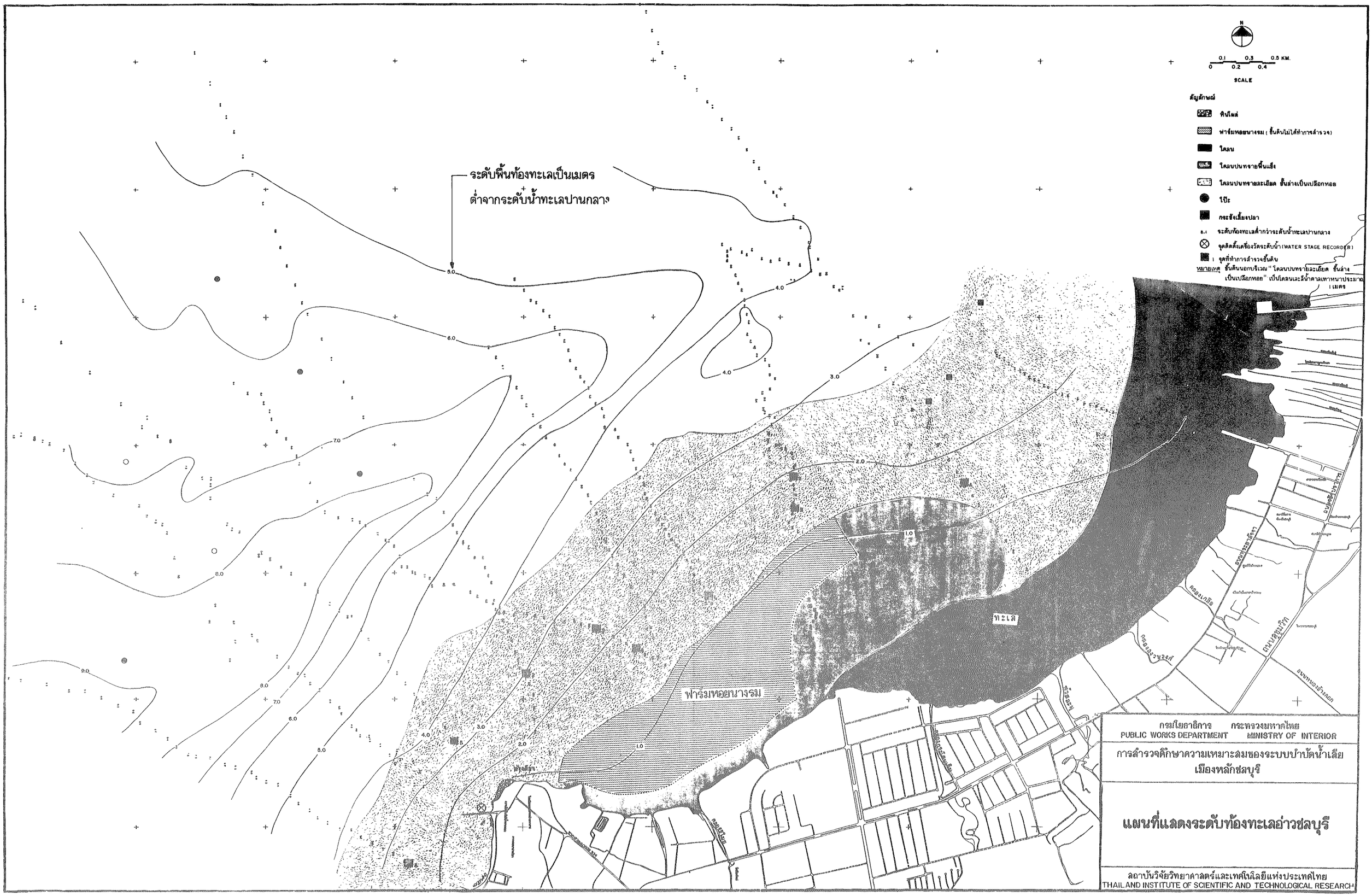


ระดับน้ำรายชั่วโมง

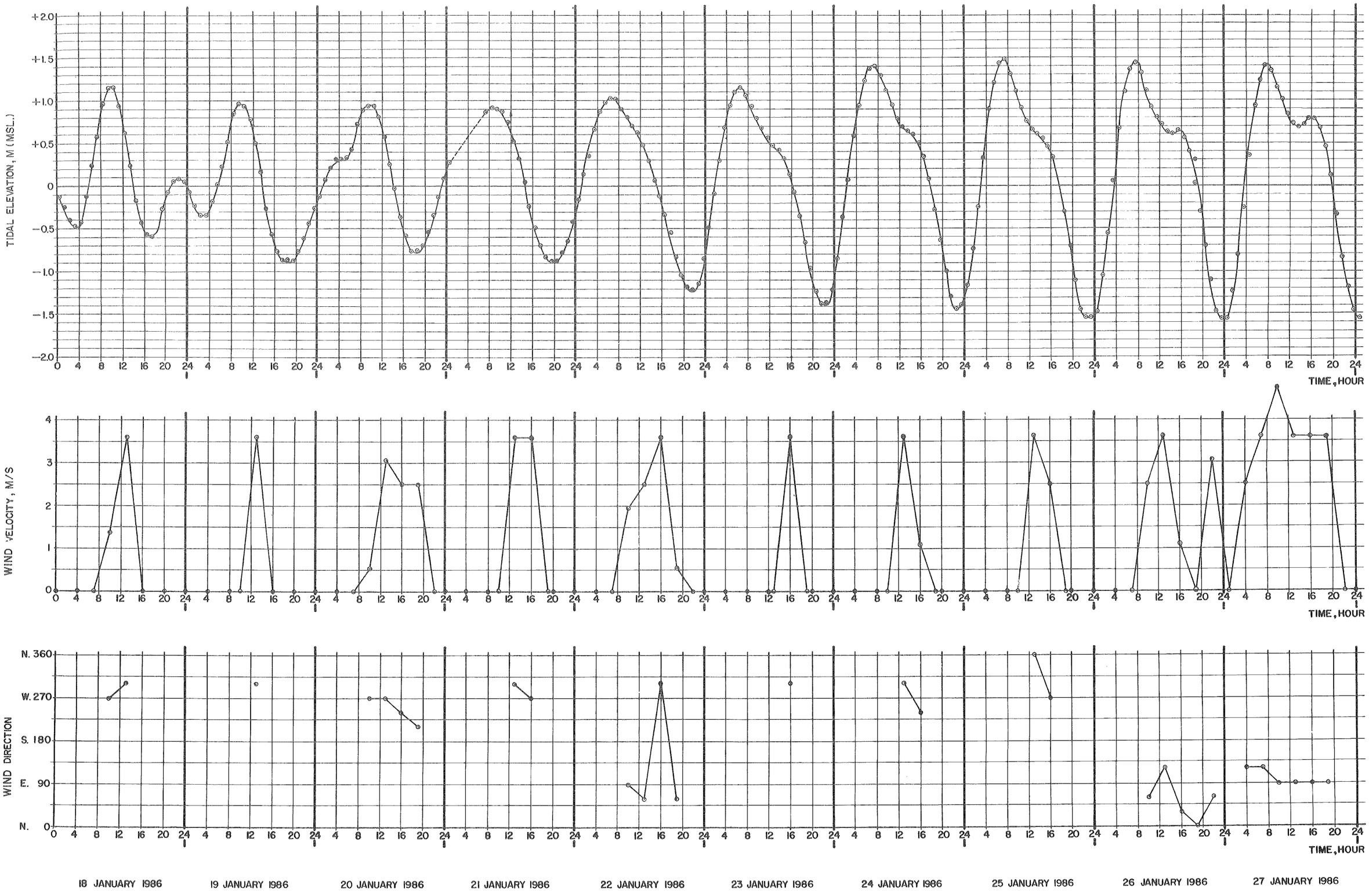


ระดับน้ำสูงสุดรายวัน

รูปที่ 2-15
การขึ้นลงของน้ำทะเล



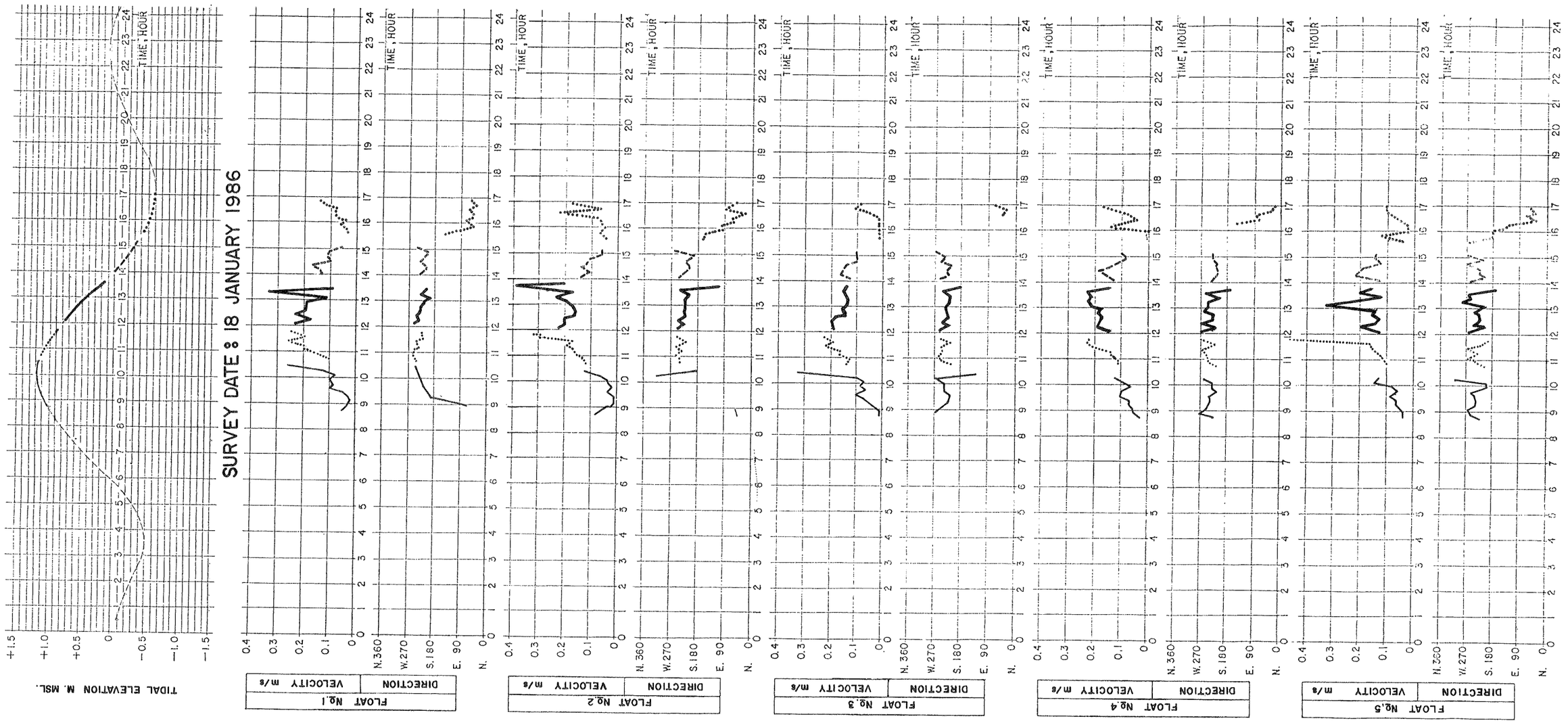
รูปที่ 2-16
ระดับและลักษณะดินก้นอ่าวชลบุรี



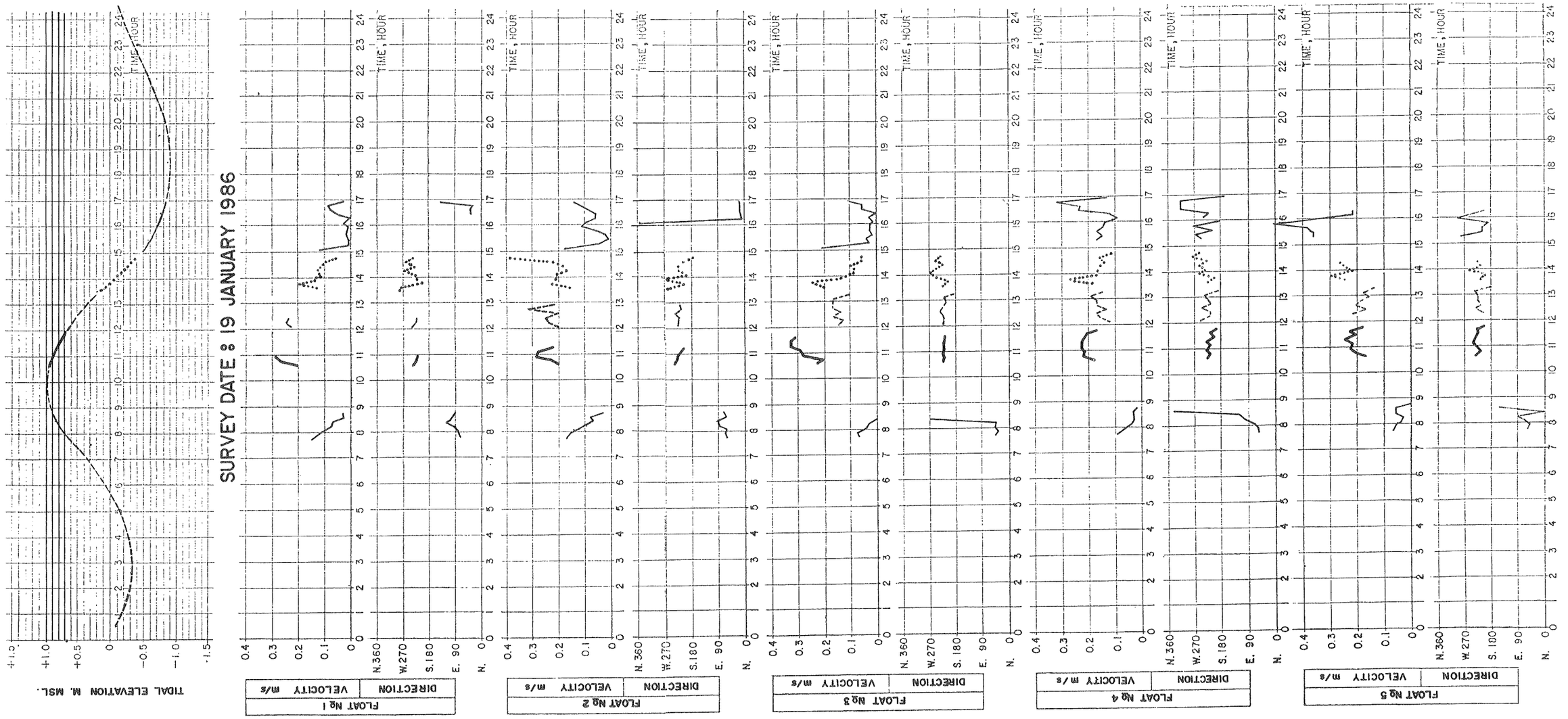
รูปที่ 2-17

การเปลี่ยนแปรระดับน้ำทะเลและลมบริเวณ

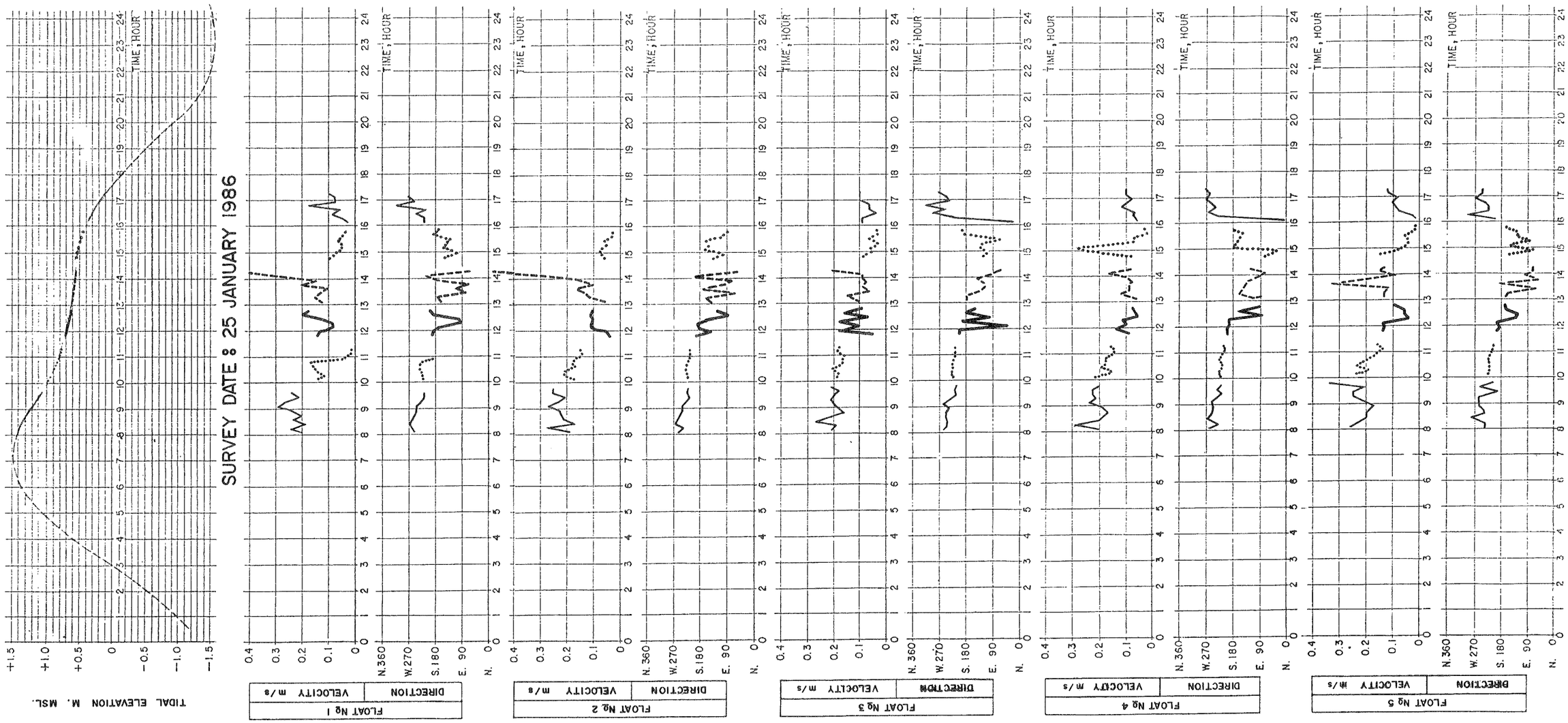
อ่าวชลบุรีในช่วงเวลาที่สำรวจสมุทรศาสตร์



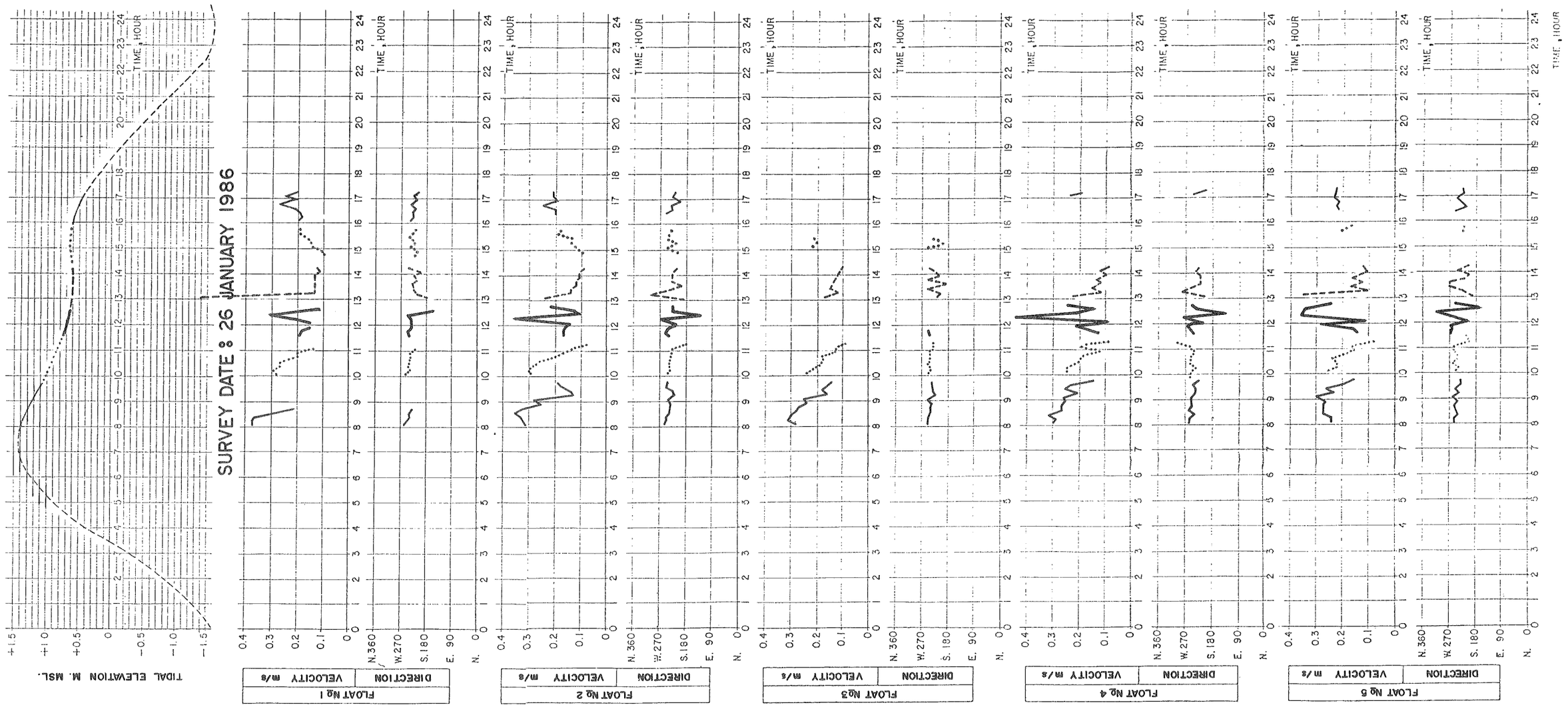
รูปที่ 2-18
ระดับน้ำทะเลและกระแสน้ำ


SURVEY DATE 8 19 JANUARY 1986
TIDAL ELEVATION M. MSL.
TIME, HOUR
FLOAT No 1
FLOAT No 2
FLOAT No 3
FLOAT No 4
FLOAT No 5
DIRECTION
VELOCITY m/s
N. E. 90 S. 180 W. 270 N. 360
0 0.1 0.2 0.3 0.4

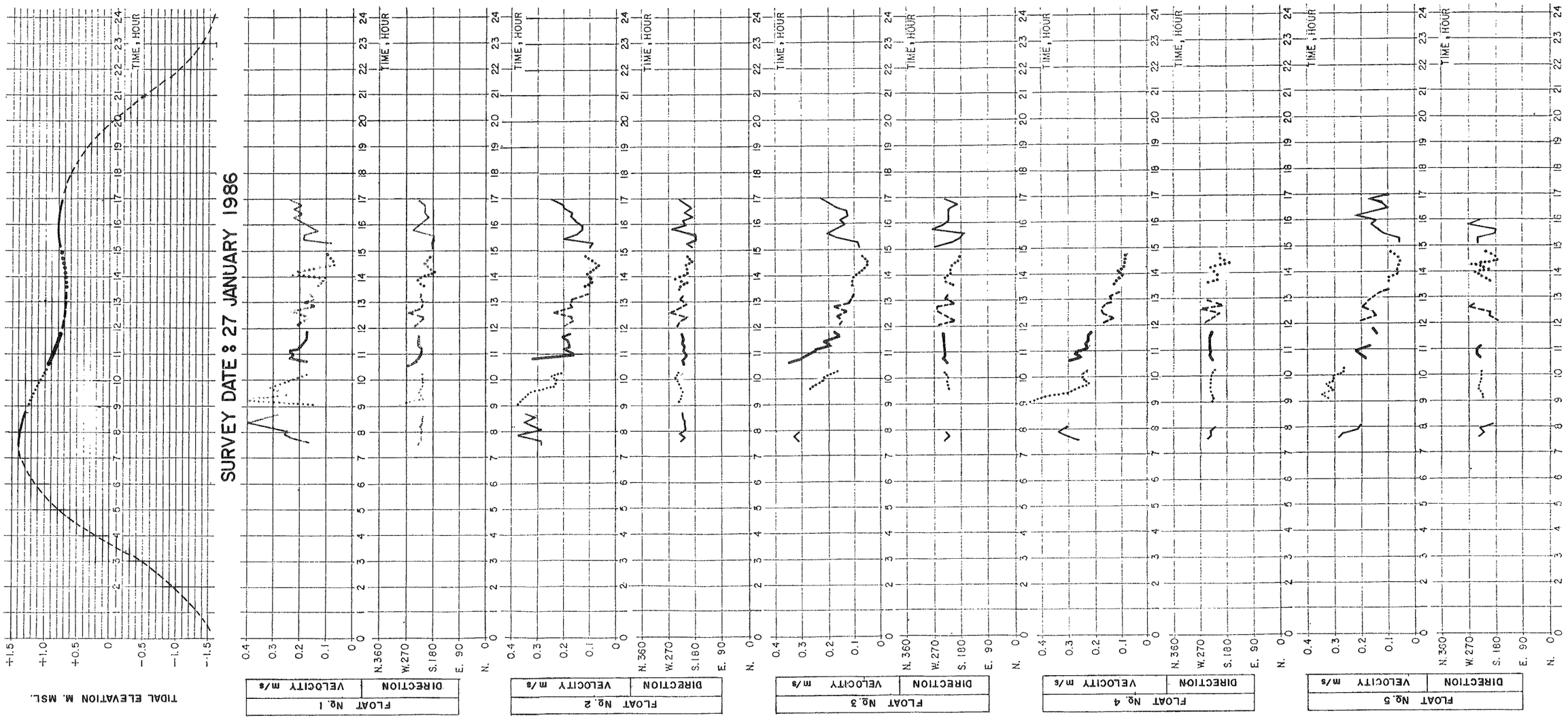
รูปที่ 2-18 (ต่อ)


SURVEY DATE : 25 JANUARY 1986
TIDAL ELEVATION M. MSL.
+1.5
+1.0
+0.5
0
-0.5
-1.0
-1.5
TIME, HOUR
FLOAT No 1
FLOAT No 2
FLOAT No 3
FLOAT No 4
FLOAT No 5
VELOCITY m/s
DIRECTION
N. 360
W. 270
S. 180
E. 90
N. 0

รูปที่ 2-18 (ต่อ)

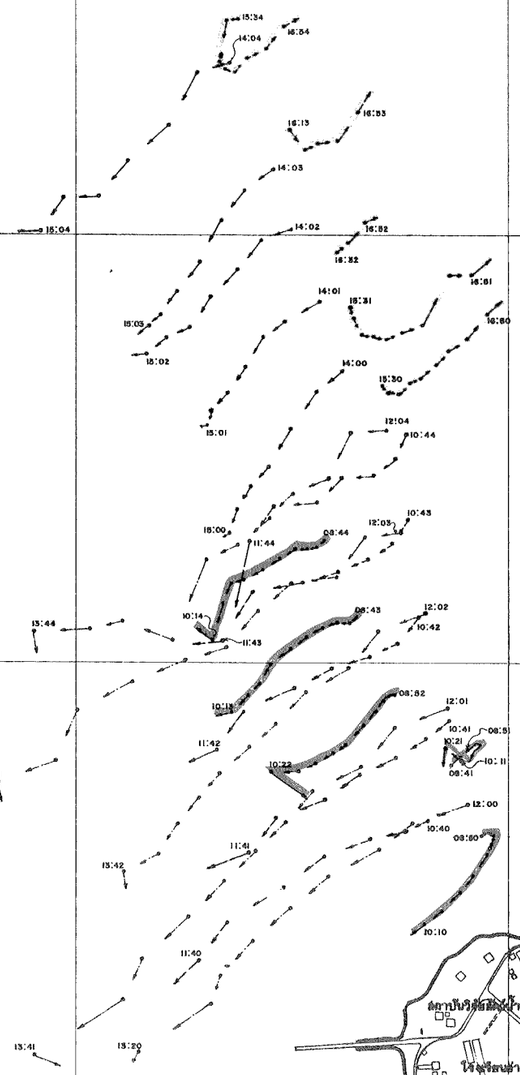

SURVEY DATE : 26 JANUARY 1986
TIDAL ELEVATION M. MSL.
TIME, HOUR
FLOAT No. 1
FLOAT No. 2
FLOAT No. 3
FLOAT No. 4
FLOAT No. 5
DIRECTION
VELOCITY m/s
N. 360
W. 270
S. 180
E. 90
N. 0
0.4
0.3
0.2
0.1
0

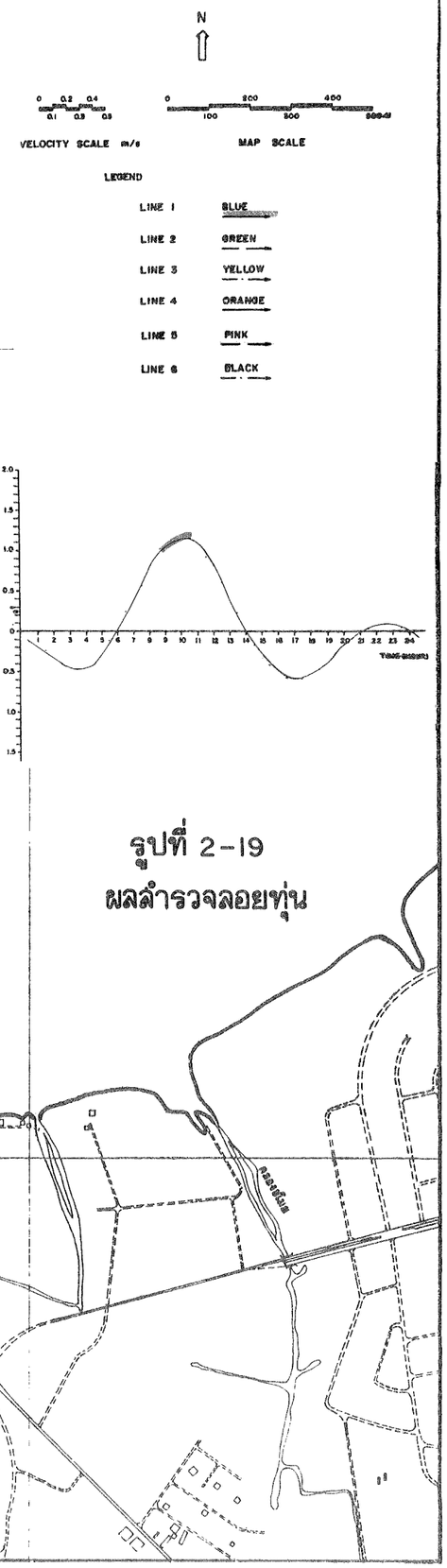
รูปที่ 2-18 (ต่อ)


SURVEY DATE : 27 JANUARY 1986
TIDAL ELEVATION M. MSL.
+1.5
+1.0
+0.5
0
-0.5
-1.0
-1.5
TIME, HOUR
FLOAT No. 1
FLOAT No. 2
FLOAT No. 3
FLOAT No. 4
FLOAT No. 5
DIRECTION
VELOCITY m/s
N. 360
W. 270
S. 180
E. 90
N. 0
0.4
0.3
0.2
0.1
0

รูปที่ 2-18 (ต่อ)

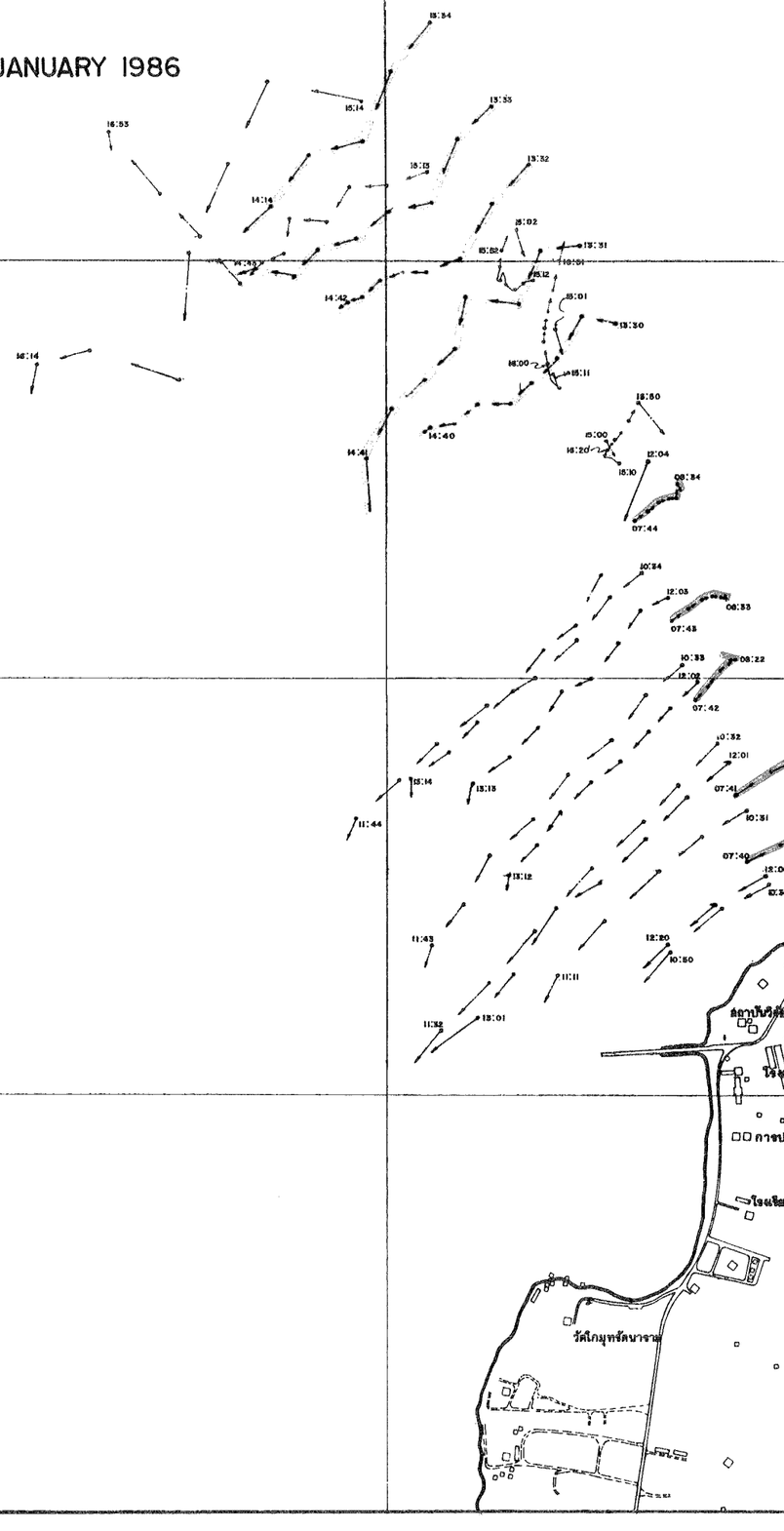
SURVEY DATE : 18 JANUARY 1986





รูปที่ 2-19
ผลสำรวจลอยทุ่น

SURVEY DATE : 19 JANUARY 1986



N

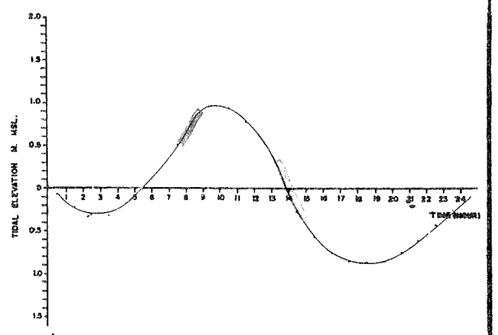
VELOCITY SCALE m/s

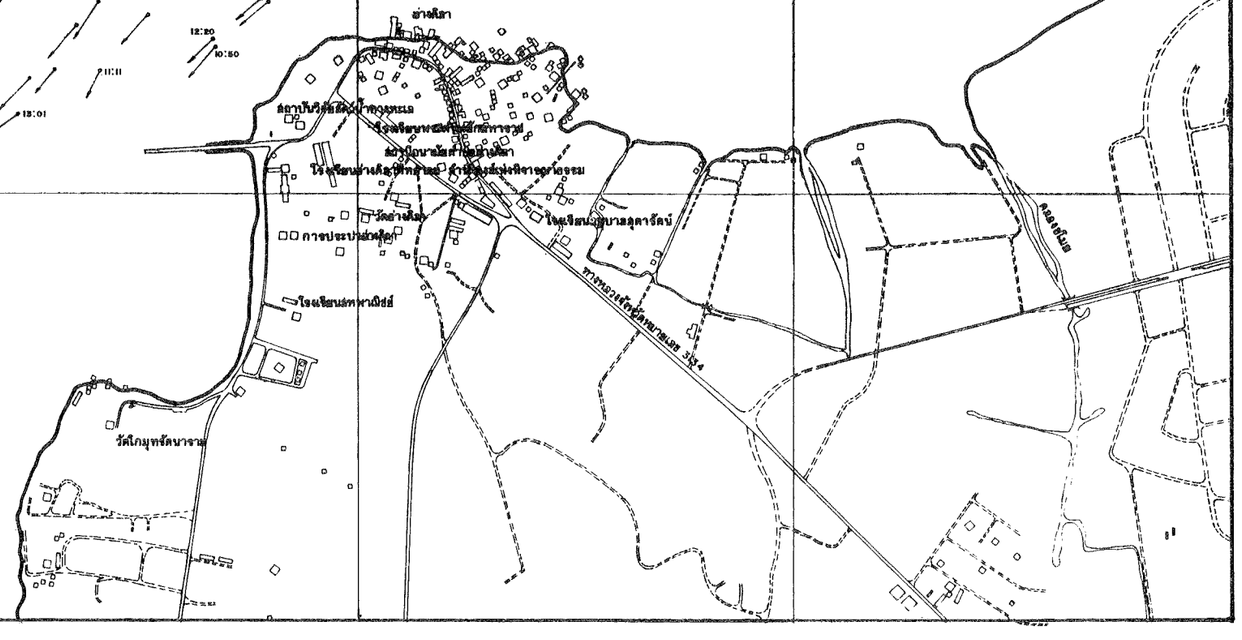
MAP SCALE

LEGEND

LINE 1	BLUE
LINE 2	GREEN
LINE 3	YELLOW
LINE 4	ORANGE
LINE 5	PINK
LINE 6	BLACK

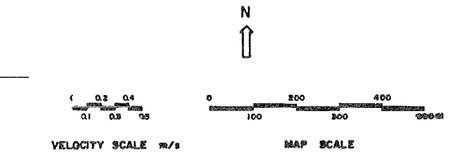
NOTE : NO DATA FOR LINE 2 DUE TO POOR VISIBILITY

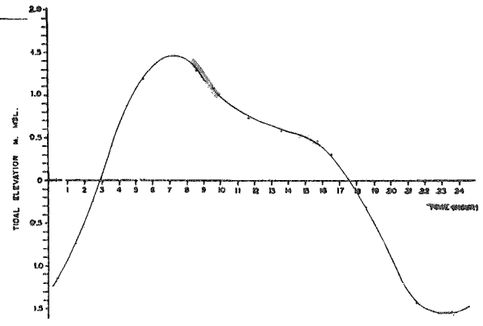


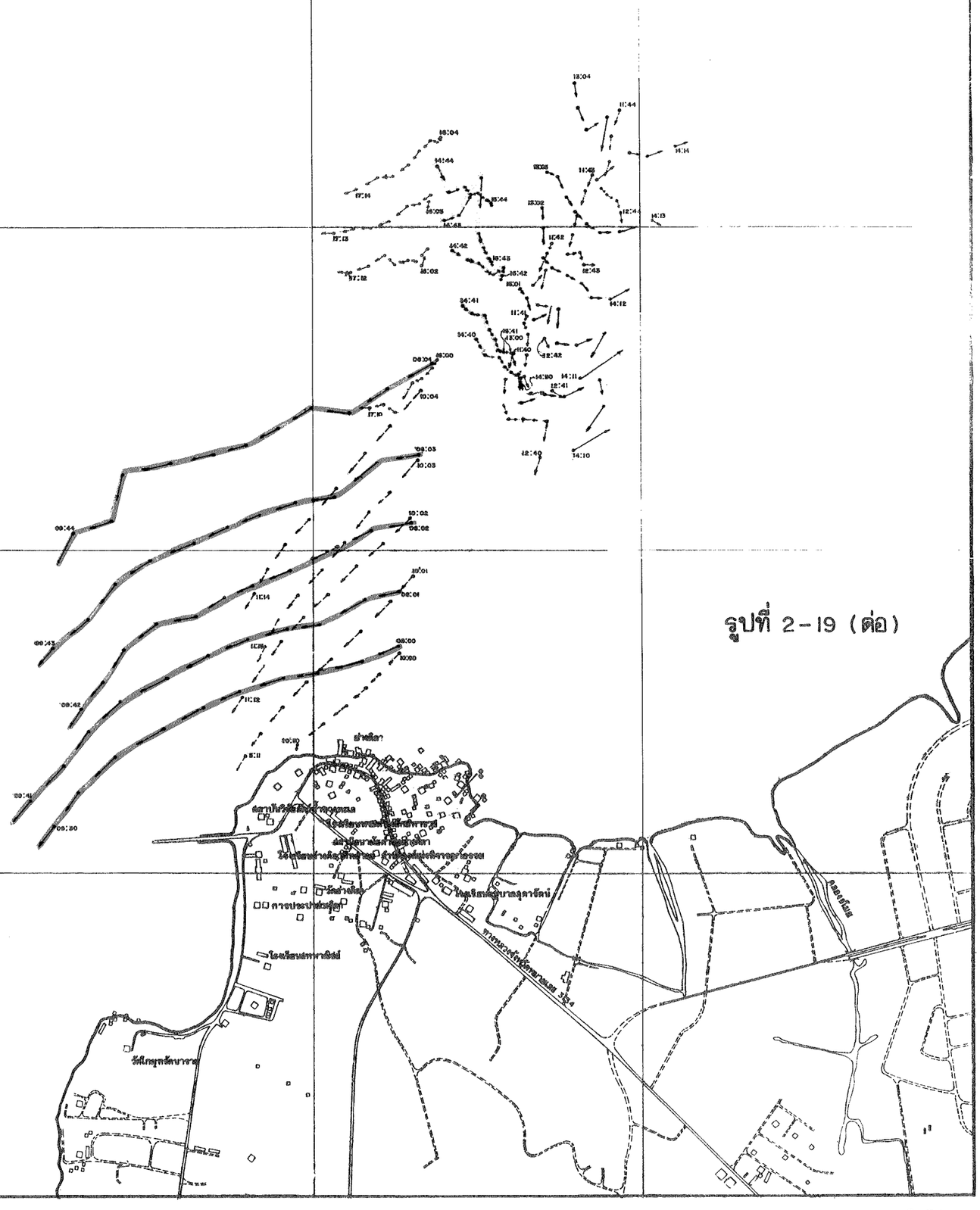


รูปที่ 2-19 (ต่อ)

SURVEY DATE : 25 JANUARY 1986

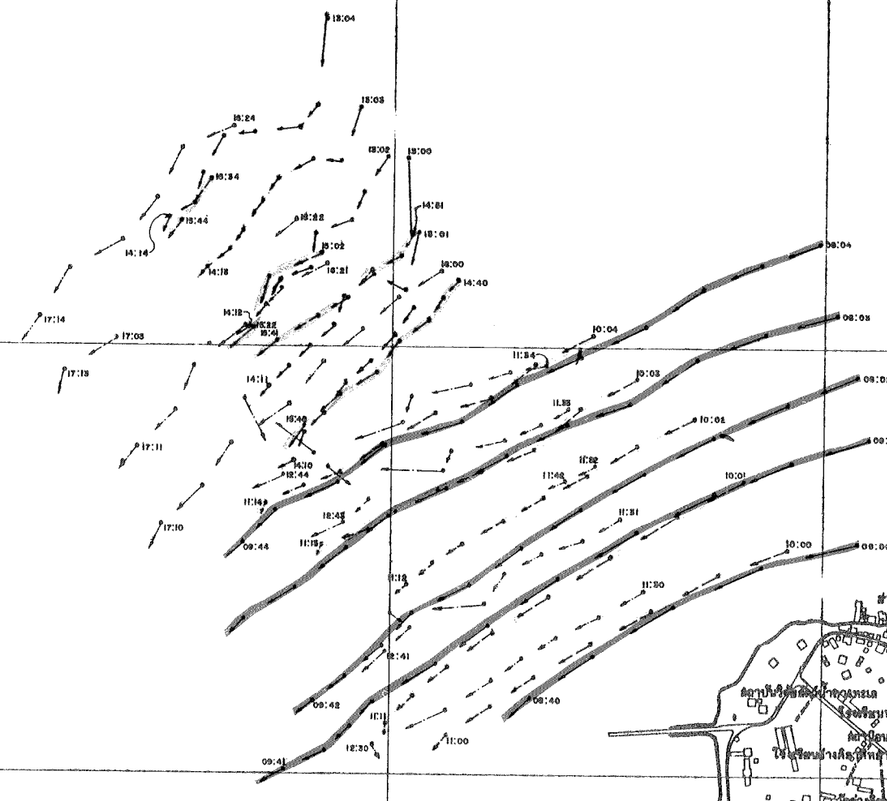


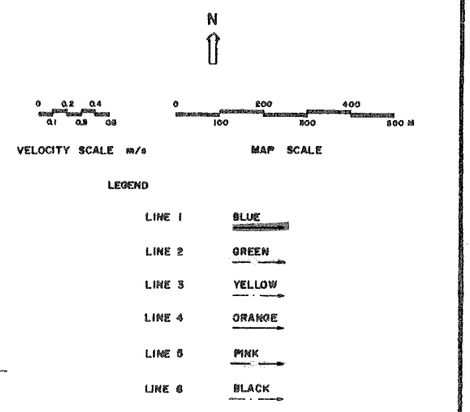


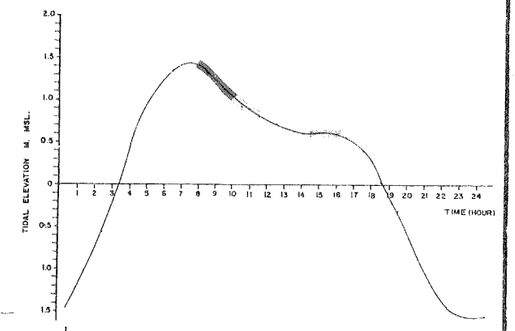


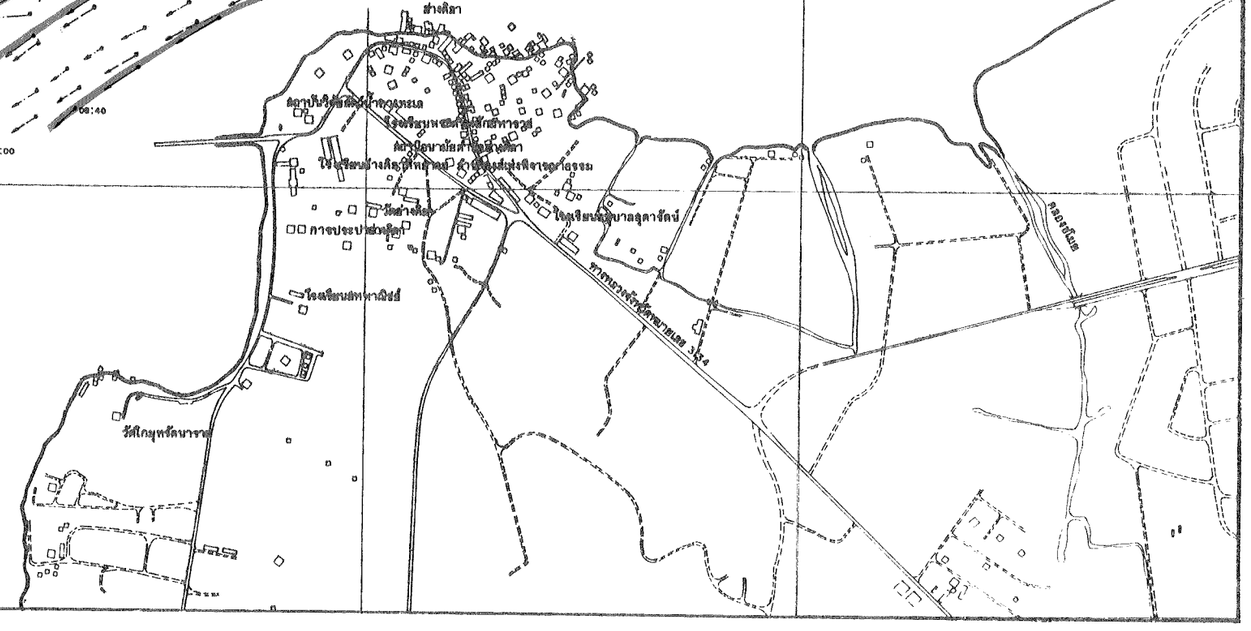
รูปที่ 2-19 (ต่อ)

SURVEY DATE : 26 JANUARY 1986









รูปที่ 2-19 (ต่อ)

SURVEY DATE : 27 JANUARY 1986

N

VELOCITY SCALE m/s

MAP SCALE

LEGEND

LINE 1 BLUE

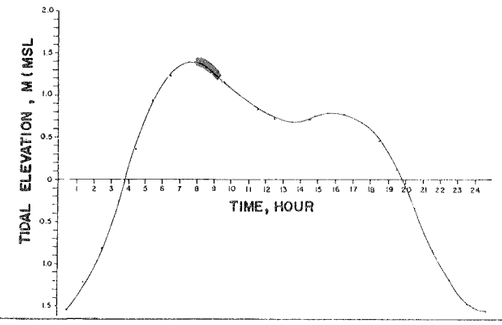
LINE 2 GREEN

LINE 3 YELLOW

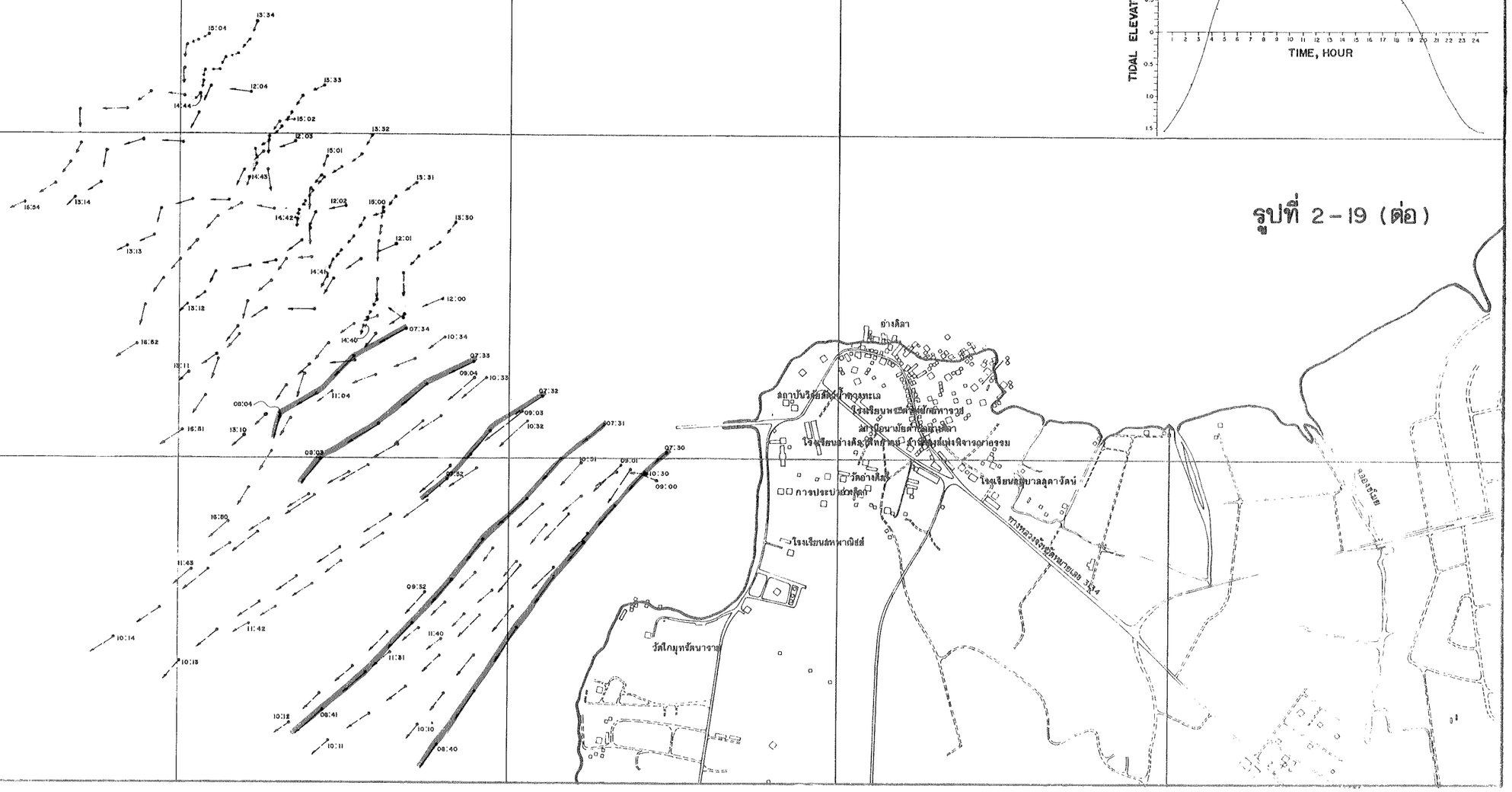
LINE 4 ORANGE

LINE 5 PINK

LINE 6 BLACK



รูปที่ 2-19 (ต่อ)



บทที่ 3

การออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น

เนื่องจากส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วยระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบโรงบำบัดน้ำเสีย ที่สามารถใช้ได้กับโครงการนี้มีหลายแบบ แต่ละแบบก็มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถเลือกใช้ระบบที่เหมาะสม จึงได้ทำการวางแผนและออกแบบขั้นต้น เพื่อประเมินราคาประกอบการเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ สำหรับกำหนดแนวทางในการพิจารณาออกแบบและศึกษาต่อไปในขั้นรายงานความเหมาะสม ผลการออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้นได้เสนอไว้ในตอนต่อไปของรายงาน โดยได้แสดงการประเมินปริมาณและลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ รวมทั้งเกณฑ์กำหนดด้านคุณภาพน้ำไว้ด้วย

1. การประเมินปริมาณน้ำใช้และน้ำเสีย

การประเมินปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียได้แบ่งพื้นที่โครงการออกเป็น 6 เขต ตามลักษณะการใช้ที่ดินในปัจจุบันและตามที่วางแผนไว้ในผังเมืองรวมของชลบุรี (อ้างอิง 35) ดังแสดงในรูปที่ 3-1 ซึ่งได้แก่

เขต 1	เขตหนาแน่นปานกลางบางทราย
เขต 2	เขตเทศบาลเมือง
เขต 3	เขตทหาร
เขต 4	เขตหนาแน่นปานกลางบ้านสวน
เขต 5	เขตหนาแน่นน้อยเสม็ด (ชุมชนเมืองใหม่)
เขต 6	เขตชนบทและเกษตรกรรม

การประเมินปริมาณน้ำใช้ได้ประเมินแยกกันระหว่างน้ำใช้สำหรับบ้านเรือนและที่พักอาศัยกับน้ำใช้เพื่อกิจกรรมอื่น ๆ สำหรับน้ำใช้ของบ้านเรือนและที่พักอาศัยทั้งในปัจจุบันและในอนาคตได้ประเมินจากอัตราการใช้น้ำของประชากรและจำนวนประชากรในแต่ละเขต โดยอาศัยข้อมูลล่าสุดจากรายงานความเหมาะสมของการปรับปรุงระบบน้ำประปาของชลบุรีซึ่งจัดทำโดยบริษัทที่ปรึกษาเยอรมันให้แก่การประปาภูมิภาค (อ้างอิง 26) ส่วนน้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่น ๆ ประเมินจากปริมาณที่ใช้จริงในปัจจุบันซึ่งได้จากการสำรวจปริมาณการใช้น้ำ ดังแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 6 แล้วจึงคาดคะเนปริมาณที่จะใช้ในอนาคตโดยใช้อัตราการเพิ่มในแต่ละเขต ปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดสำหรับทุกกิจกรรมที่ประเมิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-1 ซึ่งมีอัตราเฉลี่ยประมาณ 196 ลิตรต่อคนต่อวัน

การประเมินปริมาณน้ำเสียจากน้ำใช้ประเมินจากองค์ประกอบที่สำคัญสามประการคือ (ก) อัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำเสีย (ข) อัตราการต่อใช้บริการของประชากรในพื้นที่โครงการ (House Connection) ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าต่ำเมื่อเดินระบบ แล้วจึงเพิ่มมากขึ้นจนเต็มตามที่ได้วางโครงการไว้ และ (ค) อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย

การกำหนดค่าอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำเสียพิจารณาจากลักษณะการใช้ที่ดินในอนาคต พื้นที่ที่วางแผนให้บริการส่วนใหญ่จะมีผู้อยู่อาศัยตั้งแต่หนาแน่นมากไปจนถึงหนาแน่นปานกลาง มีพื้นที่หนาแน่นน้อย

ตารางที่ 3-1

สรุปรวมปริมาณการใช้น้ำในอนาคต

หน่วย : $ม^3$/เดือน

พื้นที่	2528	2530 (2ปี)	2533 (5ปี)	2538 (10ปี)	2548 (20ปี)
เขต 1	53 960	57 613	64 281	77 523	114 096
เขต 2	228 880	234 914	245 049	266 320	310 193
เขต 3	138 885	141 672	146 658	155 540	176 416
เขต 4	208 125	222 376	245 030	287 802	399 197
เขต 5	29 495	31 273	35 016	42 455	64 144
เขต 6	28 170	29 222	32 093	37 603	52 550
รวม	687 515	717 070	768 127	867 243	1 116 586

ตารางที่ 3-2

การประเมินปริมาณน้ำเสีย

รายการ	2528	2530 (2ปี)	2533 (5ปี)	2538 (10ปี)	2548 (20ปี)
ปริมาณน้ำใช้, $ม^3$/เดือน	687 515	717 070	768 127	867 243	1 116 586
, $ม^3$/วัน	22 917	23 902	25 604	28 908	37 220
อัตราส่วนน้ำใช้:น้ำเสีย	1:0.85	1:0.85	1:0.85	1:0.85	1:0.85
ปริมาณน้ำเสีย, $ม^3$/วัน	19 479	20 317	21 763	24 572	31 637
เปอร์เซ็นต์ผู้ต่อใช้บริการ	-	30%	36.7%	47.8%	70%
ปริมาณน้ำเสียไประบบบำบัด $ม^3$/วัน	-	6 095	7 987	11 745	22 146
อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ,%	-	20%	20%	20%	20%
ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อ, $ม^3$/วัน	-	1 219	1 597	2 349	4 429
ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด, $ม^3$/วัน	-	7 314	9 584	14 094	26 575

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดในปี 2548 $= \frac{26\ 575 \times 1\ 000}{.7 \times 189\ 542}$

$= 200$ ลิตร/คน/วัน

อยู่บ้าง แต่เกือบจะไม่มีพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมเลย นอกจากนั้นได้พิจารณาผลการสำรวจอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่โครงการในปัจจุบัน (ภาคผนวกที่ 6) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.47-1.0 เพื่อเป็นการเผื่อไว้ให้มั่นใจว่าระบบต่าง ๆ ที่ออกแบบมีความพอเพียงจึงกำหนดให้อัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำเสียเป็น 1:0.85 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่ใช้ในการออกแบบของเมืองต่าง ๆ ในประเทศ

สำหรับอัตราการต่อใช้บริการได้กำหนดให้เป็น 30% เมื่อเริ่มเดินระบบซึ่งคาดว่าจะเป็นปี พ.ศ.2530 และเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีจนเป็น 70% เมื่อมีการใช้เต็มโครงการในปีพ.ศ.2548 อัตรา 30% เมื่อเริ่มโครงการเป็นอัตราที่ประเมินจากปริมาณน้ำเสีย 95% ของน้ำเสียในเขตเทศบาลปัจจุบันที่วางแผนจะให้บริการในระยะแรก ส่วนอัตรา 70% เมื่อเต็มโครงการประเมินจากปริมาณน้ำจากเขตต่าง ๆ ทั้ง 6 เขต ซึ่งวางแผนว่าจะได้รับบริการจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการนี้

อัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ระดับน้ำใต้ดินเมื่อเทียบกับระดับท้องท่อ และคุณภาพของท่อที่ใช้รวมทั้งคุณภาพของผลงานการต่อท่อและวางท่อ จากผลการสำรวจอัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าระบบท่อน้ำทิ้งในพื้นที่โครงการ (ภาคผนวกที่ 6) พบว่ามีอัตราสูงถึง 30-40% ของปริมาณน้ำทิ้งที่รับเข้าสู่ระบบท่อ ยกเว้นบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับท้องท่อ การซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ระบบท่อน้ำเสียนี้นับว่าเป็นความสูญเปล่าทั้งในด้านค่าลงทุนก่อสร้างระบบและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบเมื่อใช้งาน จึงควรที่จะป้องกันตั้งแต่ขั้นวางแผนและออกแบบโครงการ ในโครงการนี้จึงได้กำหนดให้อัตราการซึมเข้าท่อเป็น 20% ของปริมาณน้ำทิ้งที่รับเข้าระบบท่อ และในการออกแบบก็ได้พิจารณาป้องกันการซึมเข้าท่อเป็นพิเศษไว้ด้วย

จากการกำหนดอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำเสีย อัตราการต่อใช้บริการและอัตราการซึมเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียข้างต้น ได้ประเมินปริมาณน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดในปีต่าง ๆ ในอนาคตไว้ในตารางที่ 3-2 และแสดงไว้ในรูปที่ 3-2 ด้วย เมื่อใช้งานเต็มโครงการในปีพ.ศ.2548 ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าประมาณ 26 600 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเทียบเท่ากับอัตราน้ำเสียประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน

2. <u>การประเมินลักษณะน้ำเสีย</u>

ลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดประเภทบนฝั่งที่สำคัญคือค่าบีโอดี และ Suspended Solids (SS) สำหรับระบบบำบัดประเภทฉีดปล่อยน้ำเสียนอกชายฝั่งทะเลมีเพิ่มอีกหนึ่งอย่างคือค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่สำรวจในพื้นที่โครงการทั้งหมด ได้แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2 พร้อมกับสรุปผลโดยสังเขปในหัวข้อ 1.3 ของบทที่ 2 แล้ว

สำหรับการประเมินค่าบีโอดีที่จะใช้ในการออกแบบ (บีโอดีที่ 5 วันและ 20°C) ได้พิจารณาจากลักษณะของน้ำเสียที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยข้อกำหนดที่ว่าประชากรทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นหลังจากการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียของโครงการแล้วเสร็จทุกบ้านจะใช้ระบบท่อส้วมที่ต่อให้ของเสียระบายลงสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียโดยตรง ส่วนบ้านเรือนที่มีอยู่เดิมก่อนมีระบบบำบัดน้ำเสียในโครงการนี้ปกติมีบ่อเกรอะ บ่อซึมของตนเองอยู่แล้ว เมื่อมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียนี้แล้วอนุญาตให้ต่อท่อให้น้ำเสียล้น

จากบ่อซึม (หรือจากบ่อเกรอะในกรณีที่ไม่มีบ่อซึม) คาดว่าประมาณ 80% ของบ้านที่มีอยู่เดิมจะต่อท่อให้น้ำเสียเข้าสู่ระบบ และอีก 20% ดังแปลงให้ต่อท่อของเสียจากส้วมเข้าสู่ระบบโดยตรง จากข้อกำหนดข้างต้น เมื่อคิดว่าน้ำเสียก่อนการบำบัดใด ๆ มีค่าบีโอดี 200 มก/ล และบ่อเกรอะบ่อซึมมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 40% ในการลดค่าบีโอดีแล้ว จะสามารถประเมินได้ว่าค่าบีโอดีของน้ำเสียซึ่งเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียในปี 2548 มีค่าประมาณ 150 มก/ล ดังนั้นจึงกำหนดให้น้ำเสียที่จะออกแบบระบบบำบัดมีค่าบีโอดี 150 มก/ล ค่าที่กำหนดนี้เทียบเท่ากับอัตราการปล่อยบีโอดี 30 กรัม/คน/วัน ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 20 กรัม/คน/วัน ที่ตรวจวัดได้ที่ระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะห้วยขวาง บางบัว และบางนาของการเคหะแห่งชาติ (อ้างอิง 17) แต่เมื่อพิจารณาการเพิ่มของอัตราการปล่อยบีโอดีในอนาคตซึ่งมีอัตราการเพิ่ม 1-2 กรัม/คน/วัน/ปี เท่าที่มีรายงานในประเทศญี่ปุ่น ค่าที่บีโอดี 150 มก/ล ที่กำหนดก็นับว่ามีค่าเหมาะสม

สำหรับค่า SS ที่สำรวจพบในน้ำเสียในพื้นที่โครงการ (ภาคผนวกที่ 2) ปรากฏว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีน้ำที่ล้นจากบ่อซึมบางส่วนผสมอยู่ อย่างไรก็ตามในอนาคตเมื่อมีการปล่อยของเสียต่าง ๆ ลงสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียโดยตรงมากขึ้น คาดว่าค่า SS จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการออกแบบจึงกำหนดให้ค่า SS ของน้ำเสียเป็น 85% ของค่าบีโอดี ค่านี้อยู่ในระดับเดียงกันกับค่าที่มักใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่มีลักษณะคล้ายกับของเมืองหลักชลบุรี

สำหรับค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียนั้น ผลจากการสำรวจจากตัวอย่างน้ำเสียโดยทั่วไปมักมีค่าแตกต่างผันแปรมาก ดังนั้นในการสำรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียในโครงการนี้จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่จะล้นจากบ่อซึมและบ่อเกรอะ (กรณีที่ไม่มีบ่อซึม) เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม 30 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 4×10^6 MPN/100มล โดยมีค่าระหว่าง 75 000 MPN/100มล ถึงกว่า 24×10^6 MPN/100มล สำหรับค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำจากท่อระบายน้ำสายหลักและจากน้ำในคลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.24×10^6 และ 0.19×10^6 MPN/100มล ตามลำดับ โดยทั่วไปในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Submarine Outfall มักใช้ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียประมาณ 60×10^6 MPN/100มล อย่างไรก็ตามในการออกแบบระบบ Submarine Outfall ที่หัวหินได้ใช้ค่า 2×10^6 MPN/100มล ซึ่งเป็นค่าที่ประเมินจากการวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียค่าที่ต่ำกว่าปกติอาจเนื่องจากมีการเจือจางและมีน้ำเสียจากโรงล้างปลาผสมกับน้ำเสียจากบ้านเรือนด้วย (ภาคผนวกที่ 5) จากข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้นนี้จึงกำหนดว่าในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียประเภท Submarine Outfall ในขั้นต้นเพื่อประเมินราคาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของระบบประเภทบนฝั่ง ใช้ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 2×10^6 MPN/100มล เช่นเดียวกับที่ใช้กับระบบที่หัวหิน

ดังนั้นเกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดต่าง ๆ ตามโครงการนี้ จึงกำหนดให้ใช้ค่าดังต่อไปนี้

บีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด	150 มก/ล
SS ของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด	0.85 ของบีโอดี
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	2×10^6 MPN/100มล

3. เกณฑ์กำหนดด้านคุณภาพน้ำทิ้ง

แหล่งรับน้ำทิ้งขั้นสุดท้ายสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียเมืองชลบุรีคือ ทะเล การทิ้งน้ำได้พิจารณาทางเลือกสองระบบซึ่งกำหนดโดยขบวนการบำบัดกล่าวคือ ในกรณีที่เลือกระบบบำบัดแบบทุติยภูมิซึ่งน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีคุณภาพได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง ระบบทิ้งน้ำจะเป็นแบบที่ปล่อยลงลำคลองธรรมชาติ

ซึ่งไหลลงทะเลที่ปลายคลองที่ริมฝั่งทะเล ส่วนอีกกรณีหนึ่งคือ ระบบบำบัดแบบปฐมภูมิซึ่งยอมให้มีปริมาณมลสารและโคลิฟอร์มแบคทีเรียเหลืออยู่ในน้ำทิ้ง ระบบทิ้งน้ำจะเป็นแบบที่ต้องวางท่อออกไปปล่อยน้ำห่างจากฝั่งซึ่งมีความลึกพอ และมีการกระจายของน้ำทะเลช่วยลดความเข้มข้นของมลสารและโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในการพิจารณาออกแบบเปรียบเทียบสองระบบดังกล่าวจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งหลังการบำบัด และมาตรฐานของแหล่งรับน้ำทิ้ง ซึ่งเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ เพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบต่าง ๆ เปรียบเทียบกันได้

3.1 มาตรฐานน้ำทิ้งหลังการบำบัด

สำหรับประเทศไทย มาตรฐานน้ำทิ้งหลังการบำบัดที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันคือมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติในปี 2528 และมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ฉบับที่ 12 พ.ศ.2525)ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 7 ซึ่งได้รวบรวมมาตรฐานน้ำทิ้งของต่างประเทศ และมาตรฐานที่มีผู้ศึกษาและใช้ในรายงานโครงการต่าง ๆ เอาไว้ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ได้กำหนดค่ามลสารที่สำคัญเช่น บีโอดี ให้อยู่ในช่วง 20-60 มก/ล SS อยู่ในช่วง 30-50 มก/ล

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากได้มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศไทย โดยหน่วยงานของรัฐขึ้นมาแล้ว ดังนั้นมาตรฐานน้ำทิ้งหลังการบำบัดสำหรับการศึกษาตามโครงการนี้จึงกำหนดให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ดังกล่าว กล่าวคือ กำหนดให้ค่าบีโอดีหลังการบำบัด มีค่าไม่เกิน 20 มก/ล และ SS ไม่เกิน 30 มก/ล

3.2 มาตรฐานแหล่งรับน้ำทิ้ง

มาตรฐานแหล่งรับน้ำทิ้งโดยทั่วไปกำหนดโดยพิจารณาจากสภาพการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำเป็นเกณฑ์ สำหรับอ่าวชลบุรีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องได้แก่ มาตรฐานสำหรับการใช้เป็นแหล่งประมงและเพาะเลี้ยงหอย และมาตรฐานสำหรับการใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและลงเล่นน้ำทะเล สำหรับประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่ใช้ควบคุมคุณภาพแหล่งน้ำออกบังคับใช้ แต่พอที่จะใช้มาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (วล.) เคยเสนอไว้เป็นแนวทางได้ ซึ่งได้แก่มาตรฐานแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวกะรน จังหวัดภูเก็ต มาตรฐานทั้งสองนี้ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวกที่ 7 พร้อมกับมาตรฐานจากต่างประเทศด้วยแล้ว

เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของน้ำทะเลที่ใช้ในกิจกรรมการประมงและเลี้ยงหอย ในมาตรฐานที่เสนอให้ใช้โดยหน่วยงานของรัฐ ดังนั้นในภาคผนวกที่ 7 จึงได้รวบรวมมาตรฐานดังกล่าวที่ใช้ในต่างประเทศไว้ด้วย สำหรับประเทศฟิลิปปินส์และรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกาสรุปค่ามาตรฐานน้ำทะเลที่สำคัญได้ดังนี้

กิจกรรม	บีโอดี,มก/ล	ดีโอ,มก/ล	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แบคทีเรีย, MPN/100มล
เล่นน้ำ	ไม่เกิน 10	ไม่น้อยกว่า 5	ไม่เกิน 1 000
เลี้ยงหอย	ไม่เกิน 20	ไม่น้อยกว่า 5	ไม่เกิน 70

จากการศึกษามาตรฐานของต่างประเทศพบว่ามาตรฐานของน้ำทะเลสำหรับการเลี้ยงหอย ส่วนใหญ่กำหนดให้มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 70 MPN/100มล ดังนั้นในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบฉีดปล่อยน้ำเสียที่ห่างชายฝั่ง (Submarine Outfall) จึงกำหนดให้น้ำทะเลในบริเวณที่มีการทำฟาร์มหอย และกิจกรรมประมงมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 70 MPN/100มล

4. การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

การพิจารณาออกแบบประเมินราคาในขั้นต้นนี้มีเป้าหมายในการกำหนดทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อพิจารณาออกแบบประเมินราคาในขั้นที่ละเอียดขึ้นไป ประเด็นที่พิจารณาเปรียบเทียบในขั้นนี้ได้แก่

ก. การเลือกใช้ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียระบบแยก (Separate System) หรือระบบรวม (Combined System) สำหรับพื้นที่นอกเขตเทศบาลปัจจุบันซึ่งเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบใดก็ได้ ส่วนในพื้นที่แออัดในเขตเทศบาลปัจจุบันซึ่งการที่จะก่อสร้างระบบท่อรับน้ำเสียใหม่ทั้งหมดมีแนวโน้มมากที่จะเกิดปัญหาต่าง ๆ ในการก่อสร้าง ดังนั้นในขั้นเปรียบเทียบราคาขั้นต้นในบริเวณพื้นที่แออัดดังกล่าวจึงได้วางแผนที่จะปรับปรุงโดยจัดทำเฉพาะระบบท่อดักน้ำเสีย ซึ่งไหลมาตามระบบท่อต่าง ๆ ที่มีในปัจจุบัน เพื่อรวบรวมส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

ข. การเลือกใช้ที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย ว่าควรมีการรวบรวมน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัดแห่งเดียวที่ปากคลองละมุ หรือรวบรวมน้ำเสียไปที่ระบบบำบัด 2 แห่ง คือที่บริเวณบางทรายและที่บริเวณปากคลองละมุ รายละเอียดเกี่ยวกับการเลือกตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสียบรรยายโดยสังเขปในตอนต่อไปในหัวข้อ 5 การพิจารณาในเรื่องระบบรวบรวมน้ำเสีย ในที่นี้จึงเป็นการประเมินราคาเพื่อพิจารณาร่วมกับราคาค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อคัดเลือกระบบที่ประหยัดและเหมาะสมที่สุดต่อไป

ดังนั้นในการออกแบบประเมินราคาขั้นต้นนี้จึงได้ดำเนินการสำหรับ 4 กรณี คือ

(1) ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม (Combined System) รวบรวมน้ำเสียไปบำบัดที่ระบบบำบัดที่ปากคลองละมุแห่งเดียว

(2) ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (Separate System) รวบรวมน้ำเสียไปบำบัดที่ระบบบำบัดที่ปากคลองละมุแห่งเดียว

(3) ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบรวม รวบรวมน้ำเสียไปบำบัดแยกกันที่ 2 แห่งคือที่ระบบบำบัดบางทราย และที่ระบบบำบัดที่ปากคลองละมุ

(4) ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก รวบรวมน้ำเสียไปบำบัดแยกกันที่ 2 แห่ง คือที่ระบบบำบัดบางทราย และที่ระบบบำบัดที่ปากคลองละมุ

4.1 เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียมีดังต่อไปนี้

4.1.1 ระยะเวลาออกแบบโครงการ

การออกแบบกำหนดให้ออกแบบระบบท่อรับน้ำเสียได้สำหรับ 20 ปีในอนาคตหรือถึงปี 2548

4.1.2 เกณฑ์ทางด้านชลศาสตร์

(1) ท่อน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนขนาดเล็กสุด ใช้ขนาด ϕ 100 มม

(2) ท่อระบายน้ำเสียสาธารณะ จะใช้ขนาดตั้งแต่ ϕ 200 มม ขึ้นไป

(3) ความเร็วของน้ำไหลในท่อ จะกำหนดใช้อย่างต่ำ 0.6 เมตรต่อวินาที เมื่อมีอัตราน้ำไหลสูงสุด ตารางที่ 3-3 ได้เตรียมขึ้นเพื่อช่วยในการออกแบบระบบท่อ

ตารางที่ 3-3

ความลาดเอียงน้อยที่สุดเพื่อให้มีความเร็วในท่อ 0.6 เมตรต่อวินาที

Sewer size, mm	n = 0.013	n = 0.14
ø 200	.0033	-
ø 250	.0024	-
ø 300	.0019	-
ø 350	.0015	-
ø 400	.0013	.0015
ø 450	-	.0013
ø 500	-	.0011
ø 600	-	.0009
ø 700	-	.0007
ø 800	-	.0006
ø 1 000	-	.00045
ø 1 200	-	.00035
ø 1 500	-	.00026
□ 1 500 X 1 500	-	.00026
□ 1 600 X 1 600	-	.00024
□ 1 800 X 1 800	-	.0002
□ 2 000 X 2 000	-	.000175
□ 2 500 X 2 500	-	.00013
□ 3 000 X 3 000	-	.0001
□ 3 500 X 3 500	-	.000085

(4) เมื่อรับอัตราน้ำเสียสูงสุด (Peak Flow) และเมื่อน้ำไหลเต็มท่อความเร็วสูงสุดไม่เกิน 3.5 เมตรต่อวินาที

(5) การคำนวณหาขนาดท่อ ใช้สูตร Manning's Formula

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

โดยค่า n จะใช้ค่าดังต่อไปนี้

Vertrified clay	n = 0.013
PVC	n = 0.013
Asbestos cement (AC)	n = 0.013
คอนกรีตและท่อ Rocla	n = 0.014

(6) อัตราน้ำเสียสูงสุด (Peak Flow) สำหรับการคำนวณระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (Separate Sewer) ใช้อัตราการไหลดังต่อไปนี้

จำนวนประชากรที่รับบริการ, คน	อัตราส่วนสูงสุด : ค่าเฉลี่ย
0-1 000	5.0:1
1 001-5 000	3.6:1
5 001-10 000	3.2:1
10 001-20 000	2.8:1
20 001-50 000	2.3:1
50 001-100 000	2.0:1
100 001-200 000	1.8:1

(7) ปริมาณน้ำเสียที่ใช้คำนวณขนาดท่อเท่ากับอัตราน้ำเสียสูงสุดบวกอัตราน้ำซึมเข้าท่อ โดยอัตราน้ำซึมเข้าท่อใช้ 20% อัตราน้ำเสียเฉลี่ย

(8) ในกรณีที่พิจารณาเลือกใช้ระบบน้ำเสียแบบรวม (Combined Sewer) ใช้ขนาดเท่าท่อระบายน้ำฝน แล้วกำหนด Interceptor ที่จุดที่เหมาะสม ส่วนขนาดของท่อที่จะตักรับน้ำเสียส่งต่อไปยังระบบบำบัด ออกแบบให้รับอัตราน้ำเสียไหลสูงสุดเช่นเดียวกับเกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกข้างต้น

(9) สำหรับการออกแบบท่อระบายน้ำฝน (Storm Drain) กำหนดอัตราการไหลโดยใช้ Rational Formula (อ้างอิง 37)

$$Q = 0.278\ C\ i\ A$$

โดยที่ Q เป็นอัตราการไหล เป็น $ม^3$/วินาที

i เป็นความแรงฝน เป็นมม/ชั่วโมง

A เป็นพื้นที่รับน้ำ เป็นตารางกิโลเมตร

โดยใช้ค่า Runoff Coefficient (C) ดังต่อไปนี้

ชุมชนหนาแน่นมาก	C = 0.6
ชุมชนหนาแน่นปานกลาง	C = 0.5
ชุมชนหนาแน่นน้อย	C = 0.4

สำหรับค่าความแรงฝน (i) ในขั้นแรกนี้ใช้ค่าที่ Return Period 5 ปี ของเมืองชลบุรี (จากอ้างอิง บ13) ซึ่งแสดงในรูปที่ 3-3

สำหรับการลดความแรงของฝนเนื่องจากพื้นที่รับน้ำขนาดโตใช้ตามกร๊าฟที่แนะนำใน ASCE Design Manual No.37 (อ้างอิง 9) ซึ่งแสดงในรูปที่ 3-3 ด้วยแล้ว

4.1.3 ระยะบ่อพัก

นอกจากจะกำหนดให้มีบ่อพัก (Manhole) ทุกจุดเชื่อมต่อ จุดเปลี่ยนขนาดท่อ จุดเปลี่ยนทิศทางการไหล หรือจุดเปลี่ยนความลาดเอียงของท่อแล้ว ยังกำหนดระยะห่างของบ่อพักดังต่อไปนี้

ขนาดท่อรวบรวมน้ำเสีย,มม	ระยะห่างบ่อพัก,ม
ø 200-300	20
ø 400-500	30
ø 600-800	50
ø 1 000-1 500	70
ø 1 500 ขึ้นไป	100

4.1.4 ชนิดของข้อต่อ

เนื่องจากปัญหาการรั่วซึมของน้ำจากด้านนอกเข้าสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียมีมาก และมักพบในอัตรา 20-30% ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อใช้งาน จึงเห็นควรใช้ข้อต่อแบบเชื่อมด้วยน้ำยาเคมีหรือแหวนยางตามที่ผู้ผลิตแนะนำสำหรับท่อ PVC ส่วนท่อชนิดอื่นให้ใช้ระบบข้อต่อแบบมีวงแหวนยาง ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการซึมเข้าท่อให้ไม่เกิน 20% ของปริมาณน้ำเสียที่รับเข้าสู่ระบบท่อ

4.1.5 ชนิดของท่อรวบรวมน้ำเสีย

การพิจารณาเลือกใช้ชนิดของท่อจะมีความสำคัญและมีผลต่อราคาค่าก่อสร้างระบบน้ำเสียของโครงการมาก เพราะค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียมักสิ้นค่าใช้จ่ายเป็นเปอร์เซ็นต์สูงของราคาค่าก่อสร้างทั้งโครงการ การพิจารณาเลือกใช้ชนิดของท่อในโครงการนี้มีรายละเอียดดังนี้

(1) จากการพิจารณาราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยความยาวท่อของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียประเภทต่าง ๆ ตามตารางที่ 2-9 และตารางที่ 2-10ของบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าท่อ AC ขนาด ø 200 และ 300 มม ราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด และถูกกว่าท่อ PVC ประมาณ 10% แต่ท่อ AC อายุจะสั้นกว่าท่อ PVC ประมาณครึ่งหนึ่ง (PVC มีอายุการใช้งาน 50 ปี AC จะมีอายุการใช้งานไม่เกิน 25 ปี) (อ้างอิง 38) จึงเห็นควรเลือกใช้ท่อ PVC สำหรับท่อขนาด ø 200 มม ถึง 300 มม

(2) สำหรับท่อ ø 400 มม ถึง ø 600 มม ในตารางทั้งสองจะพบว่าท่อ RC จะมีราคาค่าก่อสร้างต่ำที่สุด ในกรณีนี้จึงควรเลือกใช้ท่อ RC

(3) ส่วนท่อขนาดใหญ่ ϕ 800 มม ถึง ϕ 1 200 มม ราคาค่าก่อสร้างที่แสดงในตาราง ทั้งสองแสดงว่าใช้ท่อ RC จะถูกกว่าการใช้ท่อ Rocla ประมาณ 12-15% แต่หาก พิจารณาข้อดีของท่อ Rocla ซึ่งมีความยาว 6-10 เมตรต่อ 1 ข้อต่อ สามารถลด ปัญหาการรั่วซึมของน้ำจากภายนอกเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียได้มากกว่าถึง 6-10 เท่า ดังนั้นจึงเห็นควรแยกพิจารณาออกเป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 หากเส้นท่อขนาด ϕ 800-1 200 มม ยาวรวมกันน้อยกว่า 3 000 เมตร ควรเลือกใช้ท่อ RC

กรณีที่ 2 หากระบบเส้นท่อขนาด ϕ 800-1 200 มม ยาวรวมกันกว่า 3 000 เมตร ควรเลือกใช้ท่อ Rocla

(4) ท่อขนาด ϕ 1 200-1 500 มม ควรใช้ท่อ RC ส่วนขนาดที่ใหญ่กว่าท่อ ϕ 1 500 มม ควรใช้ท่อสี่เหลี่ยมจตุรัสโดยคิดว่าใช้วิธีก่อสร้างในสนามเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

แนวทางการเลือกใช้ชนิดของท่อข้างต้นสรุปได้ดังนี้

ท่อขนาด ϕ 200-300 มม ใช้ท่อ PVC

ท่อขนาด ϕ 400-600 มม ใช้ท่อ RC

ท่อขนาด ϕ 800-1 200 มม เส้นท่อสั้นกว่า 3 000 เมตร ใช้ท่อ RC

ท่อขนาด ϕ 800-1 200 มม เส้นท่อยาวกว่า 3 000 เมตร ใช้ท่อ Rocla

ท่อขนาด ϕ 1 200-1 500 มม ใช้ท่อ RC

ท่อที่ใหญ่กว่า ϕ 1 500 มม ใช้ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดก่อสร้างในสนาม

4.2 การออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบ

4.2.1 การออกแบบ

การออกแบบเปรียบเทียบในขั้นต้นนี้ได้ดำเนินการสำหรับ 4 กรณี ดังที่ได้บรรยายไว้ในตอนต้นของหัวข้อ 4 แล้ว เนื่องจากระบบท่อแบบรวมสามารถใช้ระบายน้ำฝนด้วย ดังนั้นเพื่อสามารถเปรียบเทียบราคากันได้บนพื้นฐานเดียวกัน ในแต่ละกรณีของระบบท่อแบบแยกจึงต้องมีการออกแบบระบายน้ำฝนเพื่อประเมินราคารวมไว้ด้วย กล่าวคือ

(ก) ระบบท่อแบบรวม - ออกแบบประเมินราคาระบบท่อระบบเดียวซึ่งรับได้ทั้งน้ำเสียและน้ำฝนรวมกัน

(ข) ระบบท่อแบบแยก - ออกแบบประเมินราคาระบบท่อรับน้ำเสียอย่างเดียวหนึ่งระบบ แล้วออกแบบประเมินราคาระบบระบายน้ำฝนอีกหนึ่งระบบ เพื่อรวมราคากันสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับราคาในข้อ (ก)

การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียในขั้นนี้ได้ออกแบบเฉพาะท่อประธาน (Main or Trunk) และท่อหลัก (Sub main) ส่วนท่อกิ่ง (Branch) หรือท่อซอย (Lateral) ไม่ทำการออกแบบแต่ใช้วิธีประเมินราคาจากราคาต่อหน่วยพื้นที่ โดยกำหนดราคาต่อหน่วยพื้นที่ (บาทต่อตารางกิโลเมตร) จากตัวอย่างพื้นที่ในโครงการสำหรับลักษณะการใช้ที่ดินต่างกัน 3 ประเภท คือประเภทชุมชนหนาแน่นมาก หนาแน่นปานกลางและชุมชนหนาแน่นน้อย

สำหรับพื้นที่ที่จะให้บริการ สำหรับการออกแบบขั้นต้นนี้กำหนดให้เป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่นมาก ถึงหนาแน่นน้อยและไม่รวมพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม ดังแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 3-4 พื้นที่ที่ได้รับบริการนี้มีเนื้อที่ประมาณ 53% ของพื้นที่โครงการ และมีปริมาณน้ำเสียทั้งหมดประมาณ 70% ของปริมาณน้ำเสียทั้งโครงการที่ได้ประเมินไว้สำหรับปีพ.ศ.2548 ในกรณีที่ออกแบบให้แยกน้ำเสียไปบำบัดที่โรงบำบัด 2 แห่ง ได้แบ่งเขตรับน้ำของแต่ละโรงบำบัดตามแนวซอยเขาน้อยดังแสดงในรูปที่ 3-5 ซึ่งเป็นแนวแบ่งสันปันน้ำโดยประมาณด้วย ปริมาณน้ำเสียที่ไปสู่ระบบบำบัดที่ปากคลองละมุมีค่าประมาณ 67% ของปริมาณน้ำเสียที่รับไปบำบัด ส่วนที่เหลือรับไปบำบัดที่ระบบบำบัดที่บางทราย

ผลการออกแบบทั้ง 4 กรณีตามเกณฑ์กำหนดที่ได้บรรยายข้างต้นแสดงโดยสังเขปในระบบท่อต่าง ๆ ในรูปที่ 3-6 ถึง 3-10 ซึ่งรวมถึงการออกแบบระบบท่อดักน้ำเสียสำหรับพื้นที่บริเวณเทศบาลปัจจุบันด้วย ในการออกแบบได้พยายามให้น้ำเสียไหลเองโดยแรงโน้มถ่วงของโลกให้มากที่สุด โดยพยายามหลีกเลี่ยงการใช้สถานีสูบส่ง (Lift Station) เท่าที่จะทำได้ ส่วนระบบระบายน้ำฝนได้พยายามออกแบบให้สอดคล้องกับแผนการปรับปรุงทางระบายน้ำหลัก (รูปที่ 3-5) ซึ่งเพิ่งวางแผนและออกแบบขั้นรายงานความเหมาะสมเสร็จ (อ้างอิง 2)

4.2.2 <u>การประเมินราคาเปรียบเทียบ</u>

รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการซ่อมแซมบำรุงรักษาได้บรรยายได้ในหัวข้อ 4 บทที่ 2 ในเรื่องข้อมูลสำหรับการประเมินราคาแล้วรายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับระบบรวบรวมน้ำเสียทั้ง 4 กรณีที่ออกแบบเบื้องต้นมีดังนี้

(1) ระบบท่อหลักและท่อประธาน : การประเมินราคาค่าก่อสร้างประเมินจากความยาวและขนาดของท่อ ส่วนประเภทของท่อเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในเรื่องเกณฑ์กำหนดในหัวข้อ 4.1.5 ราคาต่อหน่วยความยาวของท่อขนาดและประเภทต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 3-11 และ 3-12 ซึ่งใช้เฉพาะการประเมินราคาขั้นต้นนี้เท่านั้น

(2) ระบบท่อซอยและท่อกิ่ง : การประเมินราคาได้ประเมินราคาต่อหน่วยพื้นที่ซึ่งได้เลือกพื้นที่ในเขตพื้นที่โครงการซึ่งมีลักษณะการใช้ที่ดิน 3 ประเภท เป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับประเมินราคา ได้แก่พื้นที่หนาแน่นมาก (เลือกพื้นที่ตัวอย่างจากพื้นที่ในเขตเทศบาลปัจจุบัน) พื้นที่หนาแน่นปานกลาง (เลือกพื้นที่ตัวอย่างจากชุมชนเมืองใหม่ที่เสม็ด) และพื้นที่หนาแน่นน้อย (เลือกพื้นที่ตัวอย่างจากพื้นที่ตอนเหนือของบางทราย) การออกแบบประเมินราคาของพื้นที่ตัวอย่างเหล่านี้ได้คิดราคาสำหรับทั้งที่เป็นระบบรวมและระบบแยก โดยคิดขนาดท่อน้ำเสียขนาดเดียวคือ ϕ 200 มม และขนาดของท่อระบายน้ำฝนขนาดเดียวคือ ϕ 600 มม และกำหนดให้มีการวางท่อน้ำฝนและท่อน้ำเสียถนนละ 1 เส้นท่อ ราคาต่อหน่วยพื้นที่ของระบบท่อซอยและท่อกิ่งที่ประเมินได้แสดงในตารางที่ 3-4 ราคาต่อหน่วยที่ใช้สำหรับการประเมินราคาเบื้องต้นนี้มีการปรับปรุงให้ละเอียดถูกต้องยิ่งขึ้นในการดำเนินการออกแบบประเมินราคาในขั้นศึกษาความเหมาะสมในขั้นต่อไป

(3) บ่อพัก : สำหรับการประเมินราคาขั้นต้นได้เลือกใช้บ่อพักเพียง 2 ขนาดคือ 1.2X1.2X3.0 เมตร และ 1.5X1.5X3.5 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างบ่อพักตามที่กำหนดในเกณฑ์กำหนดของระบบรวบรวมน้ำเสียซึ่งได้บรรยายไว้ในตอนต้นของหัวข้อ 4.1.2 แล้ว

ตารางที่ 3-4

ราคาต่อหน่วยพื้นที่ของท่อชอยและท่อกึ่ง

ประเภทพื้นที่	ระบบท่อรวม		ระบบท่อแยก			
			ดินค่อนข้างอยู่ตัว, ระดับน้ำใต้ดินต่ำ		ดินไม่อยู่ตัว, ระดับน้ำใต้ดินสูง	
	ดินค่อนข้างอยู่ตัว, น้ำใต้ดินต่ำ ล้านบาท/กม.^{2}	ดินไม่อยู่ตัว, ระดับน้ำใต้ดินสูง ล้านบาท/กม.^{2}	ท่อระบายน้ำฝน ล้านบาท/กม.^{2}	ท่อน้ำเสีย ล้านบาท/กม.^{2}	ท่อระบายน้ำฝน ล้านบาท/กม.^{2}	ท่อน้ำเสีย ล้านบาท/กม.^{2}
ชุมชนหนาแน่นมาก	20.71	43.42	16.86	16.70	35.36	39.41
ชุมชนหนาแน่นปานกลาง	15.36	32.21	12.21	12.39	25.61	29.23
ชุมชนหนาแน่นน้อย	4.96	10.40	4.29	4.00	9.00	9.44

(4) บ่อสูบส่ง (Lift Station) : ขนาดของบ่อสูบส่งเลือกใช้ให้เหมาะกับปริมาณน้ำเสียที่จะรับไว้และสูบส่ง โดยมีระยะเวลาพักน้ำ (Detention Time) ไม่เกิน 15 นาที ขนาดที่ใช้มีตั้งแต่ 5.0X5.0X4.0 เมตร ถึง 7.5X7.5X4.0 เมตร แต่ละบ่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำเสียแบบ Submersible Pump จำนวน 2 ชุด โดยแต่ละชุดมีความสามารถสูบส่งได้เท่ากับอัตราไหลเฉลี่ยของน้ำเสีย

(5) ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง : ค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้ประกอบด้วยค่าไฟฟ้าสำหรับสูบน้ำเสีย ค่าซ่อมบำรุงเครื่องสูบและค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบท่อ รายละเอียดการคิดค่าใช้จ่ายประเภทนี้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.4 ของบทที่ 2

4.2.3 ผลการประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น

ผลการประเมินราคาเปรียบเทียบค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาสำหรับทั้ง 4 กรณี แสดงไว้ในตารางที่ 3-5, 3-6 และ 3-7 เมื่อพิจารณาจากค่าใช้จ่ายต่อปี (อายุใช้งาน 20 ปี และอัตราดอกเบี้ย 12%ต่อปี) ที่แสดงเปรียบเทียบกันในตารางที่ 3-7 จะเห็นว่าระบบรวบรวมน้ำเสียระบบรวม (Combined System) ซึ่งรวมน้ำเสียไปบำบัดที่บริเวณปากคลองละมุแห่งเดียวมีค่าใช้จ่ายประหยัดที่สุด สำหรับทั้ง 2 ระบบเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายของระบบรวบรวมน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัดแห่งเดียวหรือสองแห่งก็ไม่แตกต่างกันนัก

4.2.4 ข้อสรุปและเสนอแนะ

นอกจากข้อได้เปรียบในเรื่องการประหยัดค่าใช้จ่ายของระบบรวบรวมน้ำเสียระบบรวมแล้ว ระบบรวบรวมน้ำเสียระบบแยกมีข้อได้เปรียบหลายประการ ดังนี้

(1) ป้องกันปัญหาทางด้านสาธารณสุข เช่น กลิ่น แมลง และเชื้อโรค ได้ดีกว่า

(2) ไม่มีการสะสมของตะกอนสารมลพิษตามแนวเส้นท่อ เพราะอัตราการไหลไม่แปรเปลี่ยนมาก คืออยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 เท่า ในขณะที่ระบบท่อรวมอาจแปรเปลี่ยนได้จาก 1 ถึง 100 เท่า

(3) ระบบท่อแยกสามารถป้องกันการแพร่กระจายของมลพิษได้ดีกว่า เพราะจะมีน้ำฝนเข้าสู่ระบบท่อน้อยมาก ในขณะที่ระบบท่อรวมต้องมีการไหลล้น (Overflow) พัดพาตะกอนมลพิษออกสู่สภาวะแวดล้อมบ้าง โดยเฉพาะในขณะเริ่มฤดูฝนใหม่ ๆ

(4) ค่าลงทุนครั้งแรกของระบบแยกมีค่าต่ำ เนื่องจากไม่คิดรวมค่าใช้จ่ายสำหรับการระบบน้ำฝนด้วย

(5) การเริ่มโครงการ สามารถแยกก่อสร้างได้ทันทีโดยอิสระ

(6) ไม่เกิดปัญหา Overload ทางด้านชลศาสตร์ของระบบบำบัดน้ำเสียในฤดูฝนซึ่งมีระยะเวลาค่อนข้างยาว (4-6 เดือน) รวมทั้งปัญหาน้ำเสียเข้าระบบแปรเปลี่ยนค่าความสกปรกขึ้น ๆ ลง ๆ ในเวลาอันสั้น และปัญหาน้ำเสียเจือจางเข้าระบบบำบัด ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น

(7) ระบบรวบรวมน้ำเสียระบบแยกได้ตามมาตรฐานสากลที่นิยมใช้การแพร่หลาย

ตารางที่ 3-5

ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบรวบรวมน้ำเสียระบบท่อรวม

รายการ	ระบบบำบัด 2 แห่ง		ระบบบำบัด 1 แห่ง ที่ละมุ
	บางทราย	ละมุ	
ก. ค่าก่อสร้าง , ล้านบาท			
1. ระบบท่อหลักและท่อประธาน	74.70	290.34	339.63
2. บ่อสูบส่ง	1.58	2.38	3.16
3. ระบบท่อดักและบ่อพัก	1.98	17.25	44.23
รวม (1+2+3)	78.26	309.97	387.02
4. ระบบท่อซอยและท่อกิ่ง	119.88	284.98	402.82
รวม (1+2+3+4)	198.14	594.95	789.84
รวมทั้งโครงการ , ล้านบาท	793.09		789.84
ข. ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง , ล้านบาท/ปี			
1. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อหลักและท่อประธาน	0.56	2.18	2.55
2. ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการระบบสูบส่ง			
2.1 ค่าบำรุงรักษา	0.03	0.06	0.08
2.2 ค่าไฟฟ้า	0.08	0.16	0.15
3. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อดัก	0.01	0.13	0.33
รวม (1+2+3)	0.68	2.53	3.11
4. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อซอยและท่อกิ่ง	0.90	2.14	3.02
รวม (1+2+3+4)	1.58	4.67	6.13
รวมทั้งโครงการ , ล้านบาท/ปี	6.25		6.13

หมายเหตุ 1) ราคาค่าก่อสร้างไม่คิดราคาค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำฝนในเขตเทศบาล โดยถือว่าของเดิมมีอยู่ครบสมบูรณ์แล้ว ยกเว้นท่อระบายน้ำเสริมที่ถนนสุขุมวิท ซึ่งคิดรวมด้วย

2) การรวบรวมน้ำเสียในเขตเทศบาลไปยังระบบบำบัด ใช้ระบบท่อดักน้ำเสียตามแนวถนนวชิรปราการและพระยาสัจจา

3) ระบบระบายน้ำออกแบบสำหรับฝนรอบ 5 ปี

ตารางที่ 3-6

ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงระบบรวบรวมน้ำเสียระบบท่อแยก

รายการก่อสร้าง	ระบบบำบัด 2 แห่ง				ระบบบำบัด 1 แห่ง ที่ละมุ	
	บางทราย		ละมุ			
	ท่อน้ำฝน	ท่อน้ำเสีย	ท่อน้ำฝน	ท่อน้ำเสีย	ท่อน้ำฝน	ท่อน้ำเสีย
ก. ค่าก่อสร้าง, ล้านบาท						
1. ระบบท่อหลักและท่อประธาน	24.91	46.57	193.87	137.34	218.75	173.96
2. บ่อสูบส่ง	-	1.50	-	2.25	-	2.99
3. ระบบท่อดักและบ่อพัก	-	1.97	-	17.68	-	24.44
รวม (1+2+3)	24.91	50.04	193.87	157.27	218.75	201.39
4. ระบบท่อซอยและท่อกิ่ง	96.01	107.06	236.00	246.73	332.04	353.72
รวม (1+2+3+4)	120.92	157.10	429.87	404.00	550.79	555.11
รวมราคาแต่ละระบบ ล้านบาท	278.02		833.87		1 105.90	
รวมทั้งโครงการ, ล้านบาท	1 111.89				1 105.90	
ข. ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง, ล้านบาท/ปี						
1. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อหลักและท่อประธาน	0.17	0.35	1.45	1.03	1.64	1.30
2. ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการระบบสูบส่ง						
2.1 ค่าบำรุงรักษา	-	0.03	-	0.06	-	0.08
2.2 ค่าไฟฟ้า	-	0.07	-	0.15	-	0.38
3. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อดัก	-	0.01	-	0.13	-	0.18
รวม (1+2+3)	0.17	0.46	1.45	1.37	1.64	1.94
4. ค่าบำรุงรักษาระบบท่อซอยและท่อกิ่ง	0.72	0.80	1.77	1.85	2.49	2.65
รวม (1+2+3+4)	0.89	1.26	3.22	3.22	4.13	4.59
รวมราคาแต่ละระบบ ล้านบาท/ปี	2.15		6.44		8.69	
รวมทั้งโครงการ ล้านบาท/ปี	8.59				8.69	

หมายเหตุ 1) ราคาค่าก่อสร้างไม่คิดราคาค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำฝนในเขตเทศบาลโดยถือว่าของเดิมมีอยู่ครบสมบูรณ์แล้ว ยกเว้นท่อระบายน้ำเสริมที่ถนนสุขุมวิทซึ่งคิดรวมด้วย

2) การรวบรวมน้ำเสียในเขตเทศบาลไปยังระบบบำบัด ใช้ระบบท่อดักน้ำเสียตามแนวถนนวชิรปราการและพระยาสัจจา

3) ระบบระบายน้ำออกแบบสำหรับฝนรอบ 5 ปี

ตารางที่ 3-7

ค่าใช้จ่ายรวมต่อปีของระบบรวบรวมน้ำเสีย

รายการ	ค่าก่อสร้าง		ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง ล้านบาท/ปี	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี ล้านบาท/ปี
	ล้านบาท	ล้านบาท/ปี		
ก. <u>รวมระบบท่อทั้งหมด</u>				
ระบบท่อรวมและโรงบำบัดแห่งเดียว	789.84	105.76	6.13	111.89
ระบบท่อรวมและโรงบำบัดสองแห่ง	793.09	106.19	6.25	112.44
ระบบท่อแยกและโรงบำบัดแห่งเดียว	1 105.90	148.08	8.69	156.77
ระบบท่อแยกและโรงบำบัดสองแห่ง	1 111.89	148.88	8.59	157.47
ข. <u>ไม่รวมท่อซอยและท่อกิ่ง</u>				
ระบบท่อรวมและโรงบำบัดแห่งเดียว	387.02	51.82	3.11	54.93
ระบบท่อรวมและโรงบำบัดสองแห่ง	388.23	51.98	3.21	55.19
ระบบท่อแยกและโรงบำบัดแห่งเดียว	420.14	56.26	3.58	59.84
ระบบท่อแยกและโรงบำบัดสองแห่ง	426.09	57.05	3.45	60.50

<u>หมายเหตุ</u> 1) อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี

2) อายุใช้งาน 20 ปี

3) Capital Recovery Factor (CRF) $= i(1+i)^N / \left[(1+i)^N - 1 \right]$

$i = 12\%$, CRF $= 0.1339$

ดังนั้น เมื่อพิจารณาข้อได้เปรียบต่าง ๆ ของระบบรวบรวมน้ำเสียระบบแยกข้างต้น ประกอบกับจำนวนค่าใช้จ่ายที่ระบบรวมประหยัดกว่าระบบแยกไม่สูงจนเกินไปแล้ว เห็นว่า ในการศึกษาในขั้นต่อไปควรพิจารณาเลือกใช้ระบบรวบรวมน้ำเสียระบบแยกสำหรับพื้นที่นอกเขตชุมชนแออัด ส่วนในเขตพื้นที่ชุมชนแออัดในปัจจุบันซึ่งได้แก่เขตเทศบาลปัจจุบันจำเป็นต้องใช้ระบบรวม โดยจัดทำระบบท่อดักรับน้ำเสียที่ไหลในท่อระบายน้ำเดิมเพื่อส่งไปบำบัดต่อไป และจากผลการประเมินราคาเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งแสดงรายละเอียดในตอนต่อไป สรุปได้ว่าระบบรวบรวมน้ำเสียระบบแยกที่เสนอแนะเป็นระบบที่รวบรวมน้ำเสียส่งไปบำบัดที่โรงบำบัดที่บริเวณปากคลองละมุเพียงแห่งเดียว

5. <u>การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ</u>

ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีใช้งานอยู่ในประเทศซึ่งอาจใช้ได้กับโครงการนี้มีหลายประเภท แต่ละประเภทมีข้อดีและข้อด้อยเฉพาะตัว ทำให้มีความเหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ ของโครงการแตกต่างกันออกไป ในการเลือกระบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพิจารณาออกแบบในขั้นที่ละเอียดยิ่งขึ้นต่อไป ในโครงการนี้ใช้วิธีออกแบบและประเมินราคาขั้นต้นของระบบต่าง ๆ ที่อาจใช้ได้กับโครงการนี้ แล้วเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการบำรุงรักษาของแต่ละระบบ ค่าใช้จ่ายที่ประเมินได้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกระบบบำบัดเพื่อศึกษา และออกแบบในขั้นต่อไป โดยพิจารณาร่วมกับข้อดีและข้อด้อยอื่น ๆ ของแต่ละระบบ เช่น ความยากง่ายในการเดินระบบและการบำรุงรักษา ปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ และที่สำคัญที่สุดคือขนาดที่ดินที่ต้องใช้และแนวโน้มของความเป็นไปได้ในการจัดหาที่ดินที่ต้องการ

ระบบต่าง ๆ ที่พิจารณาในขั้นต้นในโครงการนี้ประกอบด้วย

(1) Stabilization Ponds (SP)
(2) Aerated Lagoons (AL)
(3) Activated Sludge (AS)
(4) Oxidation Ditch (OD)
(5) Rotating Biological Contactor Process (RBC)

สำหรับการเลือกสถานที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิบนฝั่งนั้น จากการพิจารณาพื้นที่ดินในบริเวณโครงการ พบว่ามีบริเวณที่เหมาะสม และอาจเป็นไปได้ที่จะเลือกเป็นสถานที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียได้รวม 3 แห่ง คือบริเวณตอนเหนือ (บางทราย) บริเวณตอนกลาง (ปากคลองสังเขป) และบริเวณตอนใต้ (ปากคลองละมุ) ดังแสดงในรูปที่ 3-13

สำหรับบริเวณปากคลองสังเขปนั้น สามารถหาที่ก่อสร้างระบบบำบัดได้หากเริ่มดำเนินโครงการถมทะเลในบริเวณนี้ ซึ่งจะทำให้รัฐไม่ต้องเสียเงินค่าเวนคืนหรือจัดซื้อที่ดิน การทิ้งน้ำเสียหลังการบำบัดลงสู่ทะเลก็เหมาะสม และการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียมาบำบัดก็จะถูกลง แต่หากพิจารณาถึงการถมที่ที่จะต้องลงทุนสูงมาก และเป็นโครงการที่ยังไม่แน่นอน ประกอบกับที่ดินราคาถูกบริเวณนอกเมืองและไม่ห่างไกลยังหาได้ไม่ยากและเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่จะตามมาในระยะยาวภายหลังแล้ว เห็นว่าบริเวณนั้นเป็นใจกลางเมืองที่ดินจะมีราคาแพงมากเมื่อถมเสร็จแล้ว และเหมาะที่จะใช้ในด้านอื่นรวมทั้งการพักผ่อนและท่องเที่ยวของประชาชน หากมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว อาจก่อให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายของเชื้อโรค และปัญหากลิ่นรบกวนตามมาได้ ดังนั้นการที่จะพิจารณาเลือกใช้บริเวณปากคลองสังเขปเป็นสถานที่ก่อสร้างระบบบำบัดจึงนับว่าไม่เหมาะสม

สถานที่ก่อสร้างระบบบำบัดที่เหมาะสม ที่พิจารณาเลือกต่อไปจึงได้แก่ที่ตั้งทางตอนเหนือของเขตสุขาภิบาลบางทรายกับปากคลองละมุ จึงได้กำหนดทางเลือกที่จะก่อสร้างระบบบำบัดแบบแยก 2 แห่ง คือที่บางทราย และละมุ โดยยึดแนวแบ่งเขตการระบายน้ำด้วยถนนซอยเขาน้อย หรือเลือกวิธีการรวบรวมน้ำเสียไปบำบัดที่จุดเดียว ซึ่งอาจเป็นบางทรายหรือละมุ เนื่องจากทั้งสองบริเวณเป็นที่ลุ่มมีลักษณะคล้ายกันและมีแหล่งทิ้งน้ำหลังการบำบัดที่ใกล้เคียงกัน แต่ที่ละมุมีความพร้อมทางด้านถนน ไฟฟ้า ประปา ตลอดจนความเป็นไปได้สูงในการที่จะใช้ที่ดินของรัฐเป็นสถานที่ก่อสร้างระบบบำบัด จึงได้พิจารณาเลือกบริเวณปากคลองละมุสำหรับกรณีทางเลือกที่ใช้ระบบบำบัดแห่งเดียว ซึ่งเป็นการสอดคล้องกับแนวความคิดของรายงานการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (อ้างอิง 1)

ดังนั้นในการออกแบบประเมินราคาเบื้องต้นจึงได้ดำเนินการออกแบบรวมทั้งสิ้น 15 ระบบคือ

ก. สำหรับระบบบำบัดที่บริเวณปากคลองละมุแห่งเดียว 5 ระบบ

ข. สำหรับระบบบำบัดสองแห่ง แห่งละ 5 ระบบรวม 10 ระบบ

อนึ่ง ระบบบำบัดน้ำเสียที่บรรยายในขั้นนี้เป็นระบบบำบัดประเภทบนฝั่งเมื่อได้เลือกระบบที่เหมาะสมที่สุดแล้วจึงพิจารณาเปรียบเทียบกับระบบบำบัดประเภทฉีดปล่อยน้ำเสียนอกชายฝั่ง (Submarine Outfall) อีกครั้งหนึ่ง

5.1 เกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อกำหนดที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ได้บรรยายไว้ในหัวข้อ 1, 2 และ 3 ของบทที่ 3 นี้แล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ปีที่พิจารณาออกแบบเพื่อเปรียบเทียบขั้นต้น	2548	
อัตราการใช้น้ำ	196	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด	26 600	$ม^3$/วัน
เปอร์เซ็นต์ผู้ต่อใช้บริการในปี 2548	70	%
อัตราน้ำเสีย (รวมน้ำซึมเข้าท่อด้วย)	200	ลิตร/คน/วัน
บีโอดีเข้าสู่ระบบบำบัด	150	มิลลิกรัม/ลิตร
SS เข้าสู่ระบบบำบัด	130	มิลลิกรัม/ลิตร
โคลิฟอร์มแบคทีเรียเข้าสู่ระบบบำบัด	$2x10^6$	MPN/100มล
บีโอดีออกจากระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิ	20	มิลลิกรัม/ลิตร
SS ออกจากระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิ	30	มิลลิกรัม/ลิตร

เกณฑ์กำหนดในการออกแบบระบบต่าง ๆ ทั้ง 5 ระบบ เป็นไปตามหลักการและวิธีการที่แนะนำไว้ในเอกสารวิชาการต่าง ๆ (อ้างอิง 3 ถึง 21) ประเด็นที่สำคัญในการออกแบบได้สรุปรวบรวมไว้ในภาคผนวกที่ 8 แล้ว

5.2 ผลการออกแบบประเมินราคาเปรียบเทียบ

การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแห่งเดียวที่บริเวณปากคลองละมุสำหรับทั้ง 5 ระบบได้แสดงไว้โดยสังเขปด้วยแผนผังและรูปตัดในรูปที่ 3-14 ถึง 3-23 สำหรับกรณีที่มีระบบบำบัด

น้ำเสียที่ 2 แห่ง การออกแบบก็คล้ายคลึงกันเพียงแต่มีขนาดต่างกันออกไป จึงมิได้แสดงไว้เพื่อมิให้เป็นการซ้ำซ้อนกัน

การประเมินราคาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นไปตามรายละเอียดและราคาต่อหน่วยต่าง ๆ ที่บรรยายไว้แล้วในหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 โดยได้แยกค่าก่อสร้างออกเป็นหมวดงานโยธา งานเครื่องกลและไฟฟ้า ค่าที่ดิน ส่วนค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงประกอบด้วย

- ค่าไฟฟ้าสำหรับระบบสูบของเหลวและอื่น ๆ
- ค่าสารเคมีซึ่งได้แก่ คลอรีนซึ่งคิดเติมในอัตรา 2 มิลลิกรัม/ลิตร
- ค่าซ่อมบำรุงรักษางานโยธาและงานเครื่องกลไฟฟ้า
- ค่าบุคลากรสำหรับดำเนินงานระบบเมื่อเริ่มใช้งาน เพื่อให้ระบบต่าง ๆ ทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ บุคลากรเหล่านี้ประกอบด้วยผู้บริหาร วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ นักบัญชี ช่าง และคนงาน ในกรณีมีระบบบำบัดแห่งเดียวที่ปากคลองละมุได้กำหนดให้ใช้เจ้าหน้าที่รวม 14 คน ส่วนกรณีมีระบบบำบัด 2 แห่งกำหนดให้ใช้เจ้าหน้าที่ 22 คน

ผลการประเมินราคาเปรียบเทียบค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-8 ส่วนการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมต่อปีเมื่อคิดอายุการใช้งาน 20 ปี และอัตราดอกเบี้ย 12%ต่อปี แสดงในตารางที่ 3-9

5.3 ข้อสรุปและเสนอแนะ

จากการพิจารณาผลเปรียบเทียบในตารางที่ 3-8 และ 3-9 สามารถสรุปได้ว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเพียงแห่งเดียวจะประหยัดกว่าการใช้ระบบบำบัดสองแห่ง และเมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายของระบบรวบรวมน้ำเสียที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.2.3 ของบทที่ 3 นี้ ซึ่งได้ผลสรุปว่าระบบรวบรวมน้ำเสียสำหรับส่งไปยังระบบบำบัด 2 แห่ง มีแนวโน้มค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบที่ส่งไปยังระบบบำบัดแห่งเดียวด้วยแล้ว จึงเห็นควรมีระบบบำบัดน้ำเสียเพียงแห่งเดียวที่บริเวณปากคลองละมุ

สำหรับประเด็นของประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียที่ควรจะเลือกนั้น จากผลการประเมินราคาเปรียบเทียบ แสดงว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SP มีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดที่สุด แต่มีข้อเสียเปรียบในเรื่องความต้องการที่ดินซึ่งต้องใช้ถึง 213 ไร่ ส่วนระบบที่น่าสนใจและควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือระบบ AS และ RBC ซึ่งทั้งสองระบบต้องการใช้ที่ดินเนื้อที่ใกล้เคียงกันแต่จะน้อยกว่าระบบ SP มาก ในด้านค่าก่อสร้างระบบ AS สูงกว่าระบบ SP แต่ต่ำกว่าระบบ RBC มาก ส่วนในด้านค่าดำเนินการรวมค่าซ่อมบำรุง ระบบ RBC สูงกว่าระบบ SP แต่ต่ำกว่าระบบ AS พอสมควร ซึ่งเมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีแล้วค่าใช้จ่ายต่อปี ของระบบ AS และ RBC ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนั้นแนวโน้มในอนาคตของค่าใช้จ่ายรวมต่อปีของระบบ RBC เมื่อเทียบกับระบบ AS น่าจะถูกลงเนื่องจากเหตุผลสองประการคือ

ก. ราคามีเดียของระบบ RBC ที่ใช้เป็นราคาในปัจจุบัน ซึ่งยังนับว่าระบบ RBC ยังเป็นของใหม่ แนวโน้มของราคาในอนาคตเมื่อมีการใช้งานมากขึ้น และมีการแข่งขันของตลาดเพิ่มมากขึ้น น่าจะต้องลดลงได้อีก

ตารางที่ 3-8

การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิ

ลำดับ	ประเภทระบบ	ตำแหน่งที่ตั้งระบบ	เนื้อที่ดิน ไร่	ราคาค่าก่อสร้าง ล้านบาท				ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง	
				ค่าที่ดิน	ค่าก่อสร้าง	รวม	ดัชนี	ล้านบาท/ปี	ดัชนี
1	SP	ระบบบำบัด 1 แห่งที่ละมุ	213	13.29	21.39	34.68	100	1.93	100
		ระบบบำบัด 2 แห่ง :บางทราย	70	2.91	7.17	10.08		1.22	
		ละมุ	122	7.62	10.99	18.61		1.55	
		รวม	192	10.53	18.16	28.69	83	2.77	144
2	AL	ระบบบำบัด 1 แห่งที่ละมุ	38	2.37	32.81	35.18	101	5.89	305
		ระบบบำบัด 2 แห่ง :บางทราย	18.4	0.77	14.84	15.61		2.65	
		ละมุ	34.4	1.43	24.46	25.89		4.32	
		รวม	52.8	2.20	39.30	41.50	120	6.97	361
3	AS	ระบบบำบัด 1 แห่งที่ละมุ	16	0.99	33.19	34.18	99	4.32	224
		ระบบบำบัด 2 แห่ง :บางทราย	6	0.25	15.07	15.32		2.20	
		ละมุ	9	0.56	21.33	21.89		3.20	
		รวม	15	0.81	36.40	37.21	107	5.40	280
4	OD	ระบบบำบัด 1 แห่งที่ละมุ	31	1.93	56.00	57.93	167	4.49	233
		ระบบบำบัด 2 แห่ง :บางทราย	15.3	0.64	26.95	27.59		2.20	
		ละมุ	21.0	1.31	43.15	44.46		3.25	
		รวม	36.3	1.95	70.10	72.05	208	5.45	282
5	RBC	ระบบบำบัด 1 แห่งที่ละมุ	14	0.87	48.92	49.79	144	3.30	171
		ระบบบำบัด 2 แห่ง :บางทราย	5.6	0.23	22.03	22.26		1.93	
		ละมุ	10.0	0.62	29.60	30.22		2.39	
		รวม	15.6	0.85	51.63	52.48	151	4.32	224

ตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-9

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อปีของระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นทุติยภูมิ

รายการ	ค่าก่อสร้าง		ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง ล้านบาท/ปี	ค่าใช้จ่ายรวมต่อปี ล้านบาท/ปี
	ล้านบาท	ล้านบาท/ปี		
1. ระบบ SP รวมแห่งเดียว	34.68	4.64	1.93	6.57 *
2. ระบบ SP รวม 2 แห่ง	28.69	3.84	2.77	6.61
3. ระบบ AL รวมแห่งเดียว	35.18	4.71	5.89	10.60
4. ระบบ AL รวม 2 แห่ง	41.50	5.52	6.97	12.49
5. ระบบ AS รวมแห่งเดียว	34.18	4.57	4.32	8.89 *
6. ระบบ AS รวม 2 แห่ง	37.21	4.98	5.40	10.38
7. ระบบ OD รวมแห่งเดียว	57.93	7.75	4.49	12.24
8. ระบบ OD รวม 2 แห่ง	72.05	9.65	5.45	15.10
9. ระบบ RBC รวมแห่งเดียว	49.79	6.66	3.29	9.96 *
10. ระบบ RBC รวม 2 แห่ง	52.48	7.03	4.32	11.35

หมายเหตุ 1. อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี

2. อายุใช้งาน 20 ปี

3. Capital Recovery Factor (CRF) $= i\,(1+i)^N / \left[(1+i)^N - 1\right]$

$i = 12\%$ CRF $= 0.1339$

4. * = ทางเลือกที่ประหยัดที่สุดและ/หรือน่าสนใจ

ข. ระบบ RBC ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าระบบ AS มาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตซึ่งราคาต่อหน่วยของกระแสไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นแล้ว ระบบ RBC ก็จะเสียค่าใช้จ่ายต่อปีลดลงเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายของระบบ AS

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มค่าใช้จ่ายในอนาคตดังกล่าวข้างต้นแล้ว การใช้ระบบ RBC น่าจะประหยัดกว่าการใช้ระบบ AS นอกจากเรื่องค่าใช้จ่ายแล้ว ระบบ RBC ยังมีข้อได้เปรียบกว่าระบบ AS ในเรื่องการใช้งาน ซึ่งได้แก่

(1) ระบบ RBC มีตะกอนจุลชีพเกาะอยู่ที่มีเดีย ทำให้สามารถรับ Shock load ได้ดีกว่าระบบ AS ส่วนระบบ AS จำเป็นต้องมีการปรับแต่งอัตราการนำตะกอนจุลชีพหมุนเวียนกลับมาใช้งานอยู่ตลอดเวลา ทำให้ระบบ AS เกิด Hydraulic surge ซึ่งเป็นผลให้เกิดปัญหาการตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นทุติยภูมิ

(2) ระบบ RBC สามารถทำงานในขณะที่มีอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบต่าง ๆ กันได้ดีกว่าระบบ AS และยังสามารถติดตั้งเพิ่มจำนวนมีเดียเป็นระยะ ๆ ตามความต้องการได้ง่ายกว่าระบบ AS สำหรับระบบ AS การทำงานในขณะที่มีน้ำเสียเข้าสู่ระบบน้อยกว่าปกติมากไม่ดี

ดังนั้นจากผลการพิจารณาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบนฝั่งซึ่งควรพิจารณาเปรียบเทียบกับระบบบำบัดประเภทฉีดปล่อยน้ำทิ้งทะเลที่นอกชายฝั่ง (Submarine Outfall) ควรเป็นดังนี้

(1) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแห่งเดียวที่บริเวณปากคลองละมุ

(2) เป็นระบบ SP ซึ่งเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายประหยัดที่สุด แต่เนื่องจากอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดหาที่ดิน จึงได้พิจารณาระบบ RBC เป็นระบบเพื่อเลือกในกรณีที่มีปัญหาการจัดหาที่ดินเอาไว้ด้วย

6. การออกแบบระบบบำบัดแบบ Submarine Outfall

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วระบบบำบัดน้ำเสียได้แยกพิจารณาเป็น 2 ระบบด้วยกันคือ ระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิ (Secondary Treatment Plants) บนฝั่งเพื่อบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดก่อนระบายออกสู่ทะเลที่ปากคลองละมุ กับระบบบำบัดน้ำเสียบนฝั่งเพียงขั้นปฐมภูมิ (Primary Treatment) แล้วสูบส่งไปกระจายในทะเลด้วยระบบ Submarine Outfall (ต่อไปจะเรียกสั้น ๆ ว่าระบบ Outfall) สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิบนฝั่งนั้นจากผลของการพิจารณาเปรียบเทียบในขั้นต้น พบว่าระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิซึ่งตั้งอยู่ที่บริเวณปากคลองละมุมีความเหมาะสมที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบประเภทนี้แล้วจะมีคุณภาพได้ตามมาตรฐานที่กำหนดและเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนแล้ว จะสามารถระบายออกสู่ทะเลได้โดยตรงที่บริเวณริมชายฝั่งโดยผ่านทางปากคลองละมุ และไม่จำเป็นต้องสิ้นค่าใช้จ่ายมากในการจัดทำการแก้ไขปรับปรุงโครงสร้างใด ๆ อีก ยกเว้นการขุดลอกปากคลองและการขุดขยายร่องน้ำบริเวณริมชายฝั่งทะเลบ้างเล็กน้อย ส่วนปัญหาผลกระทบที่อาจจะมีต่อคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งรอบ ๆ จุดระบายน้ำทิ้งนี้ คาดว่าจะมีน้อยมากดังที่ได้แสดงไว้ในการประเมินคุณภาพน้ำทะเลด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ในตอนต่อไปของรายงานนี้

สำหรับระบบ Submarine Outfall เป็นระบบที่สูบน้ำเสียซึ่งผ่านการบำบัดเพียงขั้นต้น (Primary Treatment)บนฝั่งเพื่อขจัดขยะและวัสดุแขวนลอยต่าง ๆ ออกแล้ว ไปกระจายผสมกับน้ำทะเลที่บริเวณนอกชายฝั่งด้วยระบบท่อกระจายน้ำ (Diffuser) ทั้งนี้เพื่อให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกผสมด้วยน้ำทะเลจนเจือจางจนสามารถย่อยสลายตัวเองได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ในการออกแบบระบบประเภทนี้จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดจากสารพิษอื่นด้วย โดยเฉพาะโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งจะถูกพัดพาเข้าฝั่ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชนและฟาร์มหอยที่มีการเลี้ยงอยู่ในบริเวณอ่าวชลบุรีได้ ดังนั้นการเลือกจุดกระจายน้ำจำเป็นต้องทำอย่างถูกต้องไม่ให้เกิดผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการควบคู่ไปด้วย

วัตถุประสงค์ของการออกแบบและประมาณราคาขั้นต้นนี้ ก็เพื่อประเมินความเป็นไปได้ขั้นต้นในด้านวิศวกรรม และในด้านค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิบนฝั่งประสบการณ์ในต่างประเทศหลายแห่งได้บ่งชี้ว่าระบบการกระจายน้ำเสียในทะเล ณ จุดที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม มีค่าใช้จ่ายในการขจัดน้ำเสียของเมืองชายทะเลน้อยกว่าระบบอื่น ระบบดังกล่าวนี้ไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากนักมีเพียงการรวบรวมน้ำเสียมาทำให้ตกตะกอนขั้นต้นในถังตกตะกอน จากนั้นก็สูบผ่านท่อนำไปกระจายในทะเล จึงทำให้การเดินระบบไม่ยุ่งยากและไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ชำนาญการในการควบคุมและเดินระบบ แต่ระบบนี้อาจจะมีข้อจำกัดอยู่บ้างสำหรับเมืองชลบุรี คือค่าลงทุนก่อสร้างในระยะแรกอาจสูง ประกอบกับอ่าวชลบุรีมีระดับน้ำทะเลตื้น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับระดับน้ำทะเลต่ำสุด การเลือกจุดกระจายน้ำที่เหมาะสมจึงอาจจะต้องเลือกจุดที่ห่างฝั่งออกไปไกลพอสมควร

ระบบบำบัดน้ำเสียระบบ Outfall นี้ได้รับการเสนอแนะให้ใช้สำหรับเมืองชายทะเลของไทยมาแล้วในหลายโอกาสโดยผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ รวมทั้งในการวางแผนเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองชลบุรีในการวางแผนพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออกด้วย (อ้างอิง 1) การศึกษาเปรียบเทียบกันกับระบบอื่นในการศึกษาความเหมาะสมโครงการครั้งนี้ จึงเป็นการประเมินผลเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมที่แท้จริงของระบบนี้สำหรับเมืองหลักชลบุรี

6.1 สภาพพื้นที่และสมุทรศาสตร์

สภาพทางสมุทรศาสตร์ของอ่าวชลบุรีและอ่าวไทยตอนบนได้บรรยายไว้ในเรื่องสมุทรศาสตร์ในหัวข้อ 3.4 ในบทที่ 2 แล้ว ประเด็นที่สำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับการวางแผนและออกแบบระบบบำบัดระบบ Outfall ได้แก่ระดับของพื้นท้องทะเล ซึ่งได้สำรวจพบว่าส่วนใหญ่บริเวณชายฝั่งของอ่าวชลบุรีค่อนข้างตื้นและมีความลาดเอียงน้อย แต่ที่บริเวณห่างชายฝั่งที่แหลมอ่างศิลาประมาณ 2 400 เมตร มีร่องน้ำลึกประมาณ 8.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (รูปที่ 2-16) กระแสน้ำที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดประมาณ 0.25 เมตร/วินาที มีทิศทางขนานกับแนวชายฝั่ง คือไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงน้ำลง และไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงน้ำขึ้น ในด้านการใช้ประโยชน์ของอ่าวชลบุรีพบว่าในบริเวณใกล้ชายฝั่งตั้งแต่บริเวณชุมชนเมืองใหม่ที่เสม็ดไปจนถึงอ่างศิลาได้มีประชาชนทำฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นจากเดิมซึ่งมีการเลี้ยงหอยในบริเวณอ่าวทางตอนใต้ของแหลมอ่างศิลา บริเวณเหล่านี้เป็นจุดซึ่งต้องพิจารณาในการออกแบบระบบ Outfall เพื่อมิให้การฉีดปล่อยน้ำเสียที่จุดปล่อยนอกชายฝั่งก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ที่บริเวณดังกล่าว

6.2 เกณฑ์การออกแบบขั้นต้น

การออกแบบด้านชลศาสตร์ของระบบ Submarine Outfall ในโครงการนี้ใช้วิธีการและข้อเสนอแนะจากคู่มือการออกแบบของ US Environmental Protection Agency (อ้างอิง 39) ซึ่งประเมินการเจือจางของน้ำเสียที่ฉีดออกสู่ทะเลเป็น 3 ขั้นตอนคือ

ก. การเจือจางขั้นต้น (Initial Dilution) อันเป็นผลมาจากการที่น้ำเสียซึ่งถูกฉีดออกจากหัวฉีด (Diffuser) ด้วยความเร็วสูงดึงเอาน้ำทะเลที่อยู่ข้างเคียงเข้ามาผสมผสาน

ข. การแพร่กระจายโดยกระแสน้ำทะเล (Far Field Effects) ซึ่งเกิดจากการพัดพาน้ำเสียซึ่งเจือจางขั้นต้นแล้วโดยกระแสน้ำทะเล

ค. การสลายตัวทางชีวภาพ (Biological Factor) ได้แก่ การสลายตัวของมลสารประเภทชีวภาพ เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งมีการตายในระหว่างที่ถูกพัดพาไป

การออกแบบระบบ Outfall ในขั้นแรกเป็นการเลือกจุดที่จะฉีดปล่อยน้ำเสียที่ยอมรับได้ ซึ่งได้แก่ ตำแหน่งที่ฉีดปล่อยน้ำเสียออกไปแล้วเกิดการเจือจางทั้ง 3 ขั้นตอนดังกล่าวขั้นต้น แล้วเมื่อน้ำเสียซึ่งเจือจางแล้วถูกพัดพาไปถึงจุดต่าง ๆ เช่น ฟาร์มหอยนางรมชายฝั่งทะเล ความเข้มข้นของค่าความสกปรกต่าง ๆ ไม่เกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับจุดตรวจสอบเหล่านั้น ในการออกแบบได้ทำการเลือกจุดปล่อยน้ำเสียที่ยอมรับได้หลาย ๆ จุด แล้วจึงประเมินค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบท่อปล่อยน้ำเสียไปยังจุดเหล่านั้นเปรียบเทียบกัน เพื่อเลือกจุดปล่อยที่ยอมรับได้ซึ่งมีค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมซ่อมบำรุงประหยัดที่สุด

จากการพิจารณากิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่ในบริเวณอ่าวชลบุรีและบริเวณใกล้เคียง พบว่ากิจกรรมที่ควรพิจารณาในการเลือกจุดปล่อยน้ำเสียที่ยอมรับได้ได้แก่ กิจกรรมการเลี้ยงหอยที่ฟาร์มหอยในบริเวณอ่าว เมื่อพิจารณาจากมาตรฐานที่มักใช้ในต่างประเทศตามที่บรรยายในเรื่องมาตรฐานแหล่งรับน้ำทิ้งในหัวข้อ 3.2 ของบทที่ 3 จึงกำหนดให้ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่บริเวณฟาร์มหอยมีค่าไม่เกิน 70 MPN/100มล เมื่อมีการปล่อยน้ำเสียที่จุดนอกชายฝั่ง ณ ที่พิจารณา นอกจากเกณฑ์ด้านโคลิฟอร์มแบคทีเรียแล้ว ยังได้กำหนดให้ค่าบีโอดีที่ผิวน้ำทะเลหลังจากการเจือจางขั้นต้นมีค่าไม่เกิน 2.5 มก/ลิตร ด้วย

สรุปค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบเบื้องต้นของระบบ Outfall มีดังนี้

บีโอดีก่อนเข้าระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิบนฝั่ง	150	มก/ลิตร
บีโอดีหลังผ่านระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิบนฝั่ง	113	มก/ลิตร
บีโอดีที่ผิวน้ำเหนือจุดกระจายน้ำ	ไม่เกิน 2.5	มก/ลิตร
โคลิฟอร์มแบคทีเรียเข้าและออกจากระบบปฐมภูมิ	$2X10^6$	MPN/100มล
โคลิฟอร์มแบคทีเรียหลังการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน	20 000	MPN/100มล
โคลิฟอร์มแบคทีเรียในบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอย	ไม่เกิน 70	MPN/100มล
ความเร็วกระแสน้ำทะเล	0.2	เมตร/วินาที

6.3 ผลการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบ

ระบบบำบัดระบบ Outfall ที่พิจารณาในโครงการนี้ ประกอบด้วยระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิบนฝั่งและระบบ Submarine Outfall ซึ่งประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำเสียพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และระบบท่อในทะเลพร้อมหัวฉีดน้ำเสีย (Diffuser) ระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิที่เลือกใช้แสดงโดยแผนผังในรูปที่ 3-24 และ 3-25 ซึ่งได้จากแบบให้ทำการแยกขยะและสิ่งต่าง ๆ ที่ลอยน้ำได้ออกก่อนที่จะสูบฉีดออกสู่ทะเล เพื่อป้องกันมิให้มีขยะและสิ่งปฏิกูลปรากฏลอยในทะเล ซึ่งจะเป็นการเสื่อมเสียด้านสุนทรียภาพ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านความลึกของน้ำทะเล ซึ่งทำให้มีข้อจำกัดด้านการเจือจางของน้ำเสีย และข้อกำหนดที่เข้มงวดในเรื่องโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ฟาร์มหอย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนในระบบบำบัดปฐมภูมิบนฝั่งด้วย

ในการออกแบบระบบ Outfall ได้พิจารณาเลือกจุดฉีดปล่อยน้ำเสียหลายจุด ดังแสดงโดยตำแหน่ง A, B, C, E, F, H ในรูปที่ 3-26 ซึ่งมีความลึกและระยะห่างจากฟาร์มหอย ตลอดจนระยะห่างจากระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิที่ปากคลองละมุต่างกัน ผลการคำนวณอัตราการเจือจางตามวิธีการในอ้างอิง 39 ซึ่งแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 3-10 แสดงว่าจุดฉีดปล่อยน้ำเสียที่ยอมรับได้ที่น่าจะเหมาะสมได้แก่ จุด H และจุด C (รูปที่ 3-26) จุด H อยู่นอกชายฝั่งบริเวณชุมชนเมืองใหม่ห่างจากระบบบำบัดบนฝั่งที่ปากคลองละมุประมาณ 4 700 เมตร และห่างจากฟาร์มเลี้ยงหอยประมาณ 2 600 เมตร มีระดับน้ำทะเลลึกประมาณ 4.8 เมตร เมื่อน้ำลงต่ำสุด (ลึก 7 เมตรเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง) ส่วนจุด C อยู่นอกชายฝั่งบริเวณแหลมอ่างศิลา และห่างฝั่งประมาณ 2 050 เมตรใกล้กับร่องน้ำลึก และอยู่ห่างจากฟาร์มเลี้ยงหอยประมาณ 2 300 เมตร มีความลึกของน้ำทะเลที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดประมาณ 5.8 เมตร

ในการออกแบบและประเมินราคาเบื้องต้นของระบบท่อทิ้งน้ำเสียในทะเล จากระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิถึงจุดปล่อยน้ำเสียที่จุด C และ H ได้พิจารณาแนวเส้นท่อหลายแนวเพื่อเปรียบเทียบราคากัน โดยพิจารณาทั้งการวางท่อตรงออกไปในทะเล และการวางท่อไปบนบกบางส่วนก่อนแล้วจึงหักมุมออกสู่ทะเลเพื่อลดปริมาณการวางท่อในทะเลซึ่งมีราคาต่อหน่วยสูงกว่าการวางท่อบนบกลง แนวท่อต่างๆที่พิจารณาแสดงไว้ในรูปที่ 3-26 นอกจากนั้นยังได้พิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างการใช้เส้นท่อขนาดโตเส้นท่อเดียว เปรียบเทียบกับเส้นท่อขนาดเล็กลง 2 เส้นท่อ การใช้ 2 เส้นท่อมีข้อได้เปรียบที่สามารถแบ่งการก่อสร้างเป็นสองระยะได้ ซึ่งจะทำให้ค่าลงทุนในระยะแรกมีราคาต่ำ แต่มีข้อเสียเปรียบในเรื่องราคารวมที่สูงขึ้น และการที่ต้องทำงาน 2 ครั้ง รายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบเบื้องต้นของส่วนประกอบต่างๆของระบบสรุปได้โดยสังเขปดังนี้

ก. <u>ท่อทิ้งน้ำเสียในทะเล</u> เป็นท่อเหล็กเหนียว (Steel Pipe) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มม สำหรับกรณีใช้ 2 เส้นท่อ และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม สำหรับกรณีใช้ 1 เส้นท่อ ความหนาของท่อ 10 มม ซึ่งเป็นความหนาที่ออกแบบให้มีความแข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงต่างๆในระหว่างการวางท่อในทะเลได้ รวมทั้งได้เผื่อไว้สำหรับการกัดกร่อนในน้ำทะเลตลอดอายุใช้งาน 20 ปีด้วย แม้ว่าในการออกแบบได้มีการวางแผนประเมินราคาการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนไว้ด้วยแล้วก็ตาม การเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนมีหลายวิธีซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันและความทนทานต่างกันไป ในขั้นนี้ได้ประเมินราคาการเคลือบผิวที่ประหยัดที่สุด ซึ่งได้แก่การเคลือบด้วย Metallized Zinc and Aluminum Coatings (Zn/Al Coatings) ซึ่งสามารถ

ตารางที่ 3-10

ผลเปรียบเทียบโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ฟาร์มหอยและบีโอดี
ที่ผิวน้ำทะเลของตำแหน่งฉีดปล่อยน้ำทะเลต่างกัน

จุดฉีดปล่อยน้ำเสีย	ความลึกจริง ม	ความลึกที่ใช้ออกแบบ ม	ระยะห่างจากฟาร์มเลี้ยงหอย ม	Initial dilution ratio	โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ฟาร์มเลี้ยงหอย	บีโอดีที่ผิวน้ำทะเล มก/ลิตร
A	6.32	6.0	2 430	54	59	2.1
B	4.82	4.5	1 820	44	97	2.5
C	5.82	5.5	2 300	52	67*	2.2*
E	3.32	3.0	2 160	35	102	3.2
F	2.32	2.0	3 780	27	75	4.2
H	4.82	4.5	2 560	44	70*	2.5*

หมายเหตุ : 1. โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่หัวฉีดของระบบเป็น 20 000 MPN/100มล

2. ความลึกที่ใช้เป็นความลึกเมื่อระดับน้ำทะเลต่ำสุด

3. * เป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์กำหนด

ทำการเคลือบในสนามได้ด้วยเครื่องมือขนาดเล็กโดยสะดวก ผู้ผลิตมีผลการทดสอบจาก American Welding Society ซึ่งยืนยันว่าการเคลือบผิวเหล็กโดยวิธี Zn/Al Coatings นี้ ทนทานต่อการแช่ไว้ในน้ำทะเลเกิน 19 ปี โดยไม่มีการกัดกร่อน ค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวซึ่งรวมทั้งค่าขัดผิวท่อเหล็กด้วยทราย (Sand blast) แล้วเคลือบผิวด้วย Zn/Al Coatings หนา 0.08 มม เป็นเงินเพียงประมาณ 300 บาทต่อตารางเมตรเท่านั้น

ข. <u>ระบบหัวฉีดกระจายน้ำเสีย (Diffuser)</u> สำหรับท่อน้ำเสียขนาด 700 มม เป็นท่อเหล็กเหนียวขนาด 700 มม ยาว 45 เมตร หนา 10 มม เจาะรูสำหรับฉีดน้ำเสียออก 30 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มม สำหรับท่อน้ำเสียขนาด 500 มม 2 เส้นท่อ แต่ละเส้นท่อจะมีท่อฉีดกระจายน้ำเสียขนาดและความหนาเดียวกันกับท่อน้ำเสียยาว 32 เมตรวางทำมุมกันในลักษณะรูปตัววีตั้งฉากกับกระแสน้ำ (รูปที่ 3-26) แต่ละท่อมีรูกระจายน้ำขนาด 75 มม 15 รู ที่ปลายมีประตูน้ำสำหรับเปิดระบายตะกอนต่างๆออกนอกเส้นท่อได้ (Clean Out)

ค. <u>การก่อสร้างระบบท่อในทะเล</u> ในการประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบท่อในทะเล ประเมินจากวิธีการก่อสร้างดังนี้

- เชื่อมต่อท่อบนฝั่งที่บริเวณใกล้แนวเส้นท่อให้มีความยาวประมาณ 50 เมตร แล้วเคลือบผิวทั้งด้านในและนอกด้วย Zn/Al Coatings
- ใช้เรือพร้อมกว้านลากท่อยาว 50 เมตร ซึ่งปิดหัวท้ายให้ลอยน้ำได้ออกไปสู่จุดที่จะวางซึ่งขุดร่องยาวประมาณ 50-70 เมตร รอไว้โดยรถขุดซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งบริเวณดินเลน (กรณีน้ำทะเลลงต่ำ) และในน้ำ เช่น รถขุดประเภท Amphibious soft terrain vehicle (Hitachi MA100U STV)
- การต่อเส้นท่อเข้ากับเส้นท่อเดิมที่วางไว้แล้วใช้ประดาน้ำทำการต่อด้วยข้อต่อแบบมีหน้าแปลน หรือจีโบลท์
- กลบท่อโดยวัสดุเดิมของท้องทะเลที่ขุดออก โดยให้ถมเหนือผิวท่อประมาณ 1 เมตร

ง. <u>ระบบสูบน้ำเสียเพื่อฉีดทิ้งในทะเล</u> เป็นเครื่องสูบน้ำหอยโข่ง (Centrifugal Pump) ออกแบบสำหรับใช้สูบน้ำเสีย ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ติดตั้งอยู่ที่โรงสูบที่บ่อพักน้ำของระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิ โดยมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิทช์ควบคุมติดตั้งไว้ด้วย

ผลการประเมินราคาเบื้องต้นเปรียบเทียบกันสำหรับกรณีทางเลือกและแนวต่างๆกันแสดงไว้ในตารางที่ 3-11 ถึง 3-14 ซึ่งในขั้นนี้คิดราคาเปรียบเทียบกันเฉพาะระบบท่อทิ้งน้ำและระบบสูบน้ำเสียเท่านั้น ราคาต่อหน่วยและวิธีการคิดราคาเป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 4 ในบทที่ 2 แล้ว จากผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายสรุปได้ว่าระบบท่อ Outfall ที่ประหยัดที่สุดได้แก่ระบบซึ่งมีจุดฉีดปล่อยน้ำเสียที่ตำแหน่งจุด H (รูปที่ 3-26) เป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม หนา 10 มม มีเส้นท่อเดียววางตรงออกไปในทะเลจากระบบสูบที่บริเวณปากคลองละมุ รวมความยาวท่อในทะเลประมาณ 4 690 เมตร ค่าใช้จ่ายต่างๆสำหรับระบบนี้สรุปได้ดังนี้

ราคาระบบท่อปล่อยน้ำเสียในทะเลพร้อมระบบหัวฉีดและระบบสูบน้ำเสีย	49.37	ล้านบาท
ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง	1.66	ล้านบาท/ปี
ค่าใช้จ่ายต่อปี (อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี, อายุใช้งาน 20 ปี)	8.27	ล้านบาท

สำหรับระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิซึ่งได้แสดงรายละเอียดในรูปที่ 3-24 และ 3-25 นั้น มีราคาค่าก่อสร้าง และค่าดำเนินการรวมบำรุงรักษาเป็น 19.21 ล้านบาท และ 2.09 ล้านบาทต่อปีตามลำดับ (ตารางที่ 3-15 และ 3-16) ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปี (อัตราดอกเบี้ย 12%ต่อปี, อายุใช้งาน 20 ปี) เป็นเงิน 4.66 ล้านบาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายต่อปีของระบบบำบัดแบบ Outfall รวมทั้งสิ้นจึงเป็น 12.93 ล้านบาทต่อปี

6.4 ข้อสรุปและเสนอแนะ

จากการออกแบบและประเมินราคาขั้นต้นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Submarine Outfall ได้ผลว่าระบบที่สามารถแพร่กระจายน้ำเสียออกสู่ทะเลนอกชายฝั่งซึ่งได้มาตรฐานตามเกณฑ์กำหนดประกอบด้วย ระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิบนฝั่ง และระบบท่อพร้อมระบบสูบน้ำเสียเพื่อฉีดกระจายในทะเล ระบบท่อในทะเลเป็นท่อเหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 700 มม ฝังใต้พื้นท้องทะเลประมาณ 1 เมตร ยาวออกไปในทะเลประมาณ 4 690 เมตร มีความหนา 10 มม เคลือบผิวทั้งด้านในและนอกด้วย Zn/Al Coatings เพื่อป้องกันการกัดกร่อนโดยน้ำทะเล ที่ปลายท่อโผล่ขึ้นเป็นส่วนของระบบหัวฉีด (Diffuser) ซึ่งเป็นท่อประเภทและขนาดเดียวกันยาว 45 เมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มม รวม 30 รู เพื่อฉีดพ่นน้ำเสียออกสู่ทะเล

ราคาค่าก่อสร้างของทั้งระบบเป็นเงินประมาณ 38.58 ล้านบาท ซึ่งเป็นราคาของระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิรวมอยู่ด้วยประมาณ 19.2 ล้านบาท ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบพร้อมซ่อมบำรุง ซึ่งรวมค่าไฟฟ้าสำหรับระบบสูบน้ำเสียด้วย เป็นเงินประมาณ 3.75 ล้านบาทต่อปี ซึ่งรวมเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีทั้งสิ้นประมาณ 12.93ล้านบาทต่อปี (อัตราดอกเบี้ย 12%ต่อปี และอายุใช้งาน 20ปี) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดแบบบนฝั่งประเภท SP มาก และสูงกว่าค่าใช้จ่ายของระบบ RBC เล็กน้อย

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าใช้จ่ายของระบบ Outfall มีราคาสูงได้แก่ การที่จำเป็นต้องกำหนดให้ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงจนไม่เกิน 70 MPN/100มล เนื่องจากมีฟาร์มเลี้ยงหอยในบริเวณใกล้เคียง จึงทำให้ต้องใช้ท่อปล่อยน้ำในทะเลมีความยาวมาก สาเหตุอีกอย่างหนึ่งคือน้ำทะเลในบริเวณอ่าวชลบุรีค่อนข้างตื้นโดยเฉพาะเมื่อระดับน้ำทะเลลงต่ำสุด จึงเป็นเหตุให้ต้องเลือกจุดปล่อยน้ำเสียที่ห่างฝั่งมากเพื่อได้ความลึกของน้ำเพิ่มมากขึ้น

7. สรุปข้อเสนอแนะระบบรวบรวมน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียเพื่อดำเนินงานในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ

จากผลการวางแผนออกแบบเบื้องต้นและประเมินราคาที่ได้เสนอผลในรายงานนี้แล้ว สรุปได้ว่าในการศึกษาต่อไปในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการนั้น ระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียที่ควรศึกษาและออกแบบโดยละเอียดยิ่งขึ้นมีดังต่อไปนี้

7.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ควรพิจารณาออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (Separate System) สำหรับพื้นที่นอกเขตชุมชนแออัด ส่วนในเขตพื้นที่ชุมชนแออัดซึ่งได้แก่เขตเทศบาลปัจจุบันยังจำเป็นต้องใช้ระบบรวม (Combined System) โดยจัดทำระบบท่อดักรับน้ำเสียที่ไหลมาตามท่อระบายน้ำเดิมเพื่อส่งไปบำบัดต่อไป และระบบรวบรวมน้ำเสียที่พิจารณาต่อไปต้องรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากคลองละมุ

ตารางที่ 3-11

การเปรียบเทียบค่าก่อสร้างระบบท่อ OUTFALL

แนวท่อ	ค่าท่อและอุปกรณ์ ล้านบาท	ค่าแรง, ล้านบาท				รวม * ล้านบาท
		ค่าแรงวางท่อบนบก	ค่าแรงวางท่อในทะเล			
			ค่าขุด-กลบ	อื่นๆ	รวม	
จุดปล่อย C ϕ 500 มม 1 เส้นท่อ						
P-C	22.113	0	3.510	1.00	4.510	26.632
P-1-C	23.133	0.624	2.286	1.00	3.286	27.043
P-2-C	23.436	0.740	2.075	1.00	3.076	27.252
จุดปล่อย H ϕ 500 มม 1 เส้นท่อ						
P-H	17.709	0	2.811	1.00	3.811	21.520
จุดปล่อย C ϕ 700 มม 1 เส้นท่อ						
P-C	30.771	0	4.504	1.00	5.504	36.275
P-1-C	32.191	0.878	2.934	1.00	3.934	37.003
P-2-C	32.612	1.041	2.664	1.00	3.664	37.317
จุดปล่อย H ϕ 700 มม 1 เส้นท่อ						
P-H	24.643	0	3.607	1.00	4.607	29.250

* ยังไม่รวมค่าอำนวยการ ภาษี กำไร และอื่นๆ

ตารางที่ 3-12

การเปรียบเทียบราคาระบบ OUTFALL

แนวท่อ	ϕ 500 มม 2 เส้นท่อ				ϕ 700 มม 1 เส้นท่อ			
	ค่าก่อสร้างไม่รวมกำไร ภาษี ล้านบาท			ค่าก่อสร้างรวมภาษีกำไร ล้านบาท	ค่าก่อสร้างไม่รวมกำไร และภาษี ล้านบาท			ค่าก่อสร้างรวมภาษีกำไร ล้านบาท
	ระบบท่อ	ระบบสูบน้ำและอุปกรณ์	รวม 2 ระบบ		ระบบท่อ	ระบบสูบน้ำและอุปกรณ์	รวม	
จุดปล่อยน้ำเสียC								
P-C	26.632	1.20	55.664	86.765	36.275	2.0	38.275	60.090
P-1-C	27.043	1.20	56.486	88.046	37.003	2.0	39.003	61.233
P-2-C	27.252	1.20	56.904	88.698	37.317	2.0	39.317	61.726
จุดปล่อยน้ำเสียH								
P-H	21.520	1.20	45.440	71.339	29.250	2.0	31.250	49.368

ตารางที่ 3-13

การเปรียบเทียบค่าดำเนินการรวมค่าซ่อมบำรุงระบบ OUTFALL

แนวท่อ	2 แนว ϕ 500 มม				1 แนว ϕ 700 มม			
	ค่าไฟฟ้า, ล้านบาท/ปี		ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ล้านบาท/ปี	รวมค่าดำเนินการ ล้านบาท/ปี	ค่าไฟฟ้า, ล้านบาท/ปี		ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ล้านบาท	รวมค่าดำเนินการ ล้านบาท/ปี
	kWh/ปี	เป็นเงิน			kWh/ปี	เป็นเงิน		
จุดปล่อยน้ำเสีย C								
P-C	1 703 820	2.590	0.344	2.934	1 173 840	1,784	0.243	2.027
P-1-C	1 781 930	2.708	0.344	3.052	1 220 925	1.856	0.243	2.099
P-2-C	1 807 480	2.747	0.344	3.091	1 241 365	1.887	0.243	2.130
จุดปล่อยน้ำเสีย H								
P-H	1 366 560	2.077	0.344	2.421	935 130	1.421	0,243	1.664

หมายเหตุ : ประเมินสำหรับระบบท่อทิ้งน้ำในทะเลและระบบสูบน้ำเสียออกฉีดทิ้งในทะเลเท่านั้น

ตารางที่ 3-14

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อปีของระบบ OUTFALL

แนวท่อ	ϕ 500 มม 2 เส้นท่อ			ϕ 700 มม 1 เส้นท่อ		
	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง ล้านบาท/ปี	ค่าใช้จ่ายต่อปี ล้านบาท/ปี	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง ล้านบาท/ปี	ค่าใช้จ่ายต่อปี ล้านบาท/ปี
จุดปล่อยน้ำเสีย C						
P-C	86.765	2.934	14.552	60.090	2.027	10.073
P-1-C	88.046	3.052	14.841	61.233	2.099	10.298
P-2-C	88.698	3.091	14.968	61.726	2.130	10.39
จุดปล่อยน้ำเสีย H						
P-H	71.339	2.421	11.973	49.368	1.664	8.274

หมายเหตุ : 1. Capital Recovery Factor, CRF $= \frac{i(1+i)^N}{[(1+i)^N-1]}$

2. ค่าใช้จ่ายต่อปี = (CRF x ค่าก่อสร้าง) + ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุง

3. ค่าไฟฟ้า 1.52 บาทต่อ kWh

ตารางที่ 3-15

ราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดขั้นต้นรวมมูลัยของระบบ OUTFALL

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเงิน
ก.	หมวดงานโยธา				
1.	งานถังบริเวณ				
1.1	สำนักงานและห้องทดลอง				
	ขนาด 10 X 10 ตารางเมตร	1	หลัง	400 000	400 000
1.2	โรงซ่อมบำรุงและโรงพัสดุ				
	ขนาด 5 X10 ตารางเมตร	1	หลัง	110 000	110 000
1.3	อาคารควบคุมระบบไฟฟ้า				
	ขนาด 4 X5 ตารางเมตร	1	หลัง	44 000	44 000
1.4	ถนนผิวจราจร Asphaltic concrete				
	ขนาดผิวจราจรกว้าง 6 เมตร	210	เมตร	990	207 900
1.5	รั้วลวดหนามล้อมรอบบริเวณ	500	เมตร	155	77 500
1.6	ดินถมบริเวณใช้ดินจากแหล่งอื่น	16 854	$ม^3$	60	1 011 240
1.7	ดินถมบริเวณใช้ดินจากดินขุดในบริเวณ	1 203	$ม^3$	25	30 075
	(1) รวมเงิน				1 880 715
2.	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent sump	1	บ่อ	324 000	324 000
2.2	Distribution box	1	ถัง	12 000	12 000
2.3	Primary clarifier	2	ถัง	651 000	1 302 000
2.4	Sludge tank	2	ถัง	330 000	660 000
2.5	Sludge sump	1	บ่อ	11 000	11 000
2.6	Drying bed	1	ลาน	1 364 000	1 364 000
2.7	Chlorination tank	1	ถัง	305 000	305 000
2.8	Effluent sump	1	บ่อ	344 000	344 000
	(2) รวมเงิน				4 322 000
	รวมค่าก่อสร้างหมวดงานโยธา				6 202 715
	รวมค่าก่อสร้างหมวดงานโยธา รวมเผื่อเหลือเผื่อขาด, ค่าดำเนินการ, กำไรและภาษี				9 852 000

ตารางที่ 3-15 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย บาท	รวมเงิน บาท
ข.	หมวดเครื่องกลและไฟฟ้า				
1.	งานผังบริเวณ				
1.1	ระบบแสงสร้างในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	100 000
1.2	ระบบน้ำประปาและระบายน้ำในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	30 000
	(1) รวมเงิน				130 000
2.	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent pump ขนาด 60 แรงม้า	3	เครื่อง	650 000	1 950 000
2.2	Influent pump ขนาด 110 แรงม้า	1	เครื่อง	1 100 000	1 100 000
2.3	Scrapper ขนาด ϕ 22 เมตร	2	ชุด	650 000	1 300 000
2.4	Scrapper ขนาด ϕ 13 เมตร	2	ชุด	400 000	800 000
2.5	Sludge pump ขนาด ½ แรงม้า	2	เครื่อง	40 000	80 000
2.6	Chlorine feeder	2	ชุด	50 000	100 000
	(2) รวมเงิน				5 330 000
	รวมค่าจัดซื้อและติดตั้งหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า				5 460 000
	รวมค่าจัดซื้อและติดตั้งหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้ารวมเผื่อเหลือเผื่อขาด, ค่าดำเนินการ, กำไรและภาษี				8 736 000
ค.	หมวดค่าที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง				
1.	ค่าที่ดินในบริเวณโรงบำบัด	10	ไร่	60 000	600 000
	รวมเงิน				600 000
	รวมค่าดำเนินการเป็นเงิน				624 000
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น (ก + ข + ค)				19 212 000

ตารางที่ 3-16

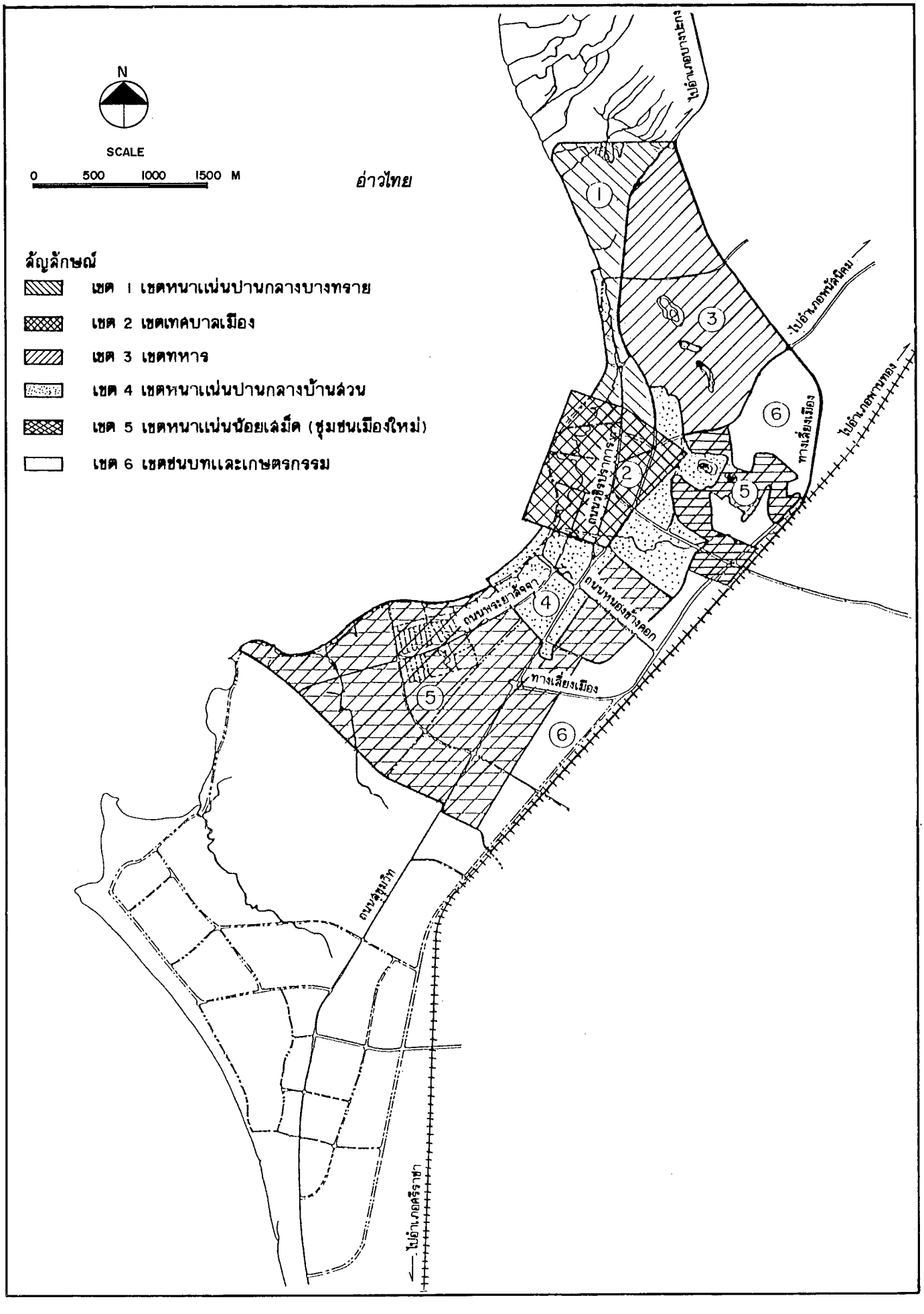
ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงของระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ OUTFALL

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน,บาทต่อปี
ก.	ค่าดำเนินการ	
1.	เงินเดือนเจ้าหน้าที่จำนวน 14 คน	44 000
2.	ค่าไฟฟ้างานอำนวยการ	
2.1	อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างสำนักงาน	22 200
2.2	อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างห้องทดลอง	100 000
2.3	แสงสว่างบริเวณ	66 600
3.	ค่าไฟฟ้าเดินระบบบำบัด	
3.1	Sump pump	606 600
3.2	Scrapper ขนาด ø 22 เมตร 2 ชุด	40 000
3.3	Scrapper ขนาด ø 13 เมตร 2 ชุด	40 000
3.4	Sludge pump	1 700
3.5	Chlorine feeders 2 ชุด	13 500
4.	ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน	60 000
5.	ค่าคลอรีน	76 000
6.	ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย	500 000
	รวมเงิน	1 575 600
ข.	ค่าซ่อมบำรุง	
1.	ค่าซ่อมบำรุงรักษาบริเวณ,สำนักงาน,โรงบำบัดและอื่นๆ	74 000
2.	ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล,อุปกรณ์เครื่องยนต์และอุปกรณ์ไฟฟ้า	437 000
	รวมเงิน	511 000
	รวมค่าใช้จ่ายในงานดำเนินการและซ่อมบำรุง	2 086 600

7.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

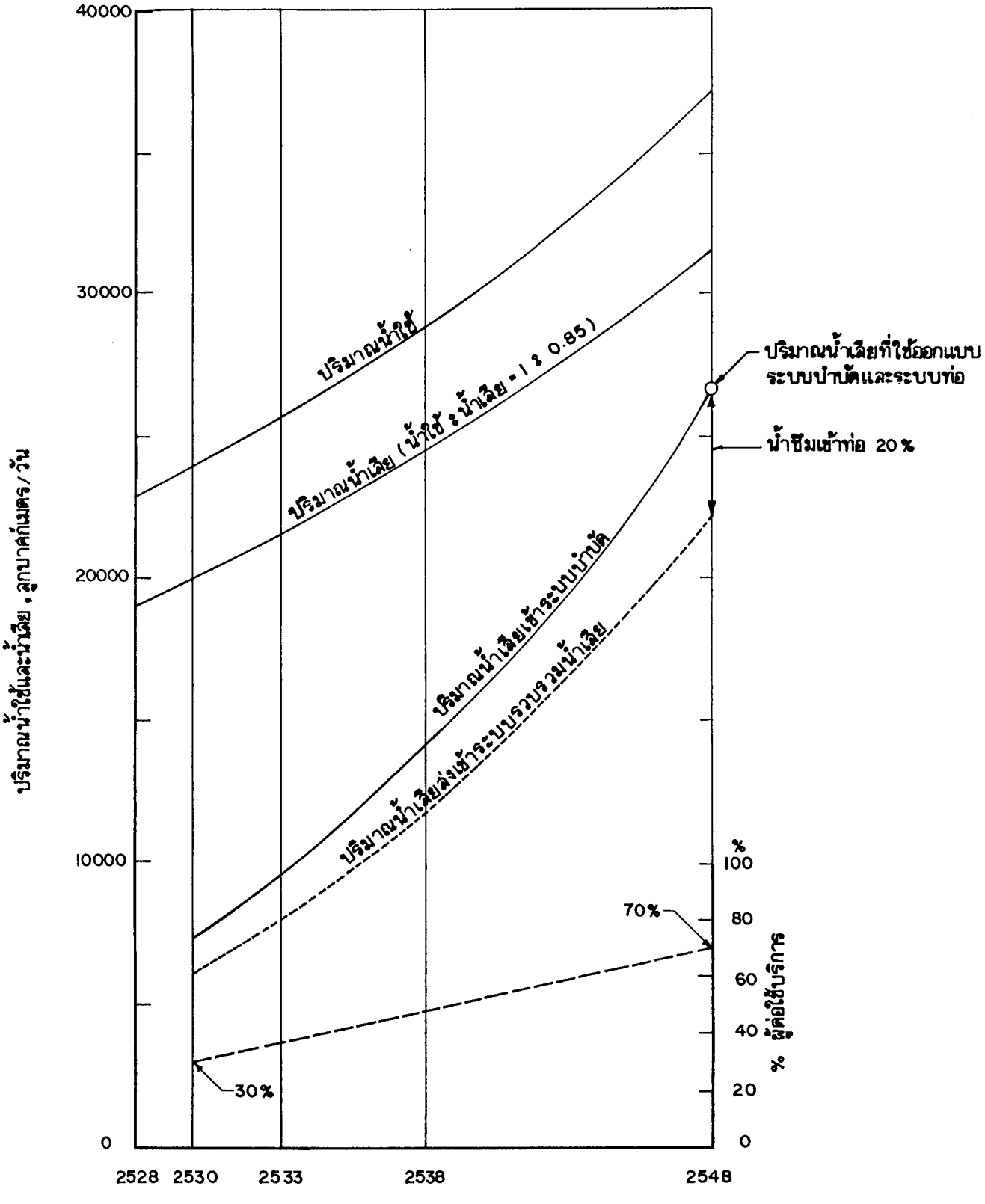
เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Submarine Outfall มีค่าใช้จ่ายรวมต่อปีสูงกว่าระบบบำบัดแบบบนฝั่งประเภท SP มาก และยังสูงกว่าของระบบ RBC เล็กน้อย ดังนั้นการเลือกใช้งานระบบ Outfall จึงไม่มีข้อได้เปรียบที่เด่นชัดเหนือระบบบำบัดแบบทุติยภูมิบนฝั่ง นอกจากความง่ายในการเดินระบบเท่านั้น นอกจากนั้นยังมีข้อเสียเปรียบในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย แม้ว่าระบบ Submarine Outfall จะมีการแพร่กระจายโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดี ซึ่งทำให้น้ำทะเลมีคุณภาพตามมาตรฐานแหล่งรับน้ำก็ตาม แต่การยอมรับในการนำเอามวลของเสียไปทิ้งในทะเลก็ยังเป็นเรื่องที่ยังถกเถียงกันอยู่ โดยเฉพาะการทิ้งในอ่าวไทยตอนบน ดังนั้นในโครงการของเมืองหลักชลบุรีนี้จึงสรุปได้ว่า ในการดำเนินการในขั้นต่อไปควรที่จะพิจารณาเฉพาะระบบบำบัดแบบทุติยภูมิซึ่งบำบัดน้ำเสียบนฝั่งเท่านั้น

ดังนั้นในการดำเนินงานขั้นต่อไปในการศึกษาความเหมาะสมโครงการจึงควรพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสียแห่งเดียวที่บริเวณปากคลองละมุโดยพิจารณาออกแบบระบบ Stabilization Ponds (SP) พร้อมกับออกแบบระบบ RBC เป็นระบบเผื่อเลือกควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้มีผลเปรียบเทียบและใช้ดำเนินงานต่อไปได้หากมีปัญหาในด้านการจัดหาที่ดินสำหรับก่อสร้างระบบ SP



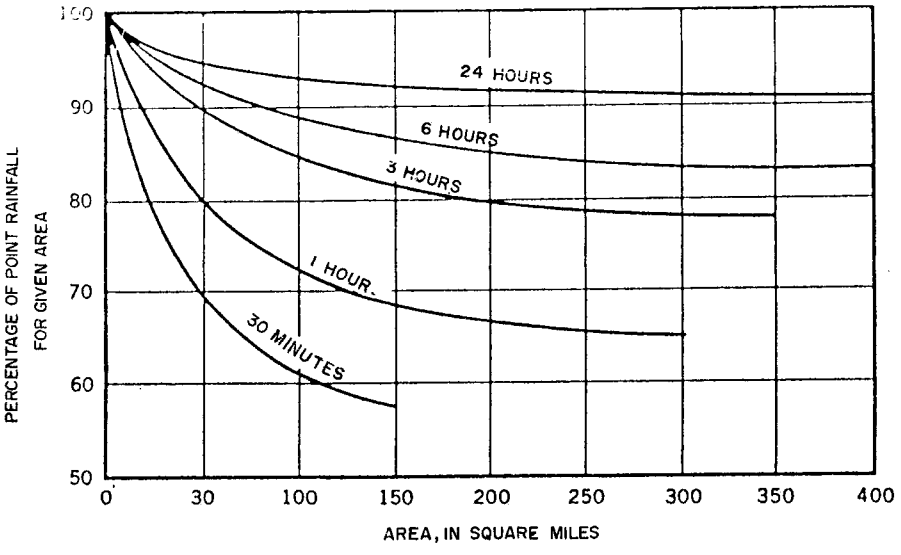
รูปที่ 3-1

เขตเพื่อการประเมินปริมาณน้ำเสีย

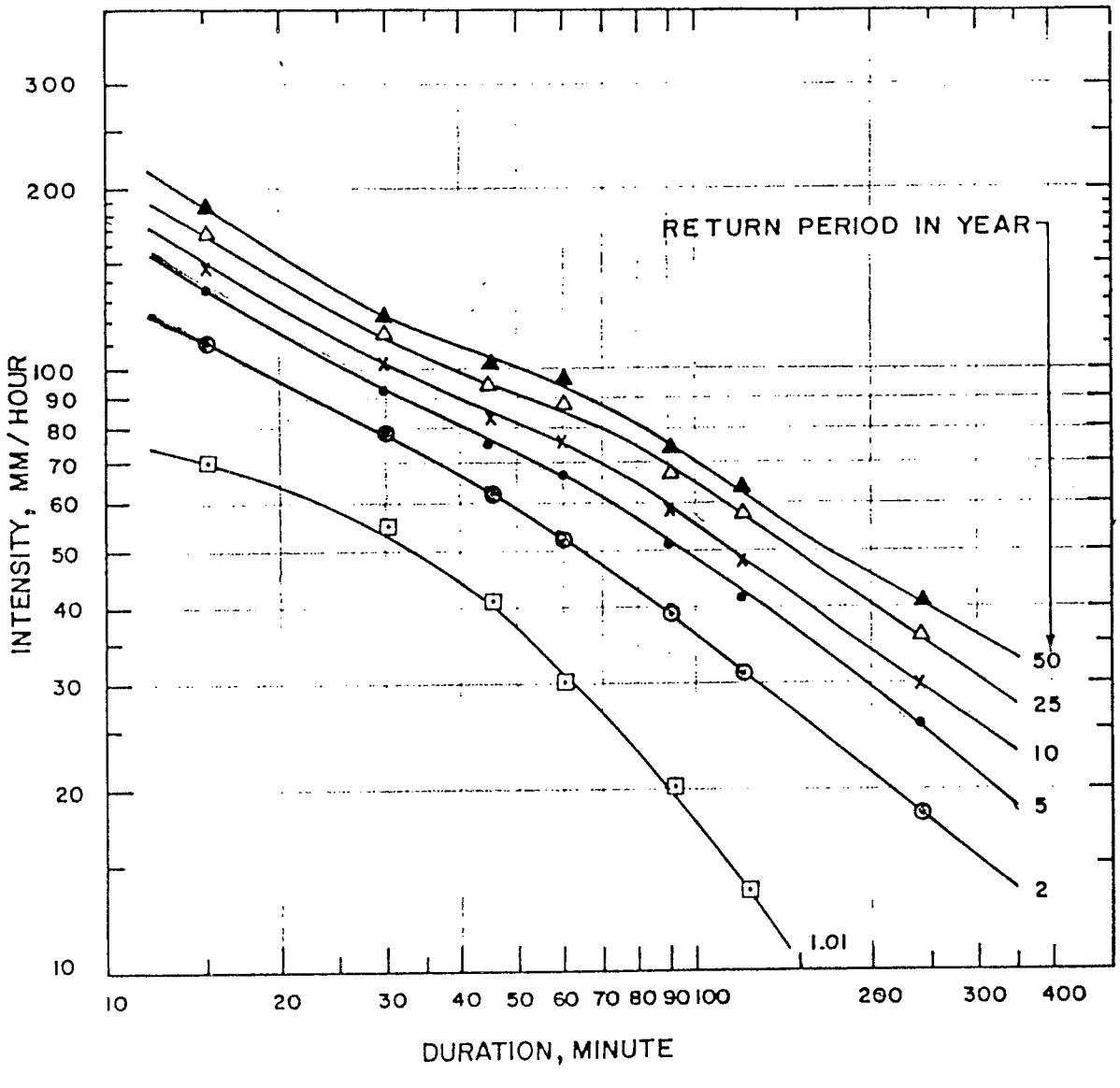


รูปที่ 3-2

การประเมินปริมาณน้ำเสีย

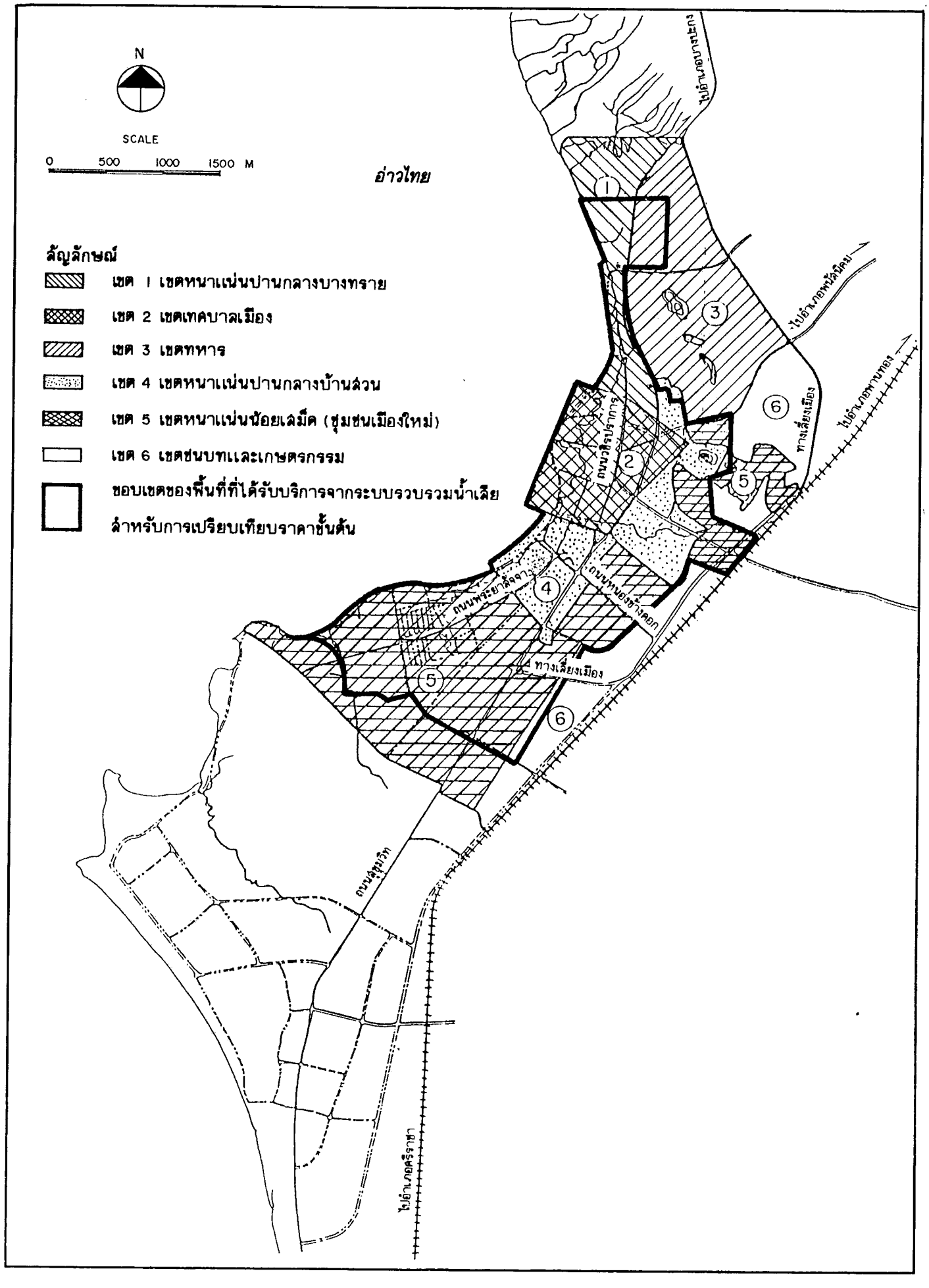


AREA-DEPTH CURVES

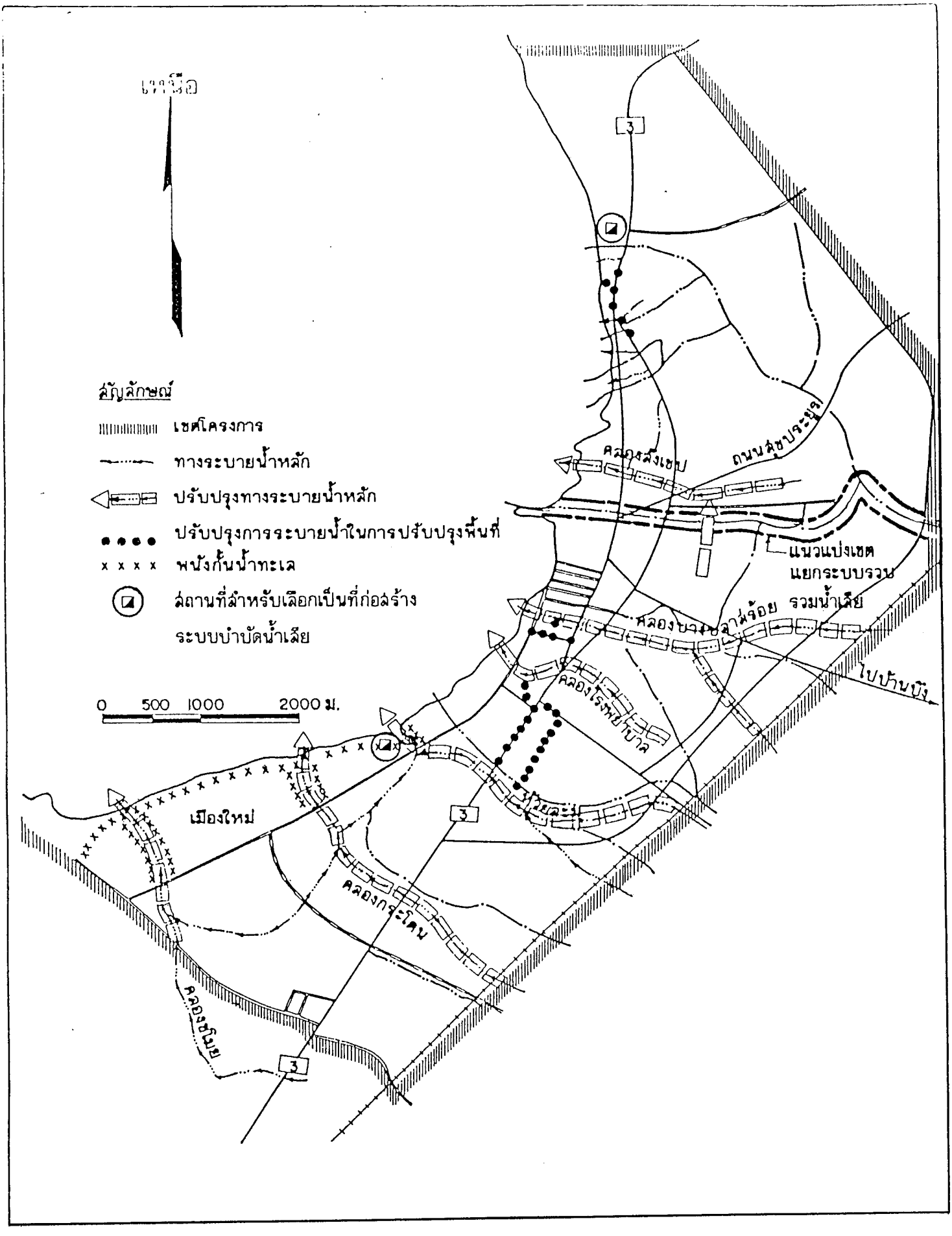


รูปที่ 3-3

ข้อมูลฝนสำหรับประเมินอัตราไหลของท่อระบายน้ำฝน

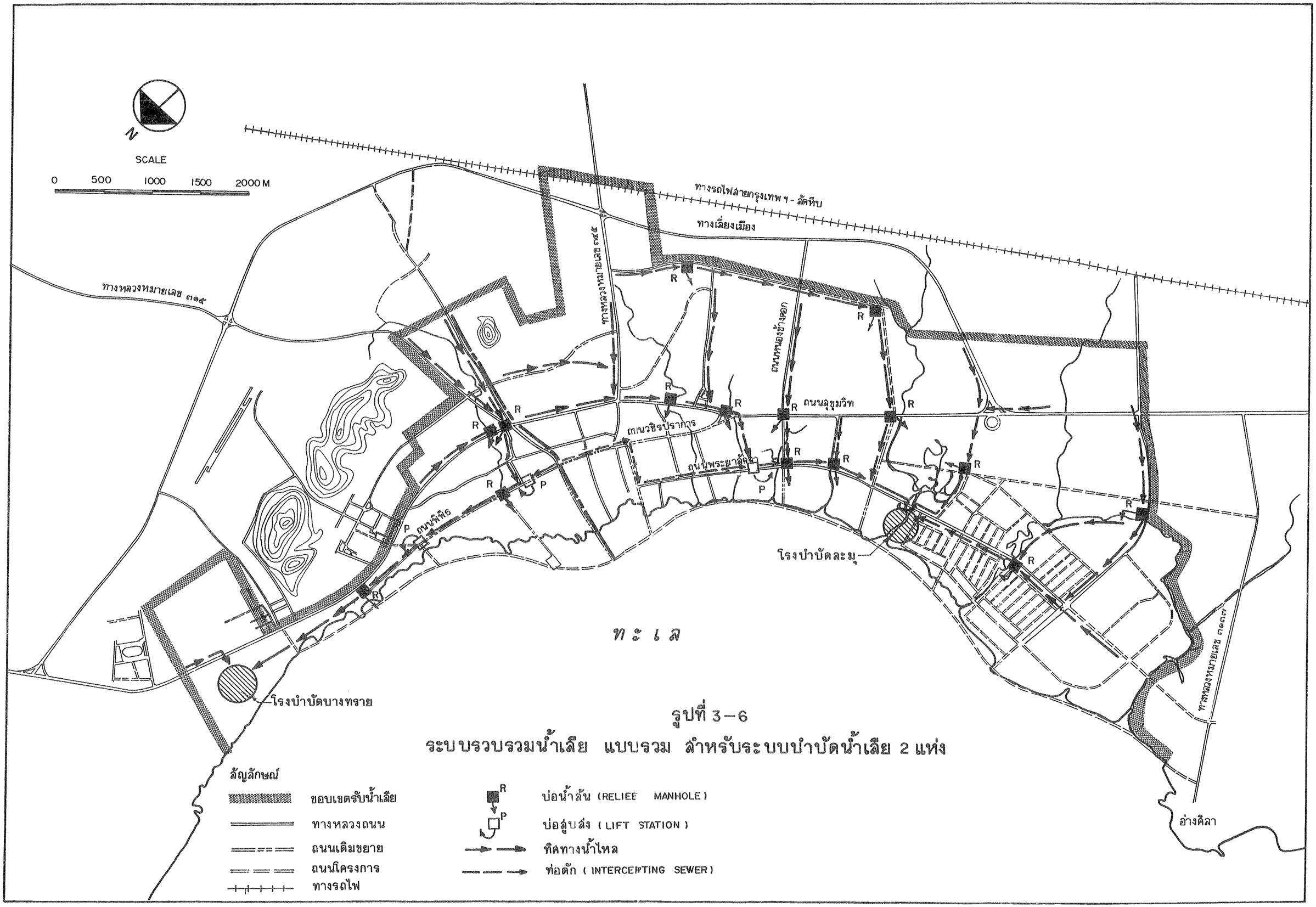


รูปที่ 3-4
พื้นที่ที่ได้รับบริการจากระบบระบายน้ำเสีย



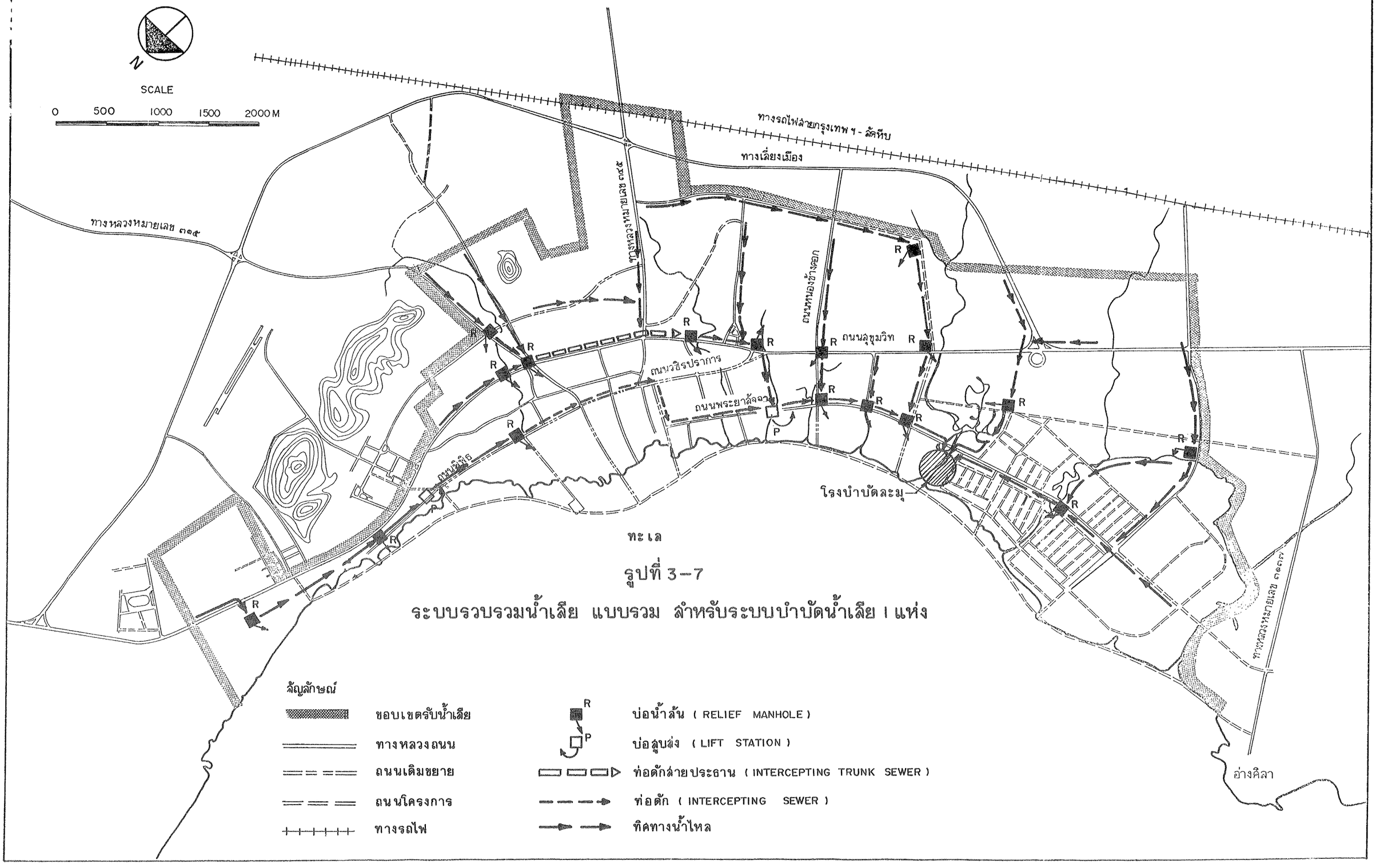
รูปที่ 3-5

การแบ่งพื้นที่รับน้ำกรณีมีโรงบำบัดน้ำเสียสองแห่ง



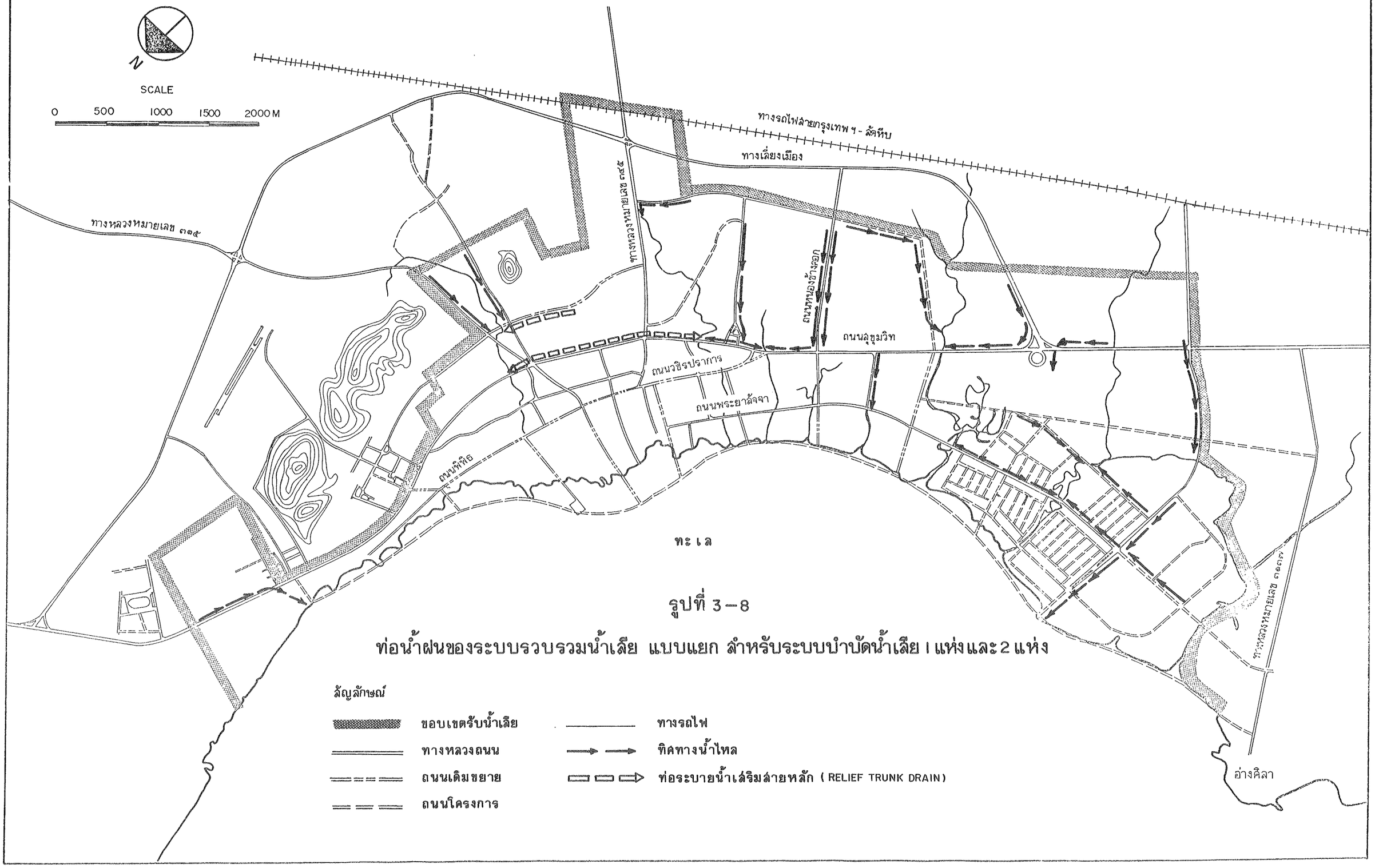
รูปที่ 3-6

ระบบรวบรวมน้ำเสีย แบบรวม สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 2 แห่ง



รูปที่ 3-7

ระบบรวบรวมน้ำเสีย แบบรวม สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 1 แห่ง



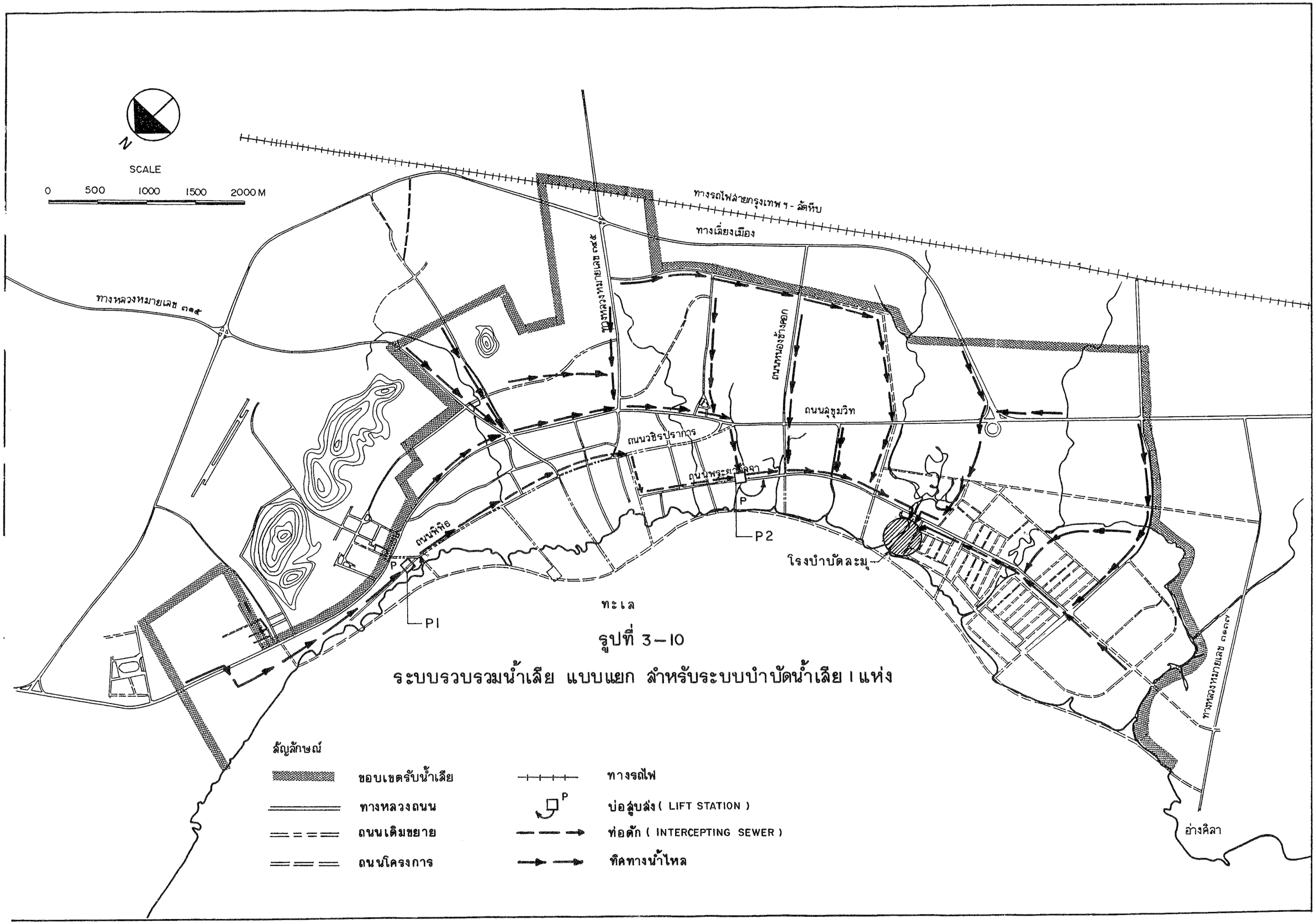
รูปที่ 3-8

ท่อน้ำฝนของระบบรวบรวมน้ำเสีย แบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 1 แห่งและ 2 แห่ง

รูปที่ 3–9
ระบบรวบรวมน้ำเสีย แบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 2 แห่ง

สัญลักษณ์

- ขอบเขตรับน้ำเสีย
- ทางหลวงถนน
- ถนนเดิมขยาย
- ถนนโครงการ
- ท่อดัก (INTERCEPTING TRUNK SEWER)
- บ่อสูบส่ง (LIFT STATION)
- ทิศทางน้ำไหล
- ทางรถไฟ

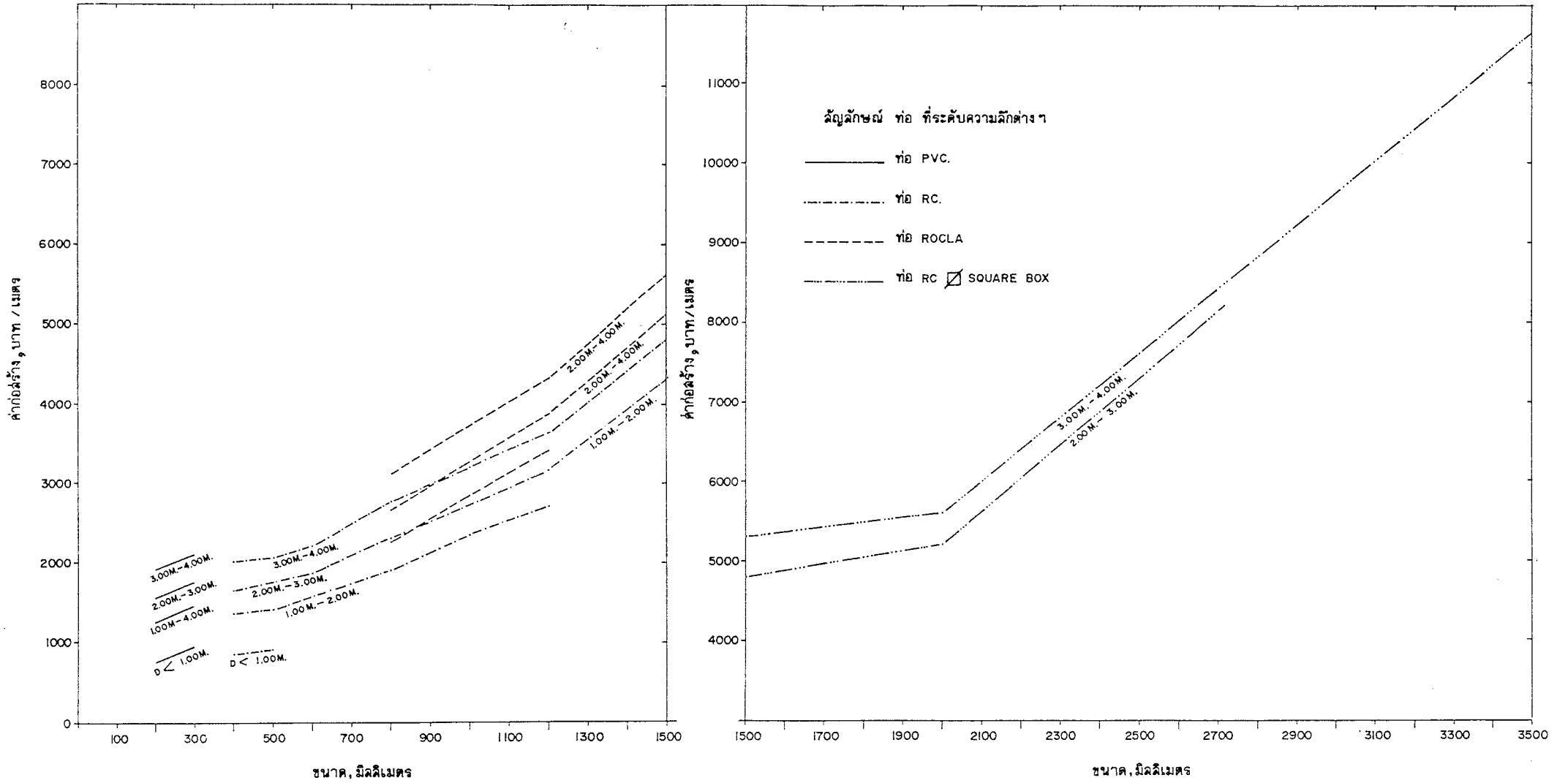


รูปที่ 3–10

ระบบรวบรวมน้ำเสีย แบบแยก สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ๑ แห่ง

สัญลักษณ์

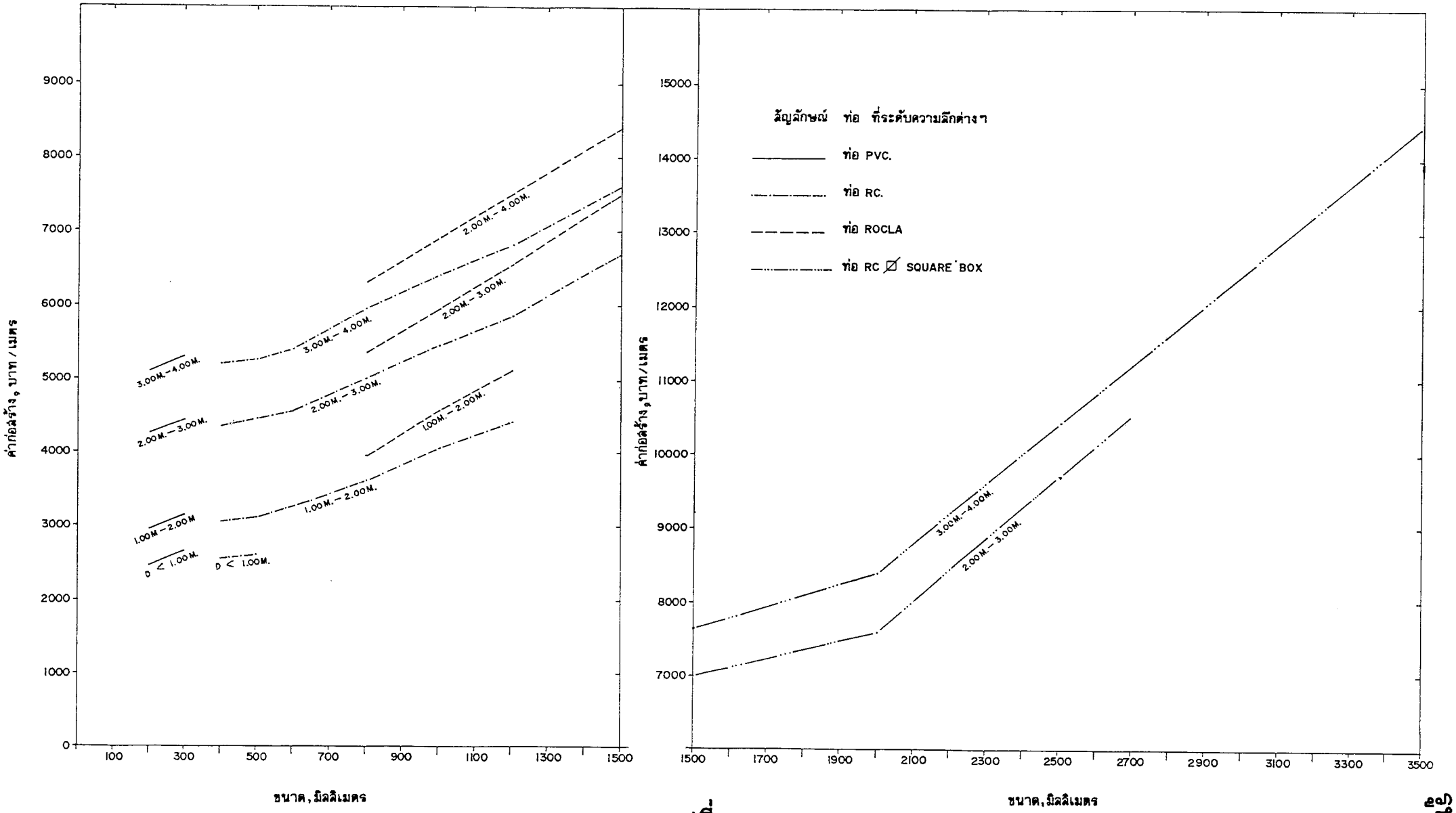
- ขอบเขตรับน้ำเสีย
- ทางหลวงถนน
- ถนนเดิมขยาย
- ถนนโครงการ
- ทางรถไฟ
- บ่อสูบส่ง (LIFT STATION)
- ท่อดัก (INTERCEPTING SEWER)
- ทิศทางน้ำไหล



รูปที่ 3-11

ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ค่อนข้างอยู่ตัวและระดับน้ำใต้ดินต่ำ

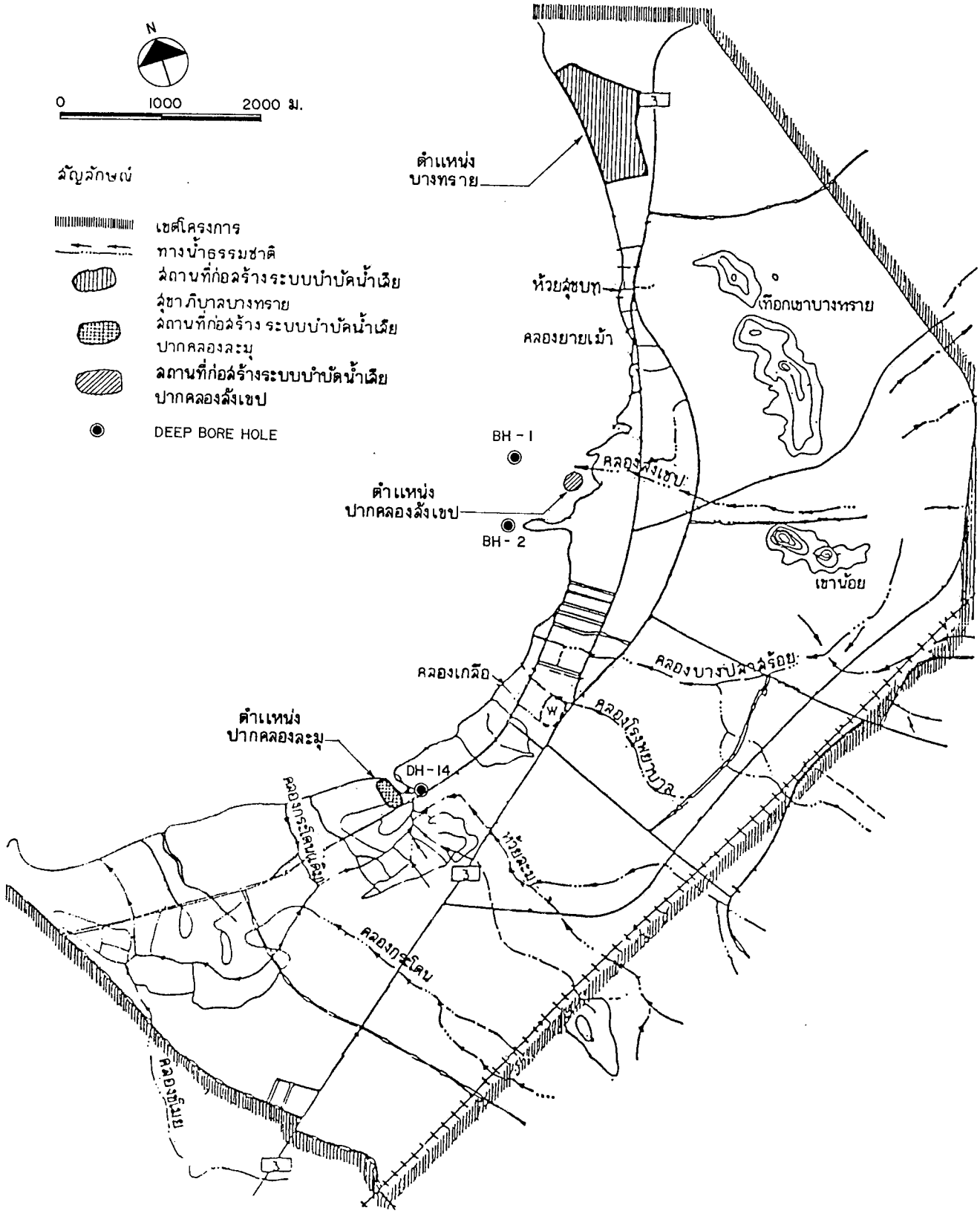
รูปที่ 3-11



รูปที่ 3-12

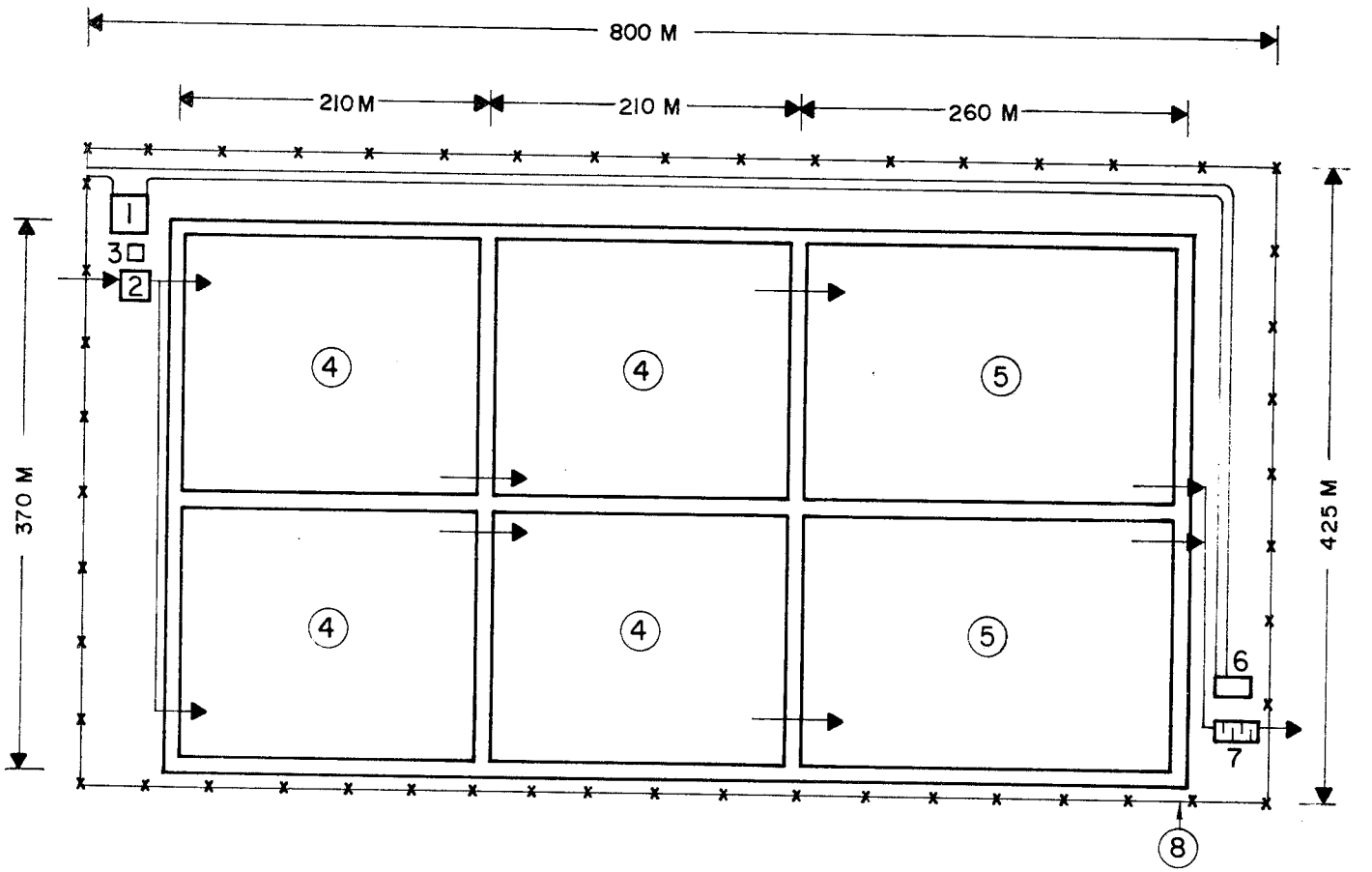
ค่าก่อสร้างระบบท่อในดินที่ไม่อยู่ตัวและมีระดับน้ำใต้ดินสูง

รูปที่ 3-12



รูปที่ 3-13

ตำแหน่งสถานที่เลือกก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย



LEGEND

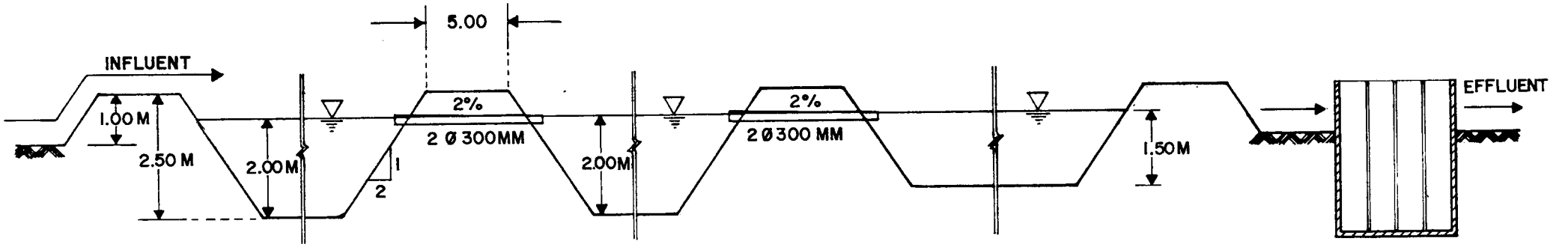
1. OFFICE & LAB
2. SUMP
3. PUMP CONTROL ROOM
4. FACULTATIVE PONDS
5. MATURATION POND
6. MAINTENACE & STORAGE
7. CHLORINATION TANK
8. FENCE

NOTE: REQUIRED AREA 213 RAI FOR SINGLE PLANT AT LAMU

รูปที่ 3-14

ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ STABILIZATION PONDS (SP)

รูปที่ 3-14



NOTES

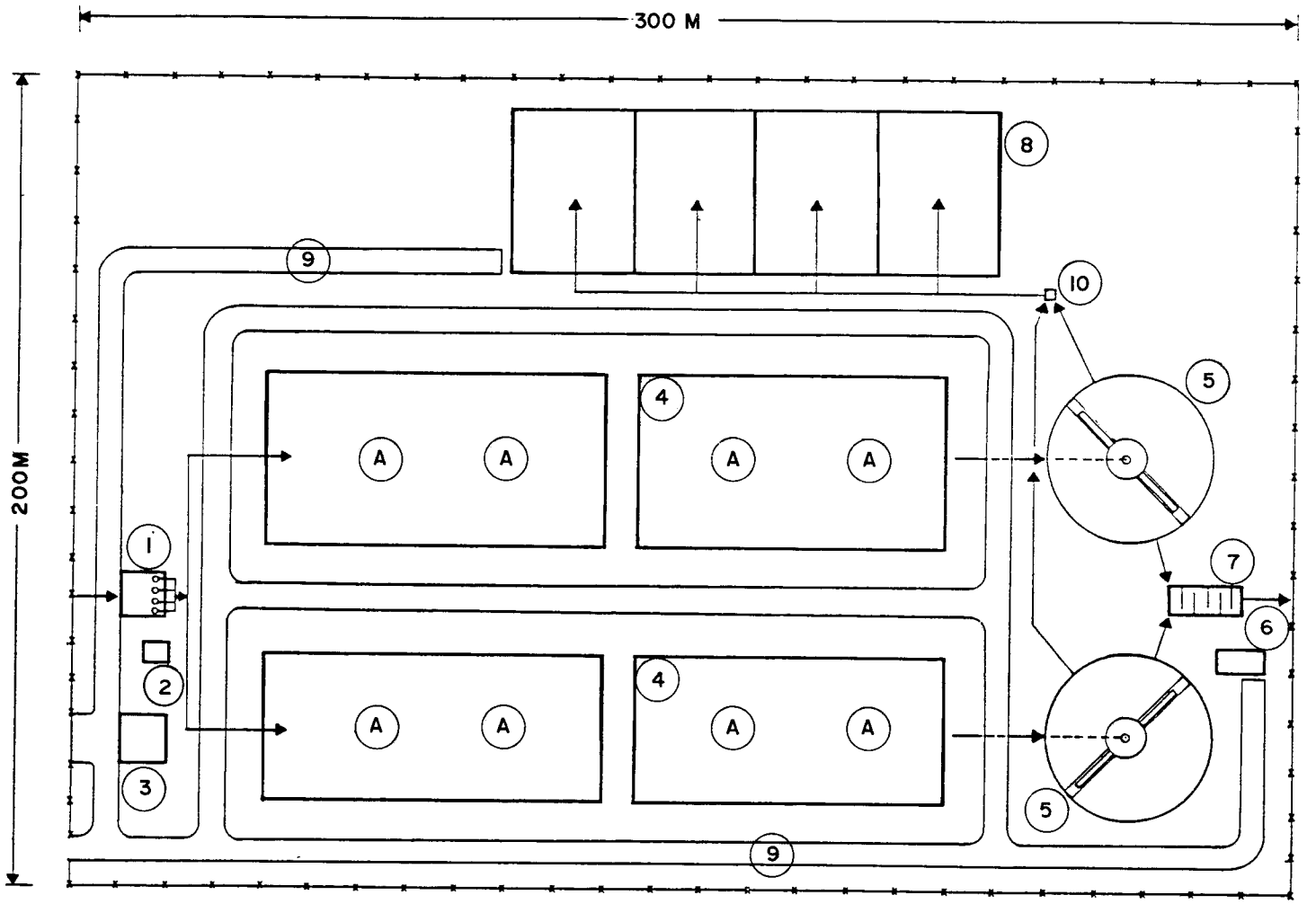
1. NOT TO SCALE

2. SINGLE PLANT AT LAMU

รูปที่ 3-15

รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ STABILIZATION PONDS (SP)

รูปที่ 3-15



LEGEND

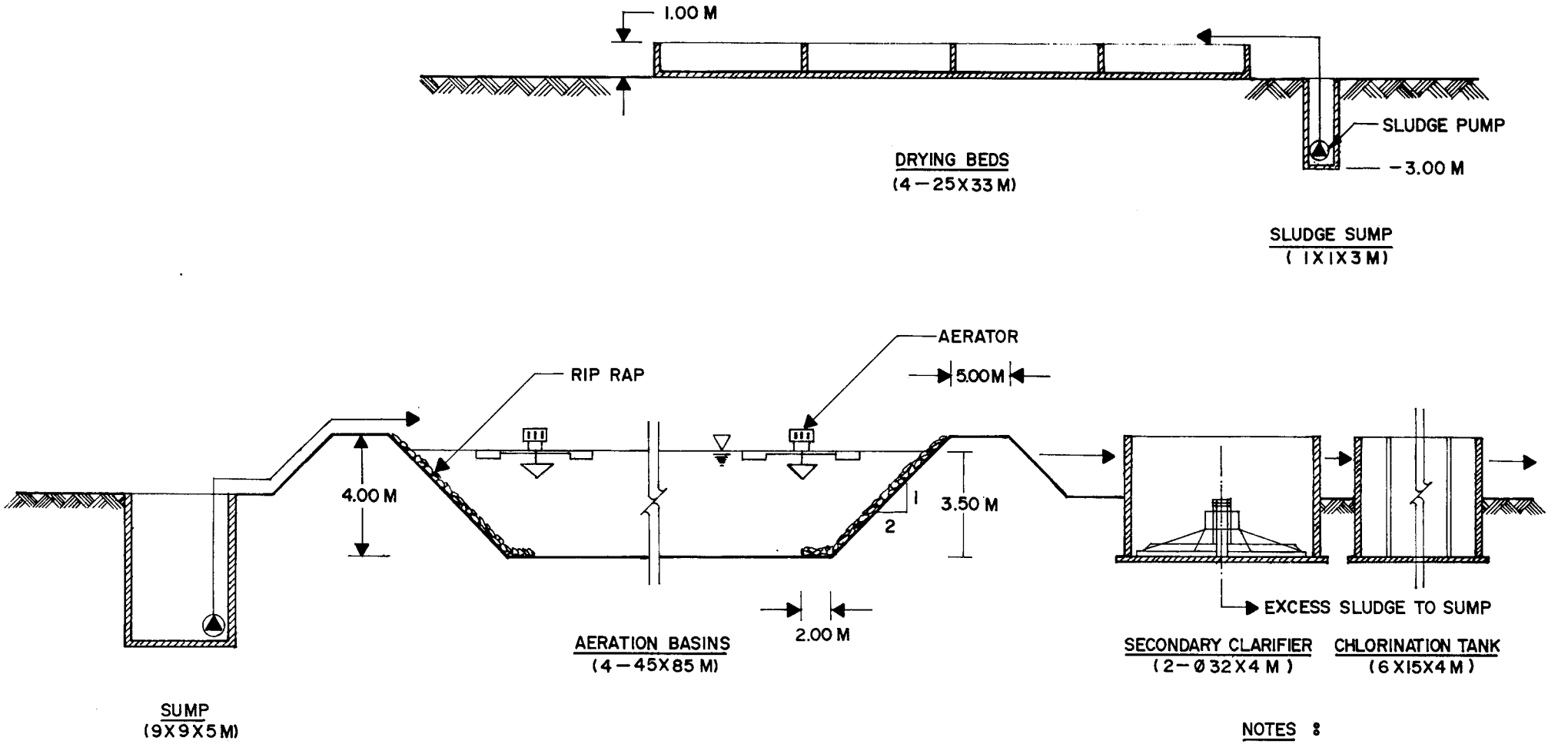
1. SUMP
2. CONTROL ROOM
3. OFFICE & LAB
4. AERATED BASINS
5. SECONDARY CLARIFIERS
6. MAINTENANCE & STORAGE
7. CHLORINATION TANK
8. DRYING BEDS
9. ASPHALTIC ROAD
10. SLUDGE SUMP

NOTE : REQUIRED AREA 38 RAI FOR SINGLE PLANT AT LAMU

รูปที่ 3-16

ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AERATED LAGOONS (AL)

รูปที่ 3-16



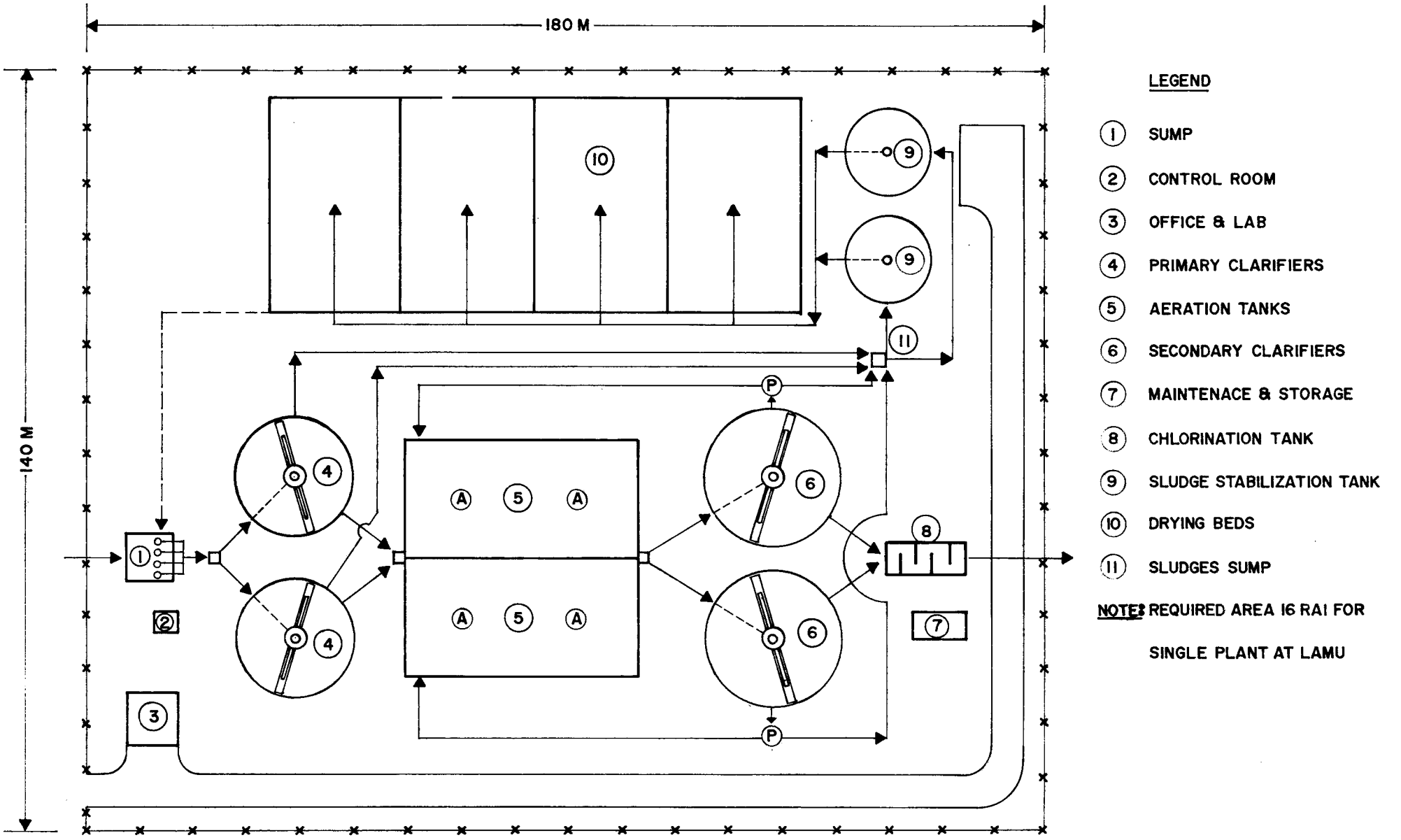
NOTES :

1. NOT TO SCALE
2. SINGLE PLANT AT LAMU

รูปที่ 3-17

รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AERATED LAGOONS (AL)

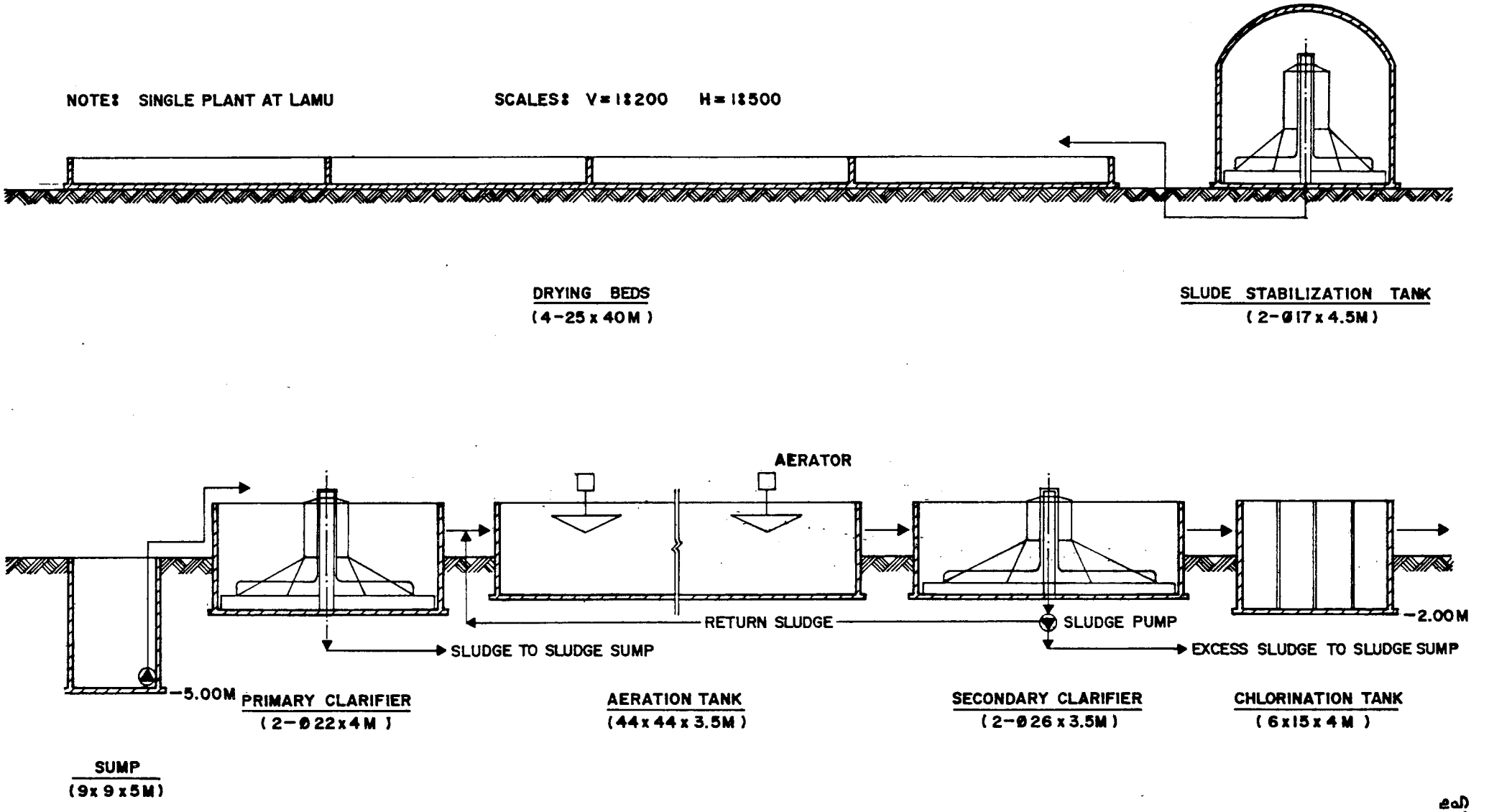
รูปที่ 3-17



รูปที่ 3-18

ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGES (AS)

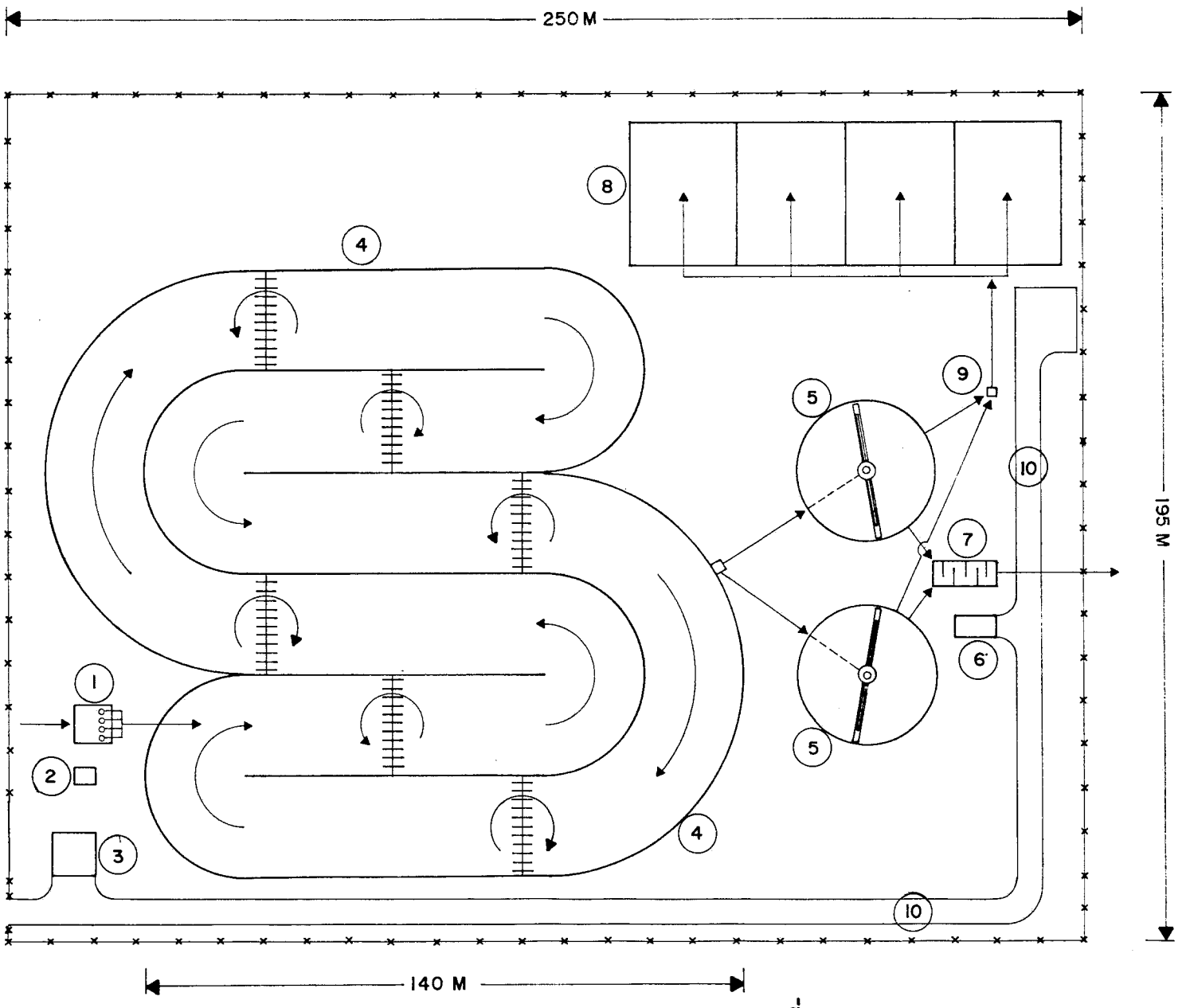
รูปที่ 3-18



รูปที่ 3-19

รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGES (AS)

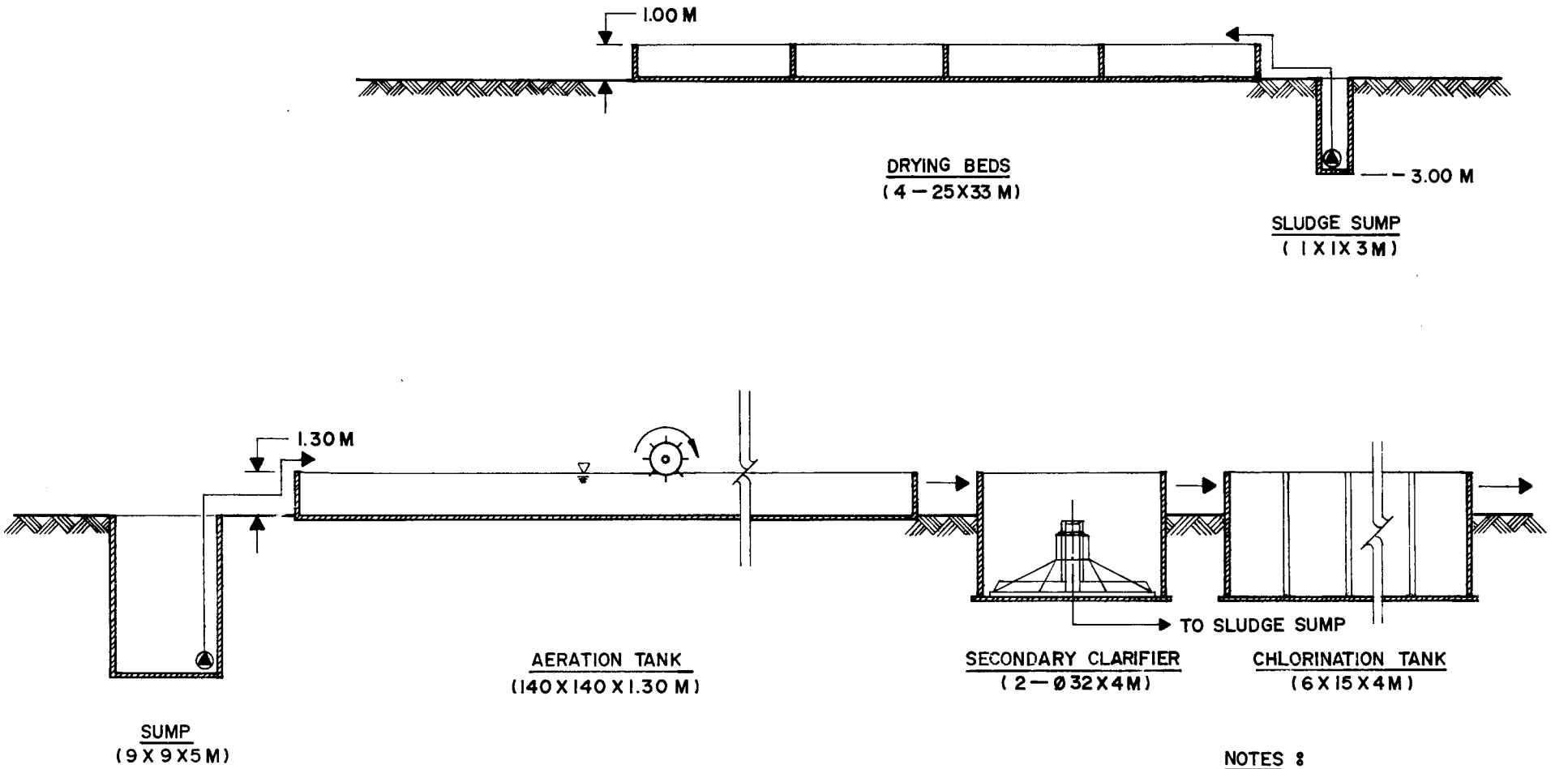
รูปที่ 3-19



รูปที่ 3-20

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ OXIDATION DITCH (OD)

รูปที่ 3-20



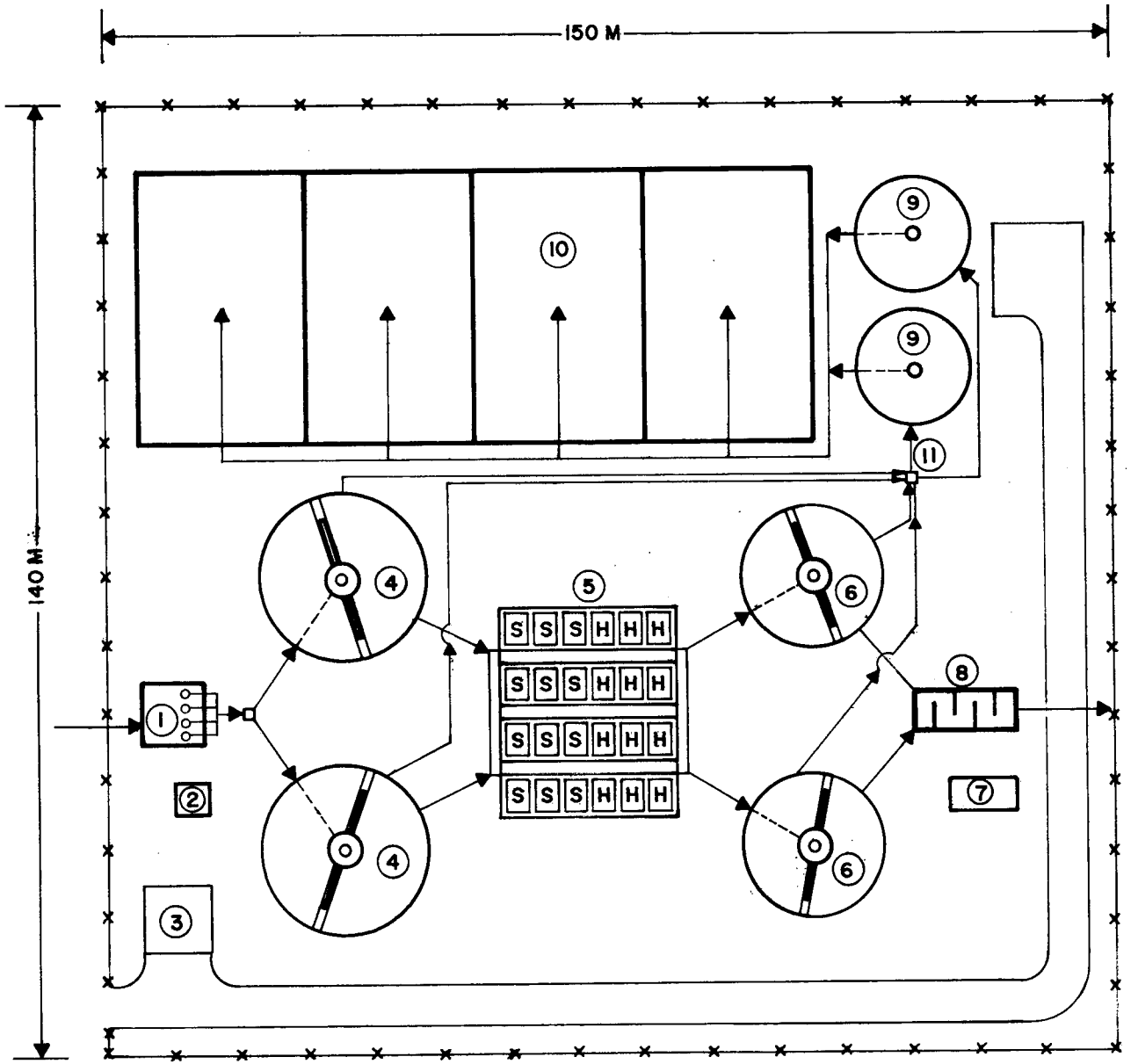
NOTES :

1. NOT TO SCALE
2. SINGLE PLANT AT LAMU

รูปที่ 3-21

รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ OXIDATION DITCH (OD)

รูปที่ 3-21



REMARK:

1. SUMP
2. CONTROL ROOM
3. OFFICE & LAB
4. PRIMARY CLARIFIERS
5. AERATION TANKS
6. SECONDARY CLARIFIERS
7. MAINTENANCE & STORAGE
8. CHLORINATION TANK
9. SLUDGE STABILIZATION TANKS
10. DRYING BEDS
11. SLUDGES SUMP
12. FENCE

NOTES:

1 REQUIRED AREA 14 RAI FOR SINGLE PLANT AT LAMU

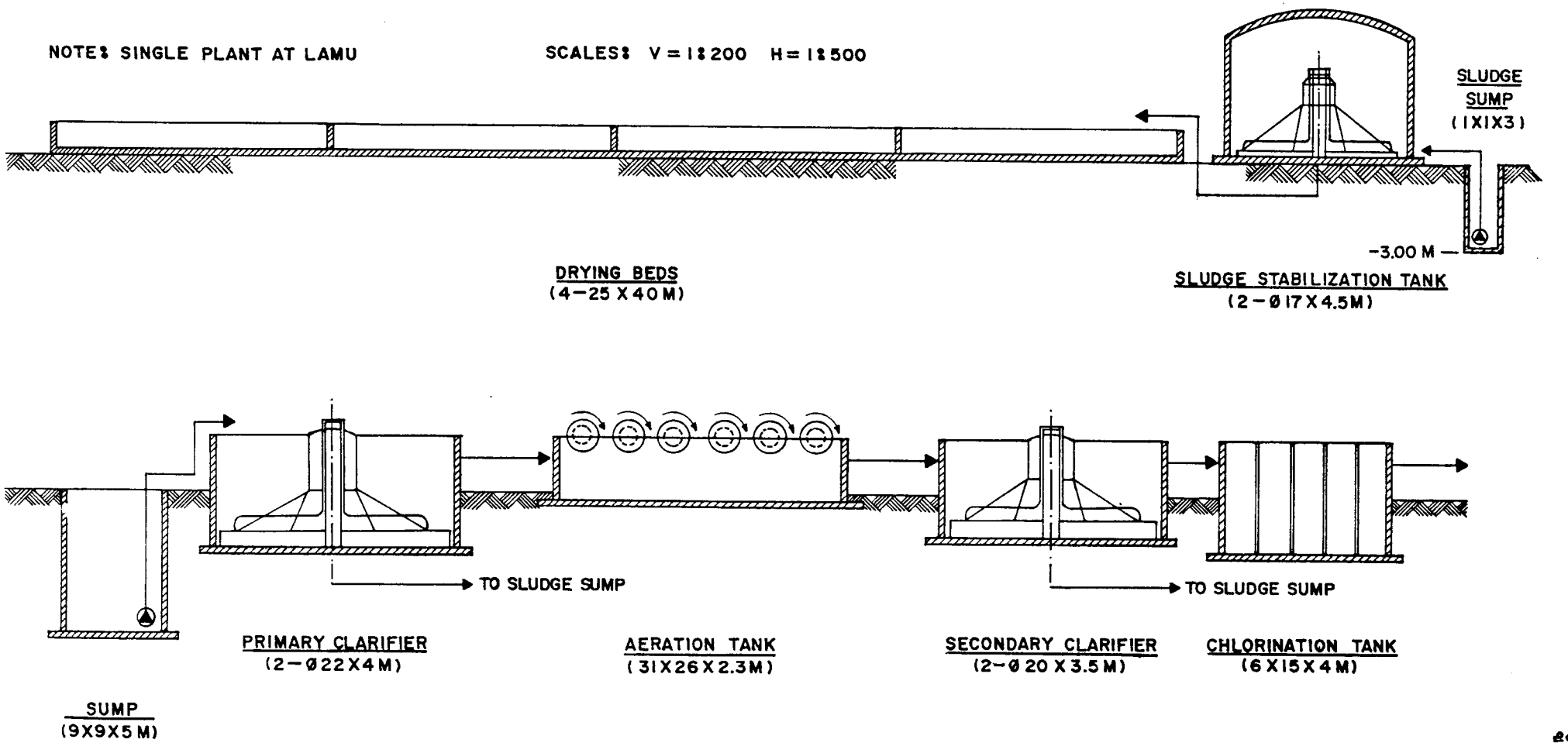
2 H-HIGH DENSITY MEDIA

3 S-STANDARD DENSITY MEDIA

รูปที่ 3-22

ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS (RBC)

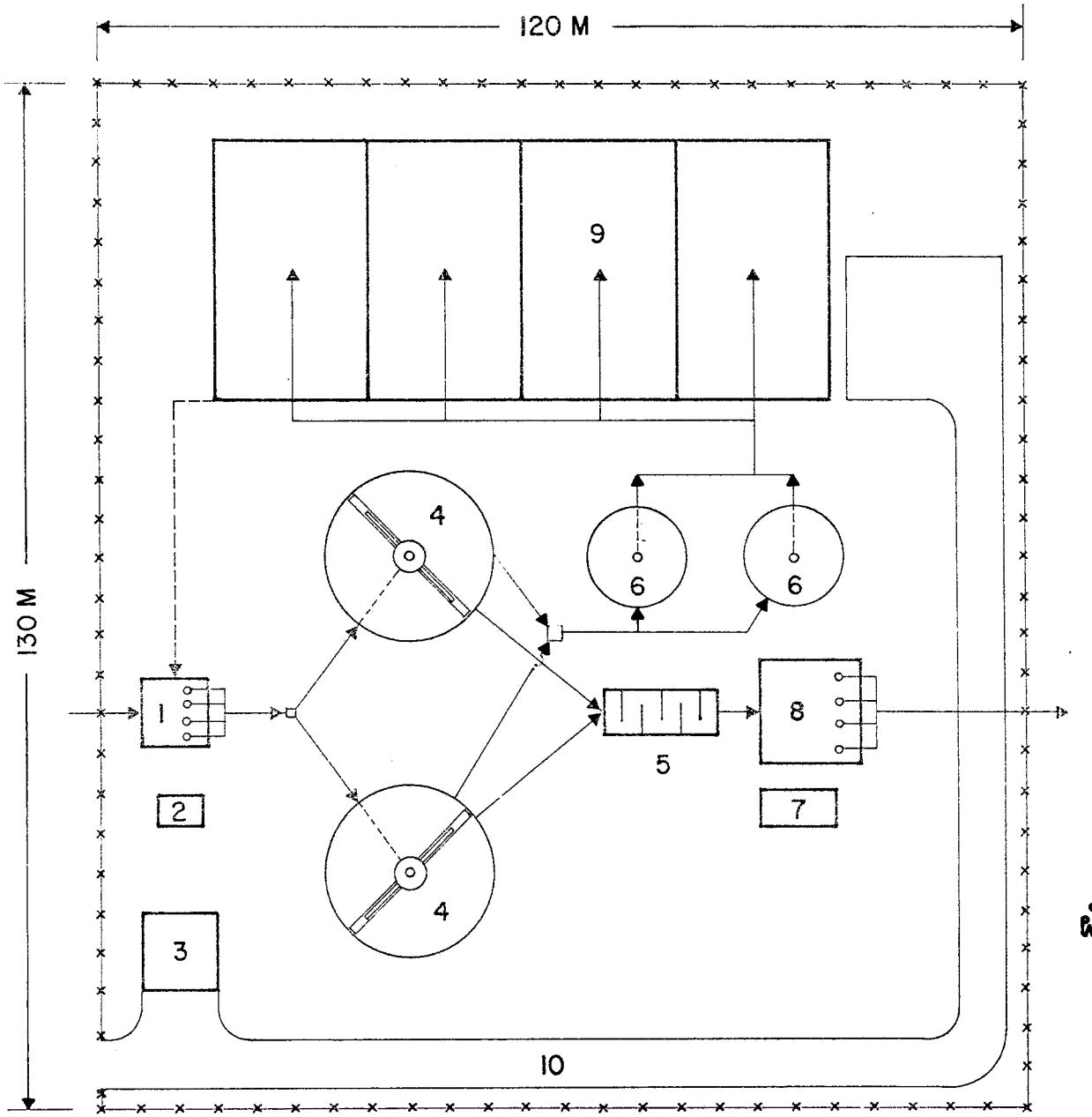
รูปที่ 3-22



รูปที่ 3-23

รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)

รูปที่ 3-23



AREA = 9.75 RAI

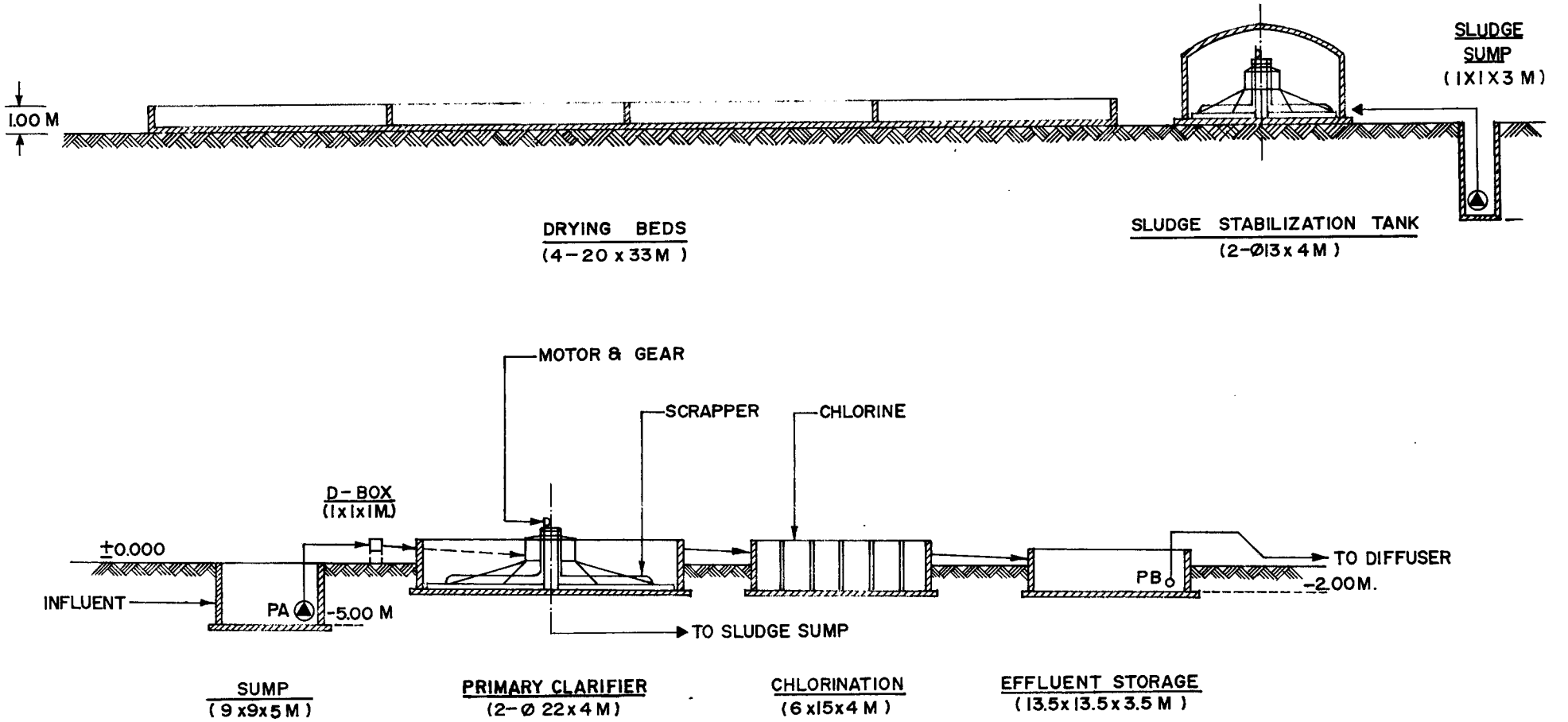
LEGEND

1. SUMP
2. CONTROL ROOM
3. OFFICE & LAB
4. PRIMARY CLARIFIERS
5. CHLORINATION TANK
6. SLUDGE STABILIZATION TANKS
7. MAINTENACE & STORAGE
8. EFFLUENT STORAGE
9. DRYING BEDS
10. ASPHALTIC ROAD
11. FENCE

รูปที่ 3-24

ผังระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบOUTFALL

รูปที่ 3-24

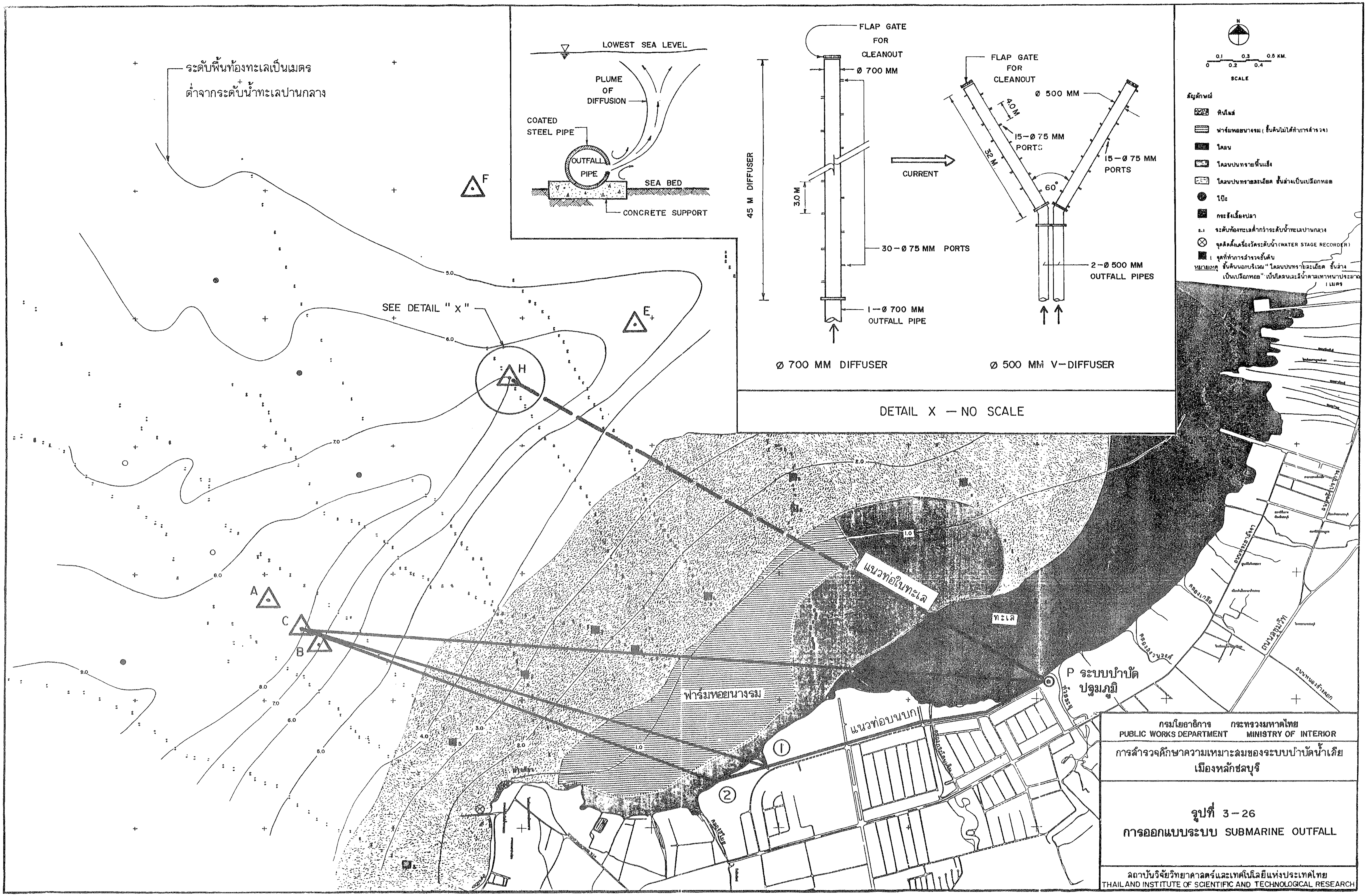


รูปที่ 3-25

รูปตัดระบบบำบัดขั้นปฐมภูมิของระบบ SUBMARINE OUTFALL

ศูนย์วิทยทรัพยากร (ศคร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

รูปที่ 3-25



รูปที่ 3 – 26
การออกแบบระบบ SUBMARINE OUTFALL

บทที่ 4

การออกแบบประเมินราคาขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการ

การออกแบบและประเมินราคาขั้นรายงานความเหมาะสมได้บรรยายไว้ในตอนต่อไปนี้ โดยแสดงรายละเอียดแยกเป็นระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งได้บรรยายแผนการก่อสร้างและดำเนินโครงการไว้เพื่อเป็นพื้นฐานในการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไปด้วย

1. ระบบรวบรวมน้ำเสีย

1.1 พื้นที่ที่ได้รับบริการ

ก่อนที่จะดำเนินการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียตามแนวทางที่ได้สรุปไว้ในการออกแบบประเมินราคาเบื้องต้น ได้ทำการพิจารณาพื้นที่ที่ควรได้รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสียให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยพิจารณาการกระจายของประชากรในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต และหลีกเลี่ยงแนวโน้มที่ต้องต่อท่อรับน้ำเสีย ที่มีความยาวมากเพื่อไปรับน้ำเสียเพียงปริมาณไม่มาก ซึ่งในกรณีดังกล่าวจะทำให้ราคาของระบบสูงขึ้นมากและไม่เหมาะสมด้านการลงทุน และพื้นที่ประเภทที่อยู่ห่างไกลเหล่านี้ควรใช้ระบบบำบัดน้ำเสียของตนเอง เช่น บ่อเกรอะบ่อซึม ซึ่งจะเป็นการประหยัดกว่า

ผลการพิจารณากำหนดพื้นที่รับบริการให้เหมาะสมยิ่งขึ้น พร้อมกับออกแบบประเมินราคาเบื้องต้น ได้แสดงเปรียบเทียบกับผลการออกแบบประเมินราคาที่ใช้ในการประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น (บทที่ 3) ในตารางที่ 4-1 ส่วนพื้นที่รับบริการได้แสดงเปรียบเทียบไว้ในรูปที่ 4-1 จะเห็นว่าพื้นที่รับบริการที่พิจารณาให้ลดลงโดยไม่รวมพื้นที่ห่างไกล ซึ่งทำให้จำนวนประชากรผู้ได้รับประโยชน์ลดลงเพียงเล็กน้อย สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ดังนั้นในการดำเนินการต่อไปจึงพิจารณาให้บริการพื้นที่ตามกรณีที่ 3 ในตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-1 อัตราการไหลของน้ำเสียเฉลี่ยและสูงสุดที่จุดต่าง ๆ ของระบบรวบรวมน้ำเสียซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่รับบริการในกรณีที่ 3 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-2 ด้วยแล้ว

1.2 การออกแบบขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการ

1.2.1 หลักการและแนวทางในการออกแบบ

ระบบรวบรวมน้ำเสียที่พิจารณาออกแบบเป็นไปตามข้อสรุปที่ได้จากการออกแบบเปรียบเทียบเบื้องต้นคือ เป็นระบบท่อแบบรวม (Combined System) ในเขตพื้นที่ชุมชนแออัดในปัจจุบัน และเป็นระบบท่อแบบแยก (Separate System) สำหรับพื้นที่รอบนอกและพื้นที่ที่วางแผนไว้เพื่อการพัฒนาในอนาคต ดังแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 4-2 ซึ่งแสดงพื้นที่รับบริการและอัตราการไหลที่จุดต่าง ๆ ของเส้นท่อด้วย

สำหรับในพื้นที่ชุมชนเทศบาลปัจจุบัน ระบบท่อที่ออกแบบเป็นท่อดักรับน้ำเสีย (Intercepting Sewer) เพื่อดักรวบรวมน้ำเสียที่ไหลมาตามท่อระบายน้ำที่มีอยู่เดิม ซึ่งส่วนใหญ่มีทิศทางการไหลลงสู่ทะเลตั้งฉากกับชายฝั่ง ส่วนท่อระบายน้ำที่มีอยู่เดิมเป็นส่วนน้อยที่ระบายน้ำลงสู่คลองสังเขปและคลองบางปลาสร้อยโดยตรงนั้น ต้องพิจารณาปรับปรุงให้สามารถระบายน้ำมารวมกับน้ำส่วนใหญ่ ซึ่งจะไหลลง

ตารางที่ 4-1

การเปรียบเทียบพื้นที่รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสีย

รายการ	พื้นที่รับบริการที่เปรียบเทียบ		
	กรณีที่ 1 เต็มพื้นที่โครงการ	กรณีที่ 2 พื้นที่ตามผลเปรียบเทียบขั้นต้น	กรณีที่ 3 เหมือนกรณีที่ 2 แต่ไม่รวมพื้นที่ห่างไกล
1. ราคาค่าก่อสร้าง, ล้านบาท			
1.1 ท่อหลัก ท่อประธาน และบ่อพัก	378.71	173.96	94.50
1.2 บ่อสูบส่ง	7.45	2.99	2.85
1.3 ท่อดักและบ่อพัก	20.67	24.44	21.34
รวม 1.1,1.2, และ 1.3	406.83	201.39	118.69
1.4 ท่อซอยและท่อกิ่ง	566.05	353.72	257.70
รวม 1.1,1.2,1.3,และ 1.4	972.88	555.11	376.39
2. พื้นที่รับบริการ, ตารางกิโลเมตร	43.6	20.34	13.24
3. จำนวนประชากรที่รับบริการเมื่อเต็มโครงการ, คน	147 760	138 630	132 730

สู่ท่อดักรับน้ำเสีย หรือถ้าเป็นไปได้ควรพิจารณาวางท่อน้ำเสียแยกจากท่อระบายน้ำเดิมเพื่อให้เฉพาะน้ำเสียไหลไปสู่ท่อดักรับน้ำเสียได้ เนื่องจากสภาพและความลาดเอียงของท่อระบายน้ำที่มีอยู่เดิมไม่เหมาะสมต่อการระบายกากและตะกอนต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่พื้นที่ที่ระบายน้ำเสียลงสู่ท่อระบายน้ำเดิมเหล่านั้นยังต้องมีการใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมต่อไป เพื่อป้องกันมิให้กากและตะกอนระบายออกสู่ท่อระบายน้ำ แต่ควรอนุญาตให้ต่อท่อระบายให้เฉพาะของเหลวจากระบบบ่อเกรอะบ่อซึมไหลลงสู่ท่อระบายสาธารณะ เพื่อรับเข้าสู่ท่อดักรับน้ำเสียเพื่อนำไปบำบัดต่อไป ส่วนกากตะกอนจากระบบบ่อเกรอะบ่อซึมก็ต้องใช้บริการของรถดูดส้วมต่อไป โดยควบคุมให้รถดูดส้วมนำกากตะกอนไปส่งเข้าสู่ระบบบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบในโครงการนี้ พื้นที่ในชุมชนของเทศบาลเมืองชลบุรีในปัจจุบันที่กำหนดให้ใช้บ่อเกรอะบ่อซึมต่อไปแต่อนุญาตให้ระบายของเหลวจากส้วมออกสู่ท่อสาธารณะแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 4-3 ซึ่งได้แก่พื้นที่ซึ่งล้อมรอบด้วยแนวที่ห่างจากถนนสุขุมวิทประมาณ 100 เมตร คลองบางปลาสร้อย ถนนวชิรปราการ และคลองสังเขป ส่วนพื้นที่ด้านตะวันตกของถนนวชิรปราการในเขตเทศบาลซึ่งอยู่คนละฟากถนนกับพื้นที่ดังกล่าวข้างต้น เป็นที่ตั้งของชุมชนริมทะเลและมีบางส่วนที่ตั้งอยู่บนเลนในทะเล (ดูรูปที่ 4-3) สำหรับพื้นที่นี้พิจารณาออกแบบท่อรับเฉพาะน้ำเสียและกากของเสียจากส้วมเพื่อส่งไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสีย โดยพิจารณาวางท่อรับน้ำเสียตามซอยต่าง ๆ ให้น้ำเสียและกากของเสียไหลเข้าสู่ระบบท่อดักน้ำเสียทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่สามารถใช้ระบบไหลโดยแรงดึงดูดของโลกได้ แต่หากจำเป็นก็ต้องใช้ระบบบ่อสูบส่งขนาดเล็กเพื่อรวบรวมน้ำเสียแล้วสูบส่งไปยังท่อดักที่ถนนวชิรปราการ

การออกแบบและประเมินราคาระบบท่อรวบรวมน้ำเสียในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการนี้สำหรับท่อหลัก (Main Sewer) และท่อประธาน (Trunk Sewer) ได้มีการพิจารณาออกแบบทั้งด้านชลศาสตร์และโครงสร้างอย่างละเอียด โดยแยกออกแบบเป็นแต่ละเส้นท่อโดยเฉพาะ ส่วนระบบท่อซอย (Lateral Sewer) และท่อกิ่ง (Branch Sewer) ซึ่งกำหนดให้รับน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนในรัศมีประมาณ 500 เมตร เพื่อระบายลงสู่ท่อหลักและท่อประธานนั้น การประเมินราคาประเมินจากราคาต่อหน่วยซึ่งจัดทำจากพื้นที่ตัวอย่างในโครงการ ซึ่งรายละเอียดการประเมินราคาต่อหน่วยได้แสดงไว้ในตอนต่อไปด้วยแล้ว

1.2.2 แบบมาตรฐาน

แบบมาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบและประเมินราคาระบบรวบรวมน้ำเสียได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-4 ถึง 4-7 ซึ่งประกอบด้วย แบบมาตรฐานเกี่ยวกับระบบท่อ บ่อพัก บ่อสูบส่งน้ำเสีย และไซฟอน (Siphon) เพื่อส่งน้ำเสียลอดคลองต่าง ๆ แบบมาตรฐานที่เกี่ยวกับระบบท่อในรูปที่ 4-4 ประกอบรูปแบบการวางท่อกรณีต่าง ๆ กันที่มีใช้ วิธีการต่อเชื่อมท่อประเภทต่าง ๆ และข้อแนะนำในการต่อเชื่อมท่อน้ำเสียจากอาคารเข้าสู่ท่อรับน้ำเสียของระบบ สำหรับแบบมาตรฐานเกี่ยวกับบ่อพัก ซึ่งรวมถึงบ่อพักที่มีท่อรับน้ำเสียดักรับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำ (Intercepting Manhole) ก็ได้แสดงแบบมาตรฐานไว้ในรูปที่ 4-5 ด้วยแล้ว

1.2.3 ผลการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย

การออกแบบระบบท่อหลักและท่อประธานได้ดำเนินการแยกเป็นแต่ละสาย ตามผังแนวท่อที่แสดงโดยสังเขปในรูปที่ 4-8 การออกแบบด้านชลศาสตร์ได้พิจารณาผลสำรวจแปลนและรูปตัดของแนวท่อประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับดินแข็งและระดับน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปพยายามกำหนดให้ระดับหลังท่อ

รวบรวมน้ำเสีย (Crown) อยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิมประมาณ 1 เมตร และพยายามเลือกขนาดท่อและความลาดเอียงที่เหมาะสมและประหยัดที่สุด สำหรับช่วงของระบบท่อที่เป็นท่อดักรับน้ำเสีย (Intercepting Sewer) ซึ่งต้องดักรับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำเดิมได้มีการตรวจสอบระดับให้ต่ำพอเพียงที่จะรับน้ำจากท่อระบายน้ำที่ตัดผ่านได้

ในการพิจารณาออกแบบขั้นรายงานความเหมาะสมนี้พบว่า มีความเหมาะสมและประหยัดกว่าที่จะไม่ใช้สถานีสูบส่งที่ถนนพระยาสัจจา (P2 ในรูปที่ 3-10) จากการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบเฉพาะเส้นท่อและอาคารที่เกี่ยวข้อง พบว่าการแก้ไขโดยวางท่อให้ลึกลงกว่าเดิมเพื่อให้น้ำเสียไหลโดยแรงดึงดูดได้ จะเป็นการประหยัดกว่าวางท่อตื้นแล้วมีบ่อสูบส่งน้ำเสีย ดังนั้นผลการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียในขั้นนี้จึงมีการใช้บ่อสูบส่งน้ำเสียเพียงแห่งเดียว คือที่บางทรายบริเวณถนนสมเด็จ (P1 ในรูปที่ 3-10) บ่อสูบส่งที่ถนนสมเด็จนี้ออกแบบให้มีความจุใช้งานเท่ากับปริมาณน้ำเสียที่ไหลในเวลาประมาณ 10 นาที โดยประมาณว่าในการเดินระบบจะต้องมีการเปิด-ปิด เครื่องสูบน้ำเสียซึ่งควบคุมโดยระบบอัตโนมัติไม่เกิน 6 ครั้งต่อชั่วโมง เนื่องจากระดับหินบริเวณที่ออกแบบเป็นที่ตั้งบ่อสูบอยู่ที่ระดับตื้นจึงจำเป็นที่ต้องเลื่อนตำแหน่งบ่อสูบไปทางด้านเหนือน้ำ แล้วใช้ท่อสูบส่งยาวขึ้นเล็กน้อย

รายละเอียดของผลการออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียสายต่าง ๆ ตามตำแหน่งที่แสดงโดยสังเขปในรูปที่ 4-8 ได้แสดงไว้ในแบบแปลนและรูปตัดในรูปที่ 4-9 ถึง 4-22 แบบแปลนเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินราคา ซึ่งบรรยายไว้ในตอนต่อไป

1.3 การประเมินราคา

1.3.1 วิธีการประเมินราคา

การประเมินค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียในขั้นรายงานความเหมาะสมของโครงการ ได้แยกออกเป็น (ก) ค่าก่อสร้าง (ข) ค่าเดินระบบ (ค) ค่าซ่อมและบำรุงรักษา (ง) ค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์ ราคาต่าง ๆ ที่ประเมินเป็นราคาตามค่าเงินปี พ.ศ.2529

(ก) ค่าก่อสร้าง

ค่าก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในหมวดงานโยธาและหมวดเครื่องกลไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนของการประเมินดังต่อไปนี้

(1) คำนวณปริมาณงานในแต่ละหมวดจากแบบแปลนและรายการที่ได้จัดทำไว้ในการออกแบบขั้นรายงานความเหมาะสม

(2) กำหนดราคาต่อหน่วยของงานแต่ละประเภท โดยการพิจารณาราคาวัสดุในท้องถิ่น วิธีทำงาน ค่าแรงงานและการใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่จำเป็น ราคาต่อหน่วยนี้เป็นราคาค่าใช้จ่ายในการทำงานประเภทต่าง ๆ ให้แล้วเสร็จโดยไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่น เช่น ไม่รวมค่าดำเนินการ กำไร และอื่น ๆ

(3) คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับแต่ละงาน โดยการคูณปริมาณงานในข้อ (1) ด้วยราคาต่อหน่วยในข้อ (2) พร้อมกับรวมค่าขนส่งหรือราคางานประกอบที่จำเป็นและค่าใช้จ่ายอื่น (ถ้ามี) แล้วรวมราคาทุกงานเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการก่อสร้างงานตามที่ได้ออกแบบไว้

(4) คำนวณราคาประเมินค่าใช้จ่ายสร้างโครงการทั้งสิ้น โดยรวมค่าเผื่อเหลือเผื่อขาดอีก 15% ของค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นในข้อ (3)

(5) คำนวณค่าอำนวยการและค่าดำเนินการ ค่ากำไร ค่าภาษี และค่ากองทุนเงินทดแทนจากราคาประเมินค่าใช้จ่ายสร้างโครงการทั้งสิ้นในข้อ (4) ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 4-2

(6) คำนวณค่าก่อสร้างโดยรวมค่าต่าง ๆ ในข้อ (5) กับราคาประเมินค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้นในข้อ (4)

(7) จากราคาค่าก่อสร้างที่คำนวณได้ในข้อ (6) คิดค่าบริการทางวิศวกรรมรวมไว้อีก 15% ค่าบริการทางวิศวกรรมนี้ได้แก่ ค่าสำรวจเพิ่มเติมจากงานขั้นศึกษาความเหมาะสม 2% ค่าออกแบบรายละเอียดและเตรียมเอกสารประกอบแบบ 4.3% และค่าควบคุมงานก่อสร้าง 8.7% โดยประมาณ

(8) คำนวณค่าชดเชยที่ดินและค่ารื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง (ถ้ามี) โดยประเมินปริมาณที่ต้องชดเชยแล้วใช้ราคาต่อหน่วยที่ประเมินไว้ แล้วรวมยอดค่าบริการทางวิศวกรรมเฉพาะค่าสำรวจเพิ่มเติมอีก 2% สำหรับรายการนี้ไม่คิดค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด

(9) คำนวณค่าก่อสร้างโครงการทั้งสิ้นจากผลรวมของค่าใช้จ่ายในข้อ (7) และ (8) โดยรวมค่าบริหารโครงการของหน่วยงานที่ดำเนินการอีก 2%

(ข) <u>ค่าเดินระบบ</u>

ค่าเดินระบบได้แก่ ค่าใช้จ่ายเป็นค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับการเดินเครื่องสูบน้ำเสียที่บ่อสูบส่ง ซึ่งคิดจากปริมาณน้ำเสียที่ต้องสูบในแต่ละปี สำหรับค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินเดือนและค่าจ้างของเจ้าหน้าที่คิดรวมไว้กับค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดน้ำเสีย

(ค) <u>ค่าซ่อมและบำรุงรักษา</u>

เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการซ่อมบำรุงระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย โดยหมายรวมถึงการขุดลอกท่อ การแก้ปัญหาท่ออุดตัน และซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเสียด้วย โดยคิดค่าใช้จ่ายต่อปีในอัตรา 0.75% ของค่าก่อสร้างงานหมวดโยธา และ 5% ของค่าอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเสีย

(ง) <u>ค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์</u>

เป็นค่าใช้จ่ายที่จำเป็นสำหรับเปลี่ยนอุปกรณ์และเครื่องสูบน้ำเสีย เพราะหมดอายุการใช้งาน และจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนขนาดให้ใหญ่ขึ้น โดยคิดอายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเสีย 6 ปี

1.3.2 <u>ราคาต่อหน่วย</u>

ราคาต่อหน่วยของงานก่อสร้างต่าง ๆ ในหมวดงานโยธา และค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในหมวดเครื่องกลและไฟฟ้า ส่วนใหญ่ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 แล้ว ในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการนี้มีการดำเนินงานที่ละเอียดยิ่งขึ้น จึงมีราคาต่อหน่วยเพิ่มเติมขึ้นจากที่มีอยู่เดิม ซึ่งได้แก่ราคาต่อหน่วยของอาคารต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบรวบรวมน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 4-3 ราคาต่อหน่วยเหล่านี้ประเมินจากแบบมาตรฐานที่แสดงไว้ข้างต้นแล้ว

ตารางที่ 4-2

ค่าใช้จ่ายอำนวยการ กำไร ภาษี ใช้ประกอบการถอดแบบคำนวณราคากลาง

ลำดับที่	ราคาประเมินค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้น, บาท 1/	ค่าอำนวยการและดำเนินงาน	ค่ากำไร	ค่าภาษีอากร	ค่าภาษีอากรและค่ากองทุนเงินทดแทนเฉพาะในจังหวัดที่ได้ประกาศใช้ 2/
(1)	(2)	(3) %	(4) %	(5) %	(6) %
1	เงินไม่เกิน 50,000	10.0	18.5	3.40	4.10
2	50,000 - 100,000	8.0	17.5	3.40	4.10
3	100,000 - 300,000	6.5	16.0	3.40	4.10
4	300,000 - 500,000	6.5	13.0	3.40	4.10
5	500,000 - 800,000	6.5	12.0	3.40	4.10
6	800,000 - 1,000,000	6.5	11.0	3.40	4.10
7	1,000,000 - 2,000,000	6.0	10.5	3.40	4.10
8	2,000,000 - 5,000,000	6.0	9.5	3.40	4.10
9	5,000,000 - 10,000,000	6.0	8.5	3.40	4.10
10	10,000,000 - 20,000,000	5.0	8.5	3.40	4.10
11	20,000,000 - 40,000,000	5.0	7.5	3.40	4.10
12	40,000,000 - 60,000,000	4.3	7.5	3.40	4.10
13	60,000,000 - 100,000,000	4.0	7.0	3.40	4.10
14	100,000,000 ขึ้นไป	3.5	6.5	3.40	4.10

<u>วิธีคิดค่าภาษีอากร กำไร ค่าอำนวยการ และค่าดำเนินงาน</u>

ตัวอย่าง เมื่อได้ราคาประเมินค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้นออกมา
เป็นเงินระหว่าง 1,000,000 - 2,000,000 บาท

1. ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงานให้คิด 6% ของค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้น
2. ค่ากำไรให้คิด 10.5% ของค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้น
3. ค่าภาษีอากรคิด 3.4% ของค่าใช้จ่ายโครงการทั้งสิ้น ค่าอำนวยการ และค่าดำเนินงาน +กำไร (ในกรณีไม่คิดค่ากองทุนเงินทดแทน)
4. เมื่อรวมข้อ 1,2 และ 3 เป็นราคากลางของงานก่อสร้าง

1/ ราคาประเมินค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรง เครื่องจักร เครื่องมือ รวมค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด

2/ สำหรับโครงการนี้ซึ่งอยู่ในจังหวัดชลบุรีต้องคิดค่ากองทุนทดแทนด้วย

ตารางที่ 4-3

ราคาต่อหน่วยงานก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ

ลำดับที่	ลักษณะงาน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย, บาท
1	บ่อตรวจ (Typical manhole and drop manhole)		
	ขนาด 1.20X2.00 ม	แห่ง	12 000
	ขนาด 1.20X3.00 ม	แห่ง	14 300
	ขนาด 1.20X1.20X4.00 ม	แห่ง	16 600
2	บ่อดัก (Intercepting manhole)		
	ขนาด 1.20X1.20X2.00 ม	แห่ง	13 000
	ขนาด 1.20X1.20X3.00 ม	แห่ง	15 300
3	ท่อรวบรวมน้ำเสีย ค่าวัสดุท่อพร้อมอุปกรณ์และงานวางท่อ		
	ท่อ AC ขนาด ϕ 200 มม	ม	300
	ท่อ AC ขนาด ϕ 250 มม	ม	400
	ท่อ AC ขนาด ϕ 300 มม	ม	500
	ท่อ AC ขนาด ϕ 350 มม	ม	600
	ท่อ RC ขนาด ϕ 400 มม	ม	380
	ท่อ RC ขนาด ϕ 500 มม	ม	470
	ท่อ RC ขนาด ϕ 700 มม	ม	645
	ท่อ RC ขนาด ϕ 800 มม	ม	750
	ท่อ RC ขนาด ϕ 1 000 มม	ม	1 100

เพื่อประเมินราคาต่อหน่วยพื้นที่ของระบบท่อซอยท่อกิ่งที่ละเอียดถูกต้องกับสภาพความเป็นจริงมากขึ้น ได้เลือกพื้นที่ตัวอย่างรวม 6 พื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากร และลักษณะชุมชนต่าง ๆ กัน ดังแสดงตำแหน่งโดยสังเขปในรูปที่ 4-23 แล้วจึงทำการออกแบบและประเมินราคาท่อกิ่งและท่อซอยสำหรับรับเฉพาะน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนในแต่ละพื้นที่ ผลการประเมินราคาที่ได้แสดงไว้ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าก่อสร้าง (ไม่รวมค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี) และความหนาแน่นของประชากร ดังแสดงในรูปที่ 4-24 ราคาต่อหน่วยนี้ใช้ประเมินค่าก่อสร้างของท่อกิ่งและท่อซอยในโครงการนี้ โดยประเมินตามความหนาแน่นของประชากรในอนาคตที่วางแผนไว้สำหรับแต่ละส่วนของพื้นที่โครงการ

1.3.3 <u>ราคาที่ประเมิน</u>

ราคาประเมินของระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ได้ประเมินแยกไว้เป็นค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง และค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์

(ก) <u>ค่าก่อสร้าง</u>

การประเมินราคาค่าก่อสร้างเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้บรรยายในหัวข้อ 1.3.1 ข้างต้น ตารางที่ 4-4 แสดงรายละเอียดของราคาของเส้นท่อต่าง ๆ ซึ่งประเมินจากปริมาณที่คิดจากแบบแปลนและรูปตัดที่แสดงไว้ข้างต้นในรูปที่ 4-9 ถึง 4-22 รวมทั้งแบบมาตรฐานอาคารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ราคาต่อหน่วยที่ได้บรรยายไว้แล้ว ค่าก่อสร้างที่ประเมินในตารางที่ 4-4 ยังมิได้รวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไรและภาษี (ต่อไปจะเรียกสั้น ๆ ว่าราคาเนื้องาน) ราคาเนื้องานของเส้นท่อทั้งหมดจากตารางที่ 4-4 ได้สรุปรวบรวมไว้ในตารางที่ 4-5 ซึ่งรวมทั้งสิ้นเป็นราคาเนื้องานประมาณ 39.7 ล้านบาทสำหรับความยาวท่อทั้งหมดประมาณ 23 กิโลเมตร เมื่อกำหนดให้การก่อสร้างระบบท่อเป็น 2 ระยะ (รายละเอียดบรรยายในตอนต่อไป) แล้วประเมินค่าใช้จ่ายสำหรับเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไรและภาษีตามวิธีการที่ได้บรรยายไว้ในหัวข้อ 1.3.1 แล้ว ราคาค่าก่อสร้างทั้งสิ้นของระบบท่อหลัก ท่อประธานและอาคารประกอบรวมเป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 67.8 ล้านบาท ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-6

สำหรับราคาท่อกิ่งและท่อซอย ได้ประเมินจากราคาต่อหน่วยพื้นที่และพื้นที่ของเขตต่าง ๆ เฉพาะส่วนที่มีการออกแบบให้มีระบบท่อกิ่งและท่อซอย ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4-7 ราคาต่อหน่วยที่ใช้ในแต่ละเขตประเมินจากราคาต่อหน่วยที่ประเมินไว้ในรูปที่ 4-24 โดยใช้ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละเขตตามที่ได้วางแผนไว้สำหรับในอนาคต เมื่อมีการพัฒนาเต็มโครงการ ราคาเนื้องานก่อสร้างทั้งสิ้นเป็นเงินประมาณ 199 ล้านบาท เมื่อคิดว่ามีการก่อสร้างท่อกิ่งท่อซอยทั้งหมดใน 17 ปี ประเมินได้ว่าแต่ละปีจะมีค่าก่อสร้างทั้งสิ้นปีละ 18.67 ล้านบาท ซึ่งรวมเป็นเงินทั้งสิ้นสำหรับท่อกิ่งและท่อซอยประมาณ 317.4 ล้านบาท ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-6 และ 4-7 ดังนั้นค่าก่อสร้างทั้งสิ้นเป็นเงินประมาณ 380 ล้านบาท

(ข) <u>ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษา</u>

ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงประเมินตามวิธีการที่บรรยายในหัวข้อ 1.3.1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-8 โดยแยกเป็นของท่อหลักและท่อประธาน กับของท่อกิ่งและท่อซอย ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงเพิ่มจากประมาณ 360 000 บาทต่อปีในปีแรกที่เริ่มใช้งาน เป็นประมาณ 2.91 ล้านบาทเมื่อมีการก่อสร้างเต็มโครงการ

ตารางที่ 4-4

รายละเอียดการประเมินราคาค่าก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสีย ท่อสายหลัก ท่อประธาน และท่อดัก

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
1	Sukhumvit Main Sewer (ยาว 1 015 เมตร)				
	1.1 งานดินขุดเพื่อวางท่อ	$ม^3$	1 105	15	16 575
	1.2 งานดินถมอัดแน่นหลังการวางท่อ	$ม^3$	917	32	29 344
	1.3 งานทรายรองพื้น	$ม^3$	129	130	16 770
	1.4 งานวางท่อน้ำเสีย				
	1.4.1 ท่อ PVC ขนาด 250 มม	ม	560	400	244 000
	1.4.2 ท่อ PVC ขนาด 300 มม	ม	455	500	227 500
	1.5 งานสร้างบ่อพักขนาด 1.20X1.20X 1.20 ม	แห่ง	50	12 000	600 000
	1.6 งานสร้างท่อลอดคลองสังเขป (Siphon)	แห่ง	1	31 775	31 775
	1.7 งานรื้อและซ่อมผิวจราจร	$ม^2$	885	171	151 335
	1.8 งานเตรียมบ่อก่อสร้างและค้ำยัน	เหมา	เหมา	-	116 000
	รวม				1 413 299
2	Suk Prayoon Main Sewer (ยาว 530 เมตร)				
	2.1 งานดินขุดเพื่อวางท่อ	$ม^3$	560	15	8 400
	2.2 งานดินถมอัดแน่นหลังการวางท่อ	$ม^3$	486	32	15 552
	2.3 งานทรายรองพื้น	$ม^3$	57	130	7 410
	2.4 งานวางท่อน้ำเสีย				
	2.4.1 ท่อ PVC ขนาด 200 มม	ม	530	300	159 000
	2.5 งานสร้างบ่อพักขนาด 1.20X1.20X 1.20 ม	แห่ง	26	12 000	312 000
	2.6 งานสร้างท่อลอดคลองสังเขป (Siphon)	แห่ง	1	31 300	31 300
	2.7 งานรื้อและซ่อมผิวจราจร	$ม^2$	424	171	72 504
	2.8 งานเตรียมบ่อก่อสร้างและค้ำยัน	เหมา	เหมา	-	60 000
	รวม				666 166

หมายเหตุ การประเมินราคาของท่ออื่น ๆ ประเมินโดยวิธีการเดียวกันของเส้นท่อในตารางนี้ และได้สรุปราคารวมไว้ในตารางที่ 4-5 แล้ว

ตารางที่ 4-5

สรุปราคาค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย ท่อสายหลัก สายประธาน และท่อดัก

ลำดับที่	รายการ	หมายเลขท่อตามรูปที่4-8	ความยาว เมตร	ราคาค่าก่อสร้าง บาท
1	Sukhumvit Main Sewer	4	1 015	1 413 299
2	Sukprayoon Main Sewer	6	530	666 166
3	Khaonoi Main Sewer	7	1 150	1 538 769
4	Sukhumvit Trunk Sewer	5	3 210	4 919 484
5	Chonburi-Ban Bung Main Sewer	8	950	1 320 691
6	Sriburabha Main Sewer	9	1 468	2 112 292
7	Sukhumvit-Nongkhangkhok Main Sewer	10	1 000	1 401 605
8	Sukhumvit-Ruangsuk Main Sewer	11	2 200	3 069 922
9	Sukhumvit-Muangmai Main Sewer	14	600	1 031 375
10	Muangmai Main Sewer	13	2 250	3 904 118
11	Praya Sajja Main Sewer	12	1 810	3 732 657
12	Somdej Main Sewer	1	1 255	2 204 477
13	Pipit Main Sewer	1	970	1 623 938
14	Wachiraprakarn Intercepting Sewer	2	2 475	5 405 450
15	Praya Sajja Trunk Sewer	3	2 070	5 402 136
		รวม	22 953	39 746 379

<u>หมายเหตุ</u> ค่าก่อสร้างซึ่งยังไม่รวมเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี

ตารางที่ 4-6

ค่าก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย

ลำดับที่	รายการ	ค่าก่อสร้าง, ล้านบาท
ก.	ท่อสายหลัก, สายประธานและท่อดัก	
1.	ท่อสายหลักและสายประธานพร้อมบ่อพัก	53.746
2.	บ่อสูบส่ง	0.507
3.	ท่อดักพร้อมบ่อพัก	8.538
	ก. รวม	62.791
ข.	ท่อกึ่งและท่อซอย	
1.	ท่อกึ่งและท่อซอย	317.390
	ข. รวม	317.390
	รวมทั้งสิ้น (ก+ ข)	380.181

หมายเหตุ 1. ท่อสายหลักสายประธานและท่อดักแบ่งระยะก่อสร้างเป็น 2 ระยะ
ระยะที่ 1 ก่อสร้างปี 2531 เป็นเงินทั้งสิ้น 29.625 ล้านบาท
ระยะที่ 2 ก่อสร้างปี 2539 เป็นเงินทั้งสิ้น 33.166 ล้านบาท

2. ท่อกึ่งและท่อซอยแบ่งงานก่อสร้างออกเป็น 17 ปี ก่อสร้างทุกปี
ตั้งแต่ปี 2531 ถึงปี 2547 เป็นเงินทั้งสิ้นปีละ 18.670 ล้านบาท

3. ค่าก่อสร้างข้างต้นนี้รวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไรและภาษีแล้ว

ตารางที่ 4-7

รายละเอียดการประเมินราคาค่าก่อสร้างท่อกิ่งและท่อซอย

เขตพื้นที่	พื้นที่เฉพาะที่มีการสร้างท่อ, กม^2	ความหนาแน่นประชากร คน/ไร่	อัตราค่าก่อสร้าง ล้านบาท/กม^2	ราคาค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ราคาค่าก่อสร้างรวมเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ, กำไร และภาษี, ล้านบาท
1	0.92	30.7	21.75	20.01	31.89
2	2.74	27.0	20.00	54.80	87.34
3	-	-	-	-	-
4	3.65	31.30	22.00	80.30	127.98
5	5.18	1.50	8.50	44.03	70.08
6	-	-	-	-	-
รวม	12.49			199.14	317.39

หมายเหตุ 1. ความหนาแน่นและจำนวนประชากรในเขตที่ 1 ตั้งสมมุติฐานว่าประชากรในเขตที่ 1 ประมาณ 70% จะอยู่อาศัยในเขตที่ได้รับบริการ

2. พื้นที่ในเขตเทศบาลประมาณ 0.75 ตารางกิโลเมตรไม่มีการสร้างท่อกิ่งท่อซอยตามที่ได้บรรยายรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 1.2.1

3. อัตราค่าก่อสร้างท่อกิ่ง ท่อซอย ดูจากกร๊าฟในรูปที่ 4-24

ตารางที่ 4-8

ตารางสรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุง
ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ปีงบประมาณ	ท่อสายหลัก สายประธานและท่อตัก					ท่อกิ่งและท่อซอย	
	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา, ล้านบาท/ปี			ค่าเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ล้านบาท	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าบำรุงรักษา ล้านบาท/ปี
		ค่าดำเนินการ	ค่าบำรุงรักษา	รวม			
2531	29.625					18.670	
2532			0.222	0.222		18.670	0.140
2533			0.222	0.222		18.670	0.280
2534			0.222	0.222		18.670	0.420
2535			0.222	0.222		18.670	0.560
2536			0.222	0.222		18.670	0.700
2537			0.222	0.222		18.670	0.840
2538			0.222	0.222		18.670	0.980
2539	33.166		0.222	0.222		18.670	1.120
2540		0.014	0.483	0.497		18.670	1.260
2541		0.016	0.483	0.499		18.670	1.400
2542		0.018	0.483	0.501		18.670	1.540
2543		0.020	0.483	0.503		18.670	1.680
2544		0.023	0.483	0.506		18.670	1.820
2545		0.025	0.483	0.508	0.634	18.670	1.960
2546		0.027	0.501	0.528		18.670	2.100
2547		0.029	0.501	0.530		18.670	2.240
2548		0.031	0.501	0.532			2.380

(ค) ค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์

ค่าใช้จ่ายรายการนี้ได้แก่ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนเครื่องสูบน้ำเสียที่บ่อสูบส่ง ซึ่งประมาณการไว้ 634 000 บาท ในปีพ.ศ.2545

ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุง รวมทั้งค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบรวบรวมน้ำเสียได้สรุปรวบรวมไว้แต่ละปีตั้งแต่เริ่มก่อสร้าง จนใช้งานเต็มโครงการในตารางที่ 4-8

2. ระบบบำบัดน้ำเสีย

จากผลการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นต้น เพื่อหาระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับเมืองชลบุรี ดังรายละเอียดในบทที่ 3 พบว่าระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Ponds) มีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่า แต่จะต้องใช้ที่ดินสำหรับการก่อสร้างระบบประมาณ 200 ไร่ ดังนั้นเพื่อเป็นการเผื่อสำหรับกรณีที่ไม่สามารถจัดหาที่ดินจำนวนมากที่บริเวณปากคลองละมุได้ จึงได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของระบบ RBC (Rotating Biological Contractor) ในขั้นความเหมาะสมโครงการควบคู่ไปด้วย พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบ ดังกล่าวข้างต้นในขั้นความเหมาะสมของโครงการให้ชัดเจนขึ้น ว่าระบบใดจะมีความเหมาะสมมากกว่า

2.1 ระบบบ่อผึ่ง

ในกรณีที่สามารถจัดหาที่ดินจำนวนมากและราคาไม่แพงนัก ระบบบ่อผึ่ง (SP) จะเป็นแนวทางเลือกที่เหมาะสม เพราะการควบคุม ดูแล และเดินระบบง่าย ไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญการเป็นพิเศษ นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ตลอดจนการซ่อมบำรุงจะถูกกว่ามาก รวมทั้งสามารถลดจำนวนเชื้อโรคและพยาธิต่าง ๆ ในน้ำเสียได้ในระดับที่น่าพอใจด้วย

ระบบบ่อผึ่งนี้ บำบัดน้ำเสียโดยการขุดบ่อตื้น ๆ ที่มีพื้นที่ผิวน้ำมากเพื่อรับออกซิเจนจากอากาศให้ละลายสู่น้ำเสีย เพื่อให้จุลชีพ (Micro Organisms) ในน้ำเสียใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์หรือบีโอดีได้อย่างเพียงพอ รวมทั้งกำหนดให้มีระยะเวลาเก็บกักในบ่อต่าง ๆ ระยะหนึ่ง เพื่อให้เชื้อโรคและพยาธิต่าง ๆ ตายหรือลดจำนวนลง

ระบบบ่อผึ่งโดยปกติประกอบด้วยบ่อต่าง ๆ รวม 3 ชนิด ด้วยกันคือ (ก) Anaerobic Ponds (ข) Facultative Ponds และ (ค) Maturation หรือ Aerobic Ponds

Anaerobic Ponds มักจะลึก 3-5 เมตร มีผิวหน้าแคบเพื่อให้ Anaerobic Organisms ย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน บ่อนี้จะเหมาะสมก็ต่อเมื่อใช้รับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เข้มข้น คือมีบีโอดีสูงมากเท่านั้น และยังต้องต่อด้วย Facultative หรือ Maturation Ponds อีกน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจึงจะได้มาตรฐานที่ต้องการ ก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งอาจมีปัญหากลิ่น แมลงรบกวน จึงไม่เหมาะที่จะสร้างระบบบำบัดที่มีบ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Ponds) ใกล้ชุมชน

ส่วน Facultative Ponds มีใช้กันมากสำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชน (Domestic Watsewater) โดยบ่อมักจะมีความลึก 1.5-2.5 เมตร เพื่อให้มีผิวหน้าของน้ำเสียรับออกซิเจนจากอากาศและแสงแดดมากขึ้น โดยที่ก้นบ่อจะทำการย่อยสลายของเสียภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ส่วนตอนบน

จะเป็นการทำงานของจุลชีพแบบใช้ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ที่ละลายสู่น้ำเสียจากบรรยากาศและ Algae และจากการที่ออกแบบให้มีมากบ่อต่อ ๆ กันพบว่าจะมีประสิทธิภาพในการสลายของเสียสูงกว่า โดยสามารถลดบีโอดีให้เหลือประมาณ 60-80 มก/ล ดังนั้นน้ำที่ล้นออกจากบ่อนี้ จึงยังจำเป็นต้องบำบัดด้วย Maturation Ponds ซึ่งอาจจะมีต่ออีกเพียงบ่อเดียวหรือ 2 บ่อต่อแบบอนุกรม บ่อชนิดสุดท้ายนี้จะตื้นกว่าบ่อ 2 ชนิดแรก กล่าวคือจะมีความลึกเพียง 1.0-1.5 เมตร และปกติจะมีเวลาเก็บกัก 5-7 วัน เพื่อลดค่าบีโอดีและลดจำนวนเชื้อโรคลงไปอีก

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดแบบอื่นแล้ว ระบบบ่อผึ่งจะมีข้อดีที่ควรรับไว้พิจารณา คือ

(1) ไม่ใช้เครื่องเติมอากาศหรือเครื่องไฟฟ้าอื่น ๆ ทำให้ค่าลงทุนด้านเครื่องกลต่ำและใช้พลังงานน้อยที่สุด

(2) ควบคุมดูแลง่ายและไม่ต้องการผู้มีความรู้พิเศษ

(3) ประสิทธิภาพสูง ไม่ด้อยกว่าระบบอื่น ๆ

(4) ต้องการสารเคมีน้อยกว่าระบบอื่น ๆ

(5) เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของไทย ซึ่งร้อนและมีแสงแดดตลอดปี

ส่วนข้อเสียเปรียบของระบบบ่อผึ่งก็คือ

(1) ใช้พื้นที่มาก จึงไม่เหมาะที่จะสร้างในสถานที่ที่ซึ่งมีที่ดินราคาสูง

(2) น้ำที่ออกจากระบบบำบัดอาจมีสาหร่าย (Algae) สีเขียว

(3) ในกรณีที่มีบ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Ponds) อาจมีกลิ่นเหม็นรบกวน

2.1.1 <u>การออกแบบ</u>

ระบบบ่อผึ่งที่เหมาะสมสำหรับเมืองชลบุรี จะประกอบไปด้วยบ่อกึ่งแอโรบิค (Facultative Ponds) 2 บ่อ แล้วตามด้วยบ่อแอโรบิคหรือ Maturation Pond อีก 1 บ่อ รวมเป็นเวลาเก็บกักทั้งสิ้นประมาณ 16 วัน โดยแบ่งการก่อสร้างออกเป็น 2 ช่วงแต่ละช่วงจะรับน้ำเสียในอัตราเฉลี่ย 13 300 ลบม/วัน

สำหรับเกณฑ์ในการออกแบบ จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(ก) <u>BOD Loading Rate</u> (BOD_L)

จากข้อมูลของประเทศในแถบยุโรปหรือสหรัฐอเมริกา มักใช้ค่า BOD_L สำหรับ Facultative Ponds ค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีอากาศหนาว โดยจะใช้ค่า BOD_L ระหว่าง 8-32 กก/ไร่/วัน (อ้างอิง 7, 11, 18) สำหรับประเทศไทยเคยมีผู้ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ไว้ แนะนำให้ใช้ BOD_L ในช่วง 45-55 กก/ไร่/วัน (อ้างอิง 19) ส่วนสถาบันเอไอทีซึ่งเลือกใช้ระบบบ่อผึ่งในการบำบัดน้ำเสียของสถาบันก็พบว่าใช้ค่า BOD_L 54 กก/ไร่/วัน (อ้างอิง 43)

ดังนั้นสำหรับการออกแบบ Facultative Ponds ของเมืองชลบุรีจึงเลือกใช้ค่า BOD_L 45 กก BOD/ไร่/วัน

(ข) ความลึกของบ่อ

สำหรับความลึกของบ่อกึ่งแอโรบิค โดยทั่วไปจะกำหนดให้มีความลึกของน้ำเสียในช่วง 1.0-2.5 เมตร โดยรวมความลึกเผื่อสำหรับตะกอน 0.3-0.6 เมตรไว้ด้วย ดังนั้นจึงกำหนดให้ใช้ความลึกของบ่อสำหรับชลบุรีเท่ากับ 2.0 เมตร

(ค) ระยะเวลาเก็บกัก

ระยะเวลาเก็บกักในบ่อแบบกึ่งแอโรบิค (Detention Time) มีผู้เสนอแนะไว้ตั้งแต่ไม่ควรกำหนดเวลาจนถึง 180 วัน (อ้างอิง 11) ดังนั้นระบบบ่อผึ่งของเมืองชลบุรีไม่พิจารณาใช้ระยะเวลาเก็บกักเป็นเกณฑ์กำหนดในการออกแบบ อย่างไรก็ตามจากการออกแบบคำนวณได้ว่าระยะเวลาเก็บกักของบ่อกึ่งแอโรบิครวมประมาณ 11 วัน

(ง) Maturation Ponds

Maturation Ponds เป็นบ่อที่ต่อจาก Facultative Ponds เพื่อขจัด BOD และลดจำนวนเชื้อโรค รวมทั้งการลด SS ดังนั้นระยะเวลาเก็บกักในบ่อนี้จึงต้องพิจารณาให้เหมาะสม กล่าวคือระยะเวลาเก็บกักถ้านานเกินไปจะลดค่า BOD และจำนวนเชื้อโรคได้ดี แต่บางครั้งก็อาจเกิดสาหร่ายสีเขียว (Algae) เพิ่มมากขึ้นอย่างมากมายได้ ซึ่งเวลาเก็บกักสำหรับเมืองร้อน ก็มีผู้แนะนำให้ใช้ 5-7 วัน (อ้างอิง 44) ดังนั้นระยะเวลาเก็บกักในบ่อสุดท้ายนี้จึงกำหนดให้ใช้ 5 วัน

(จ) Chlorination

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งก่อนที่จะระบายออกสู่แหล่งน้ำหรือทะเล โดยเฉพาะการระบายสู่อ่าวชลบุรีที่มีการทำฟาร์มหอยเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งปกติจะกำหนดให้มีเวลาสัมผัสสำหรับฆ่าเชื้อโรค (Contact Time) 15-30 นาที (อ้างอิง 18) ดังนั้นการออกแบบระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน จึงกำหนดให้ใช้แบบวนเวียนตามแนวนอน (Horizontal Baffle Type) มีเวลาสัมผัสสำหรับฆ่าเชื้อโรคนาน 15 นาที และเติมก๊าซคลอรีนในอัตรา 3 มก/ล

(ฉ) สรุปเกณฑ์ในการออกแบบระบบบ่อผึ่ง

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1)	BOD loading	45 กก/ไร่/วัน
(2)	ความลึกบ่อ	2.0 เมตร
(3)	ระยะเวลาเก็บกัก	ไม่กำหนด
(4)	ระยะเวลาเก็บกัก Maturation Pond	5 วัน
(5)	ระยะเวลาสัมผัสฆ่าเชื้อโรค	15 นาที

สำหรับแบบแปลนรายละเอียดของบ่อผึ่งที่ออกแบบในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-25 ถึงรูปที่ 4-28

อนึ่ง จากผังบริเวณระบบบำบัดจะเห็นว่าการก่อสร้างระบบบ่อผึ่งทางด้านทิศตะวันออกของถนนพระยาสัจจาในเนื้อที่ประมาณ 190 ไร่ จะไม่มีผลกระทบต่อการระบายน้ำท่าจากคลองละมุหรือคลอง

กระโดน ทั้งนี้เพราะบริเวณที่เป็นระบบบ่อผึ่งมิได้รวมเอาร่องทางน้ำไว้ด้วย นอกจากนั้นการระบายน้ำท่าจากคลองละมุก็ได้มีการออกแบบปรับปรุงให้พอเพียงแล้วในการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบายน้ำ (อ้างอิง 2) ซึ่งไม่ขัดกับการใช้ที่ดินบริเวณที่วางแผนเป็นที่ตั้งแบบบ่อผึ่ง ส่วนการระบายน้ำท่าจากคลองกระโดน ซึ่งได้มีการผันน้ำบางส่วนมารวมกับคลองละมุเพื่อออกสู่ทะเลร่วมกันนั้น ระบบบ่อผึ่งที่ออกแบบก็ไม่ได้รวมเอาร่องน้ำไว้ด้วยเช่นกัน และสามารถปรับร่องน้ำรอบบริเวณบ่อผึ่งให้น้ำจากคลองกระโดนไหลลงสู่ทะเลตามปกติได้เหมือนเดิม อนึ่ง ในการวางแผนปรับปรุงคลองกระโดนในอ้างอิง 2 ได้สรุปให้ระบายน้ำจากคลองกระโดนลงสู่ทะเลตามแนวคลองกระโดนเดิม ซึ่งทำให้ไม่มีน้ำจากคลองกระโดนไหลมาสู่บริเวณที่ลุ่มซึ่งเป็นที่ตั้งของระบบบ่อผึ่งในอนาคตอีกด้วย ดังนั้นสถานที่ก่อสร้างบ่อผึ่งตามที่เสนอไว้จึงไม่มีผลต่อการระบายน้ำท่าทั้งจากคลองละมุและคลองกระโดน

2.1.2 <u>การประเมินราคา</u>

การประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบบ่อผึ่งในขั้นศึกษาความเหมาะสมของโครงการ ได้จัดทำโดยใช้วิธีการประเมินเช่นเดียวกับที่บรรยายสำหรับระบบรวบรวมน้ำเสียในหัวข้อ 1.3.1 ของบทนี้แล้ว ราคาต่อหน่วยที่ใช้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 โดยมีเพิ่มเติมสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ ในหมวดงานโยธา และค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในหมวดเครื่องกลและไฟฟ้า ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-3 และ 4-9 แล้ว รายละเอียดการประเมินราคาต่อหน่วยเพิ่มเติมสำหรับลูกกลิ้งมีเดีย พร้อมอุปกรณ์บรรยายไว้ในหัวข้อ 2.2.2 ของบทนี้แล้ว

2.1.3 <u>ราคาและการถือครองที่ดิน</u>

ที่ดินประมาณ 190 ไร่ ซึ่งได้วางแผนและออกแบบสำหรับเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งเป็นที่ดินซึ่งเป็นกรรมสิทธิ์โดยถูกต้องของราษฎรทั้งสิ้น โดยมีเจ้าของไม่น้อยกว่า 40 ราย ดังนั้นหากต้องการได้มาเพื่อใช้งานเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวจำเป็นต้องมีการจัดซื้อหรือเวนคืนตามระเบียบและวิธีปฏิบัติของราชการ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะใช้เวลาไม่ต่ำกว่าหนึ่งปี

มูลค่าจริงในปัจจุบันของที่ดินบริเวณนี้ ตามที่ประเมินจากราคาซื้อขายในบริเวณใกล้เคียงเท่าที่สำรวจได้ และจากแนวโน้มการพัฒนาที่ดินในบริเวณดังกล่าว สรุปได้ว่ามูลค่าที่ดินในบริเวณนี้เฉลี่ย 150 000 บาท/ไร่

2.1.4 <u>ราคาที่ประเมิน</u>

(ก) <u>ค่าก่อสร้าง</u>

จากการประเมินราคาค่าก่อสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่บรรยายไว้ในข้อ 1.3.1 โดยการคำนวณปริมาณงานจากแบบแปลนและรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง ตามรูปที่ 4-25 ถึง 4-28 และใช้ราคาต่อหน่วยตามที่บรรยายไว้ในข้อ 2.1.2 และ 2.1.3 แล้วสรุปได้ว่าค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งเป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 46.2 ล้านบาท ในจำนวนนี้จะเป็นค่าก่อสร้างอาคารและระบบบำบัดรวมค่าจัดซื้อและติดตั้งอุปกรณ์ประมาณ 16.9 ล้านบาท และเป็นค่าที่ดินประมาณ 29.3 ล้านบาท

สำหรับรายละเอียดของราคาประเมินได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-10 ซึ่งเป็นสรุปราคาค่าก่อสร้าง โดยได้ประเมินจากราคาเนื้องานที่ยังไม่รวมค่าดำเนินการ กำไร ภาษีและอื่น ๆ ที่แสดงในตารางที่ 4-11 และ 4-12

ตารางที่ 4-9

ราคาต่อหน่วยเพื่อประเมินราคางานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการ

ลำดับที่	ลักษณะงาน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย บาท
ก	หมวดงานโยธา		
1	คอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเบา (เหล็กเสริมประมาณ 4.2% โดยน้ำหนัก)	$ม^3$	2 850
2	คอนกรีตเสริมเหล็กขนาดกลาง (เหล็กเสริมประมาณ 5.2% โดยน้ำหนัก)	$ม^3$	3 100
3	ถนนลูกรังหนา 30 เซนติเมตร	$ม^2$	24
4	ทางเท้าปูกระเบื้องคอนกรีต	$ม^2$	110
5	หลังคาแผ่นกล้าสโซลิทพร้อมโครงหลังคา	$ม^2$	450
6	เหล็กรูปพรรณพร้อมทาสีกันสนิม	ก.ก.	20
7	เสาเข็มรูปตัวไอขนาด 0.26 x 0.26 x 10.50 ม รับน้ำหนักปลอดภัย ไม่น้อยกว่า 35 ตัน พร้อมค่าตอก	ตัน	2 000
ข	หมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า		
1	เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม (Submersible pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ควบคุม		
	ขนาด C 100-200 $m^3/_{hr}$, H 3 m.	เครื่อง	60 000
	ขนาด C 200-400 $m^3/_{hr}$, H 3 m.	เครื่อง	80 000
	ขนาด C 100-200 $m/_{hr}$, H 10 m.	เครื่อง	150 000
	ขนาด C 200-400 $m^3/_{hr}$, H 10 m.	เครื่อง	200 000
	ขนาด C 400-600 $m^3/_{hr}$, H 10 m.	เครื่อง	300 000
2	เครื่องสูบตะกอนแบบหอยโข่ง (Sludge pump) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ควบคุม C 10 $m^3/_{hr}$	เครื่อง	40 000
3	ลูกกลิ้งมีเดีย (Media disc) ชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ควบคุม Hi-density media ขนาด ϕ 3.6 x 6.0 ม		
	(ก) สั่งจากต่างประเทศทั้งชุด	ชุด	1 600 000
	(ข) สั่งบางส่วนจากต่างประเทศและจัดสร้างเพิ่มเติมพร้อมประกอบในประเทศ	ชุด	725 000
	Standard-density media ขนาด ϕ 3.6 x 6.0 ม		
	(ก) สั่งจากต่างประเทศทั้งชุด	ชุด	1 400 000
	(ข) สั่งบางส่วนจากต่างประเทศและจัดสร้างเพิ่มเติมพร้อมประกอบในประเทศ	ชุด	600 000
4	เครื่องเติมคลอรีนพร้อมถังและอุปกรณ์ (Chlorine feeder and containers) ขนาด 7.50 ลิตรต่อชั่วโมง	ชุด	250 000
5	หม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์และการติดตั้ง		
	ขนาด 75 kVA	ชุด	169 000
	ขนาด 160 kVA	ชุด	210 000

ตารางที่ 4-10

สรุปค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อตื้น

ลำดับที่	รายการ	ค่าก่อสร้างในระยะที่ 1 ล้านบาท	ค่าก่อสร้างในระยะที่ 2 ล้านบาท	รวมค่าก่อสร้าง ล้านบาท
ก	หมวดงานโยธา			
1	งานก่อสร้างอาคารสำนักงานถนนภายในบริเวณดินขุด-ดินถมบริเวณ รั้วล้อมบริเวณและอื่น ๆ	2.988	-	2.988
2	งานก่อสร้างอาคารของระบบบำบัดเช่น Influent sump, บ่อบำบัด , Chlorination tank	6.846	4.319	11.165
	รวม ก	9.834	4.319	14.153
ข	หมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า			
1	ระบบแสงสว่างและประปาภายในบริเวณ	0.593	-	0.593
2	ค่าจัดซื้อและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบบำบัดเช่น Influent pump Chlorine feeder เป็นต้น	1.769	0.405	2.174
	รวม ข	2.362	0.405	2.767
ค	หมวดค่าที่ดิน			
	ค่าที่ดิน	29.261	-	29.261
	รวม ค	29.261	-	29.261
	รวมทั้งสิ้น (ก+ ข +ค)	41.457	4.724	46.181

หมายเหตุ ค่าก่อสร้างรวมค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษีแล้ว

ตารางที่ 4-11

สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งระยะที่ 1

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ก	หมวดงานโยธา				
1	งานผังบริเวณ				
1.1	สำนักงานและห้องทดลองขนาด 10 x10 $ม^2$	หลัง	1	400 000	400 000
1.2	โรงซ่อมบำรุงและโรงพัสดุขนาด 5 x10 $ม^2$	หลัง	1	110 000	110 000
1.3	อาคารควบคุมระบบไฟฟ้าขนาด 4 x5 $ม^2$	หลัง	1	44 000	44 000
1.4	ถนนผิวจราจร Asphaltic concrete กว้าง 6.00 เมตร	เมตร	215	990	212 850
1.5	ถนนลูกรังกว้าง 4.00 เมตร	เมตร	560	96	53 760
1.6	รั้วลวดหนามล้อมบริเวณ	เมตร	2650	155	410 750
1.7	ดินถมบริเวณใช้ดินจากแหล่งอื่น	$ม^3$	10450	60	627 000
	(1) รวมเงิน				1 858 360
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent sump	บ่อ	1	366,000	366 000
2.2	งานวางท่อรวบรวมจาก Trunk sewer ขนาด ϕ 1000 มม	เมตร	145	เหมา	298 000
2.3	งานวางท่อ Force mains ขนาด ϕ 300 มม	เมตร	670	เหมา	381 800
2.4	งานดินขุดบ่อบำบัด	$ม^3$	41707	15	625 605
2.5	งานดินถมอัดแน่นบริเวณบ่อบำบัด				
	1) ดินในบริเวณ	$ม^3$	41707	32	1 334 624
	2) ดินจากแหล่งอื่น	$ม^3$	13846	60	830 760
2.6	งานปลูกหญ้าบริเวณบ่อบำบัด	$ม^3$	6260	10	62 600
2.7	งานสร้างรางส่งน้ำและรับน้ำที่บ่อบำบัด	เมตร	370	เหมา	179 450
2.8	งานวางท่อระบายน้ำระหว่างบ่อบำบัด	แห่ง	8	เหมา	31 680
2.9	Chlorination tank	แห่ง	1	147,500	147 500
	(2) รวมเงิน				4 258 019
	(ก) รวมค่าก่อสร้างหมวดงานโยธา				6 116 379

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ข	หมวดเครื่องกลและไฟฟ้า				
1	งานผังบริเวณ				
1.1	หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 75 kVA พร้อมติดตั้ง	ชุด	1	169 000	169 000
1.2	ระบบแสงสว่างในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	150 000
1.3	ระบบน้ำประปาและระบายน้ำในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	50 000
	(1) รวมเงิน				369 000
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent pump ขนาด 300 m^3/hr TDH 10 m	เครื่อง	3	200 000	600 000
2.2	Chlorine feeder	ชุด	2	250 000	500 000
	(2) รวมเงิน				1 100 000
	(ข) รวมค่าจัดซื้อและติดตั้งหมวดงานเครื่องกลไฟฟ้า				1 469 000
ค	หมวดค่าที่ดิน				
	ค่าจัดซื้อที่ดินบริเวณโรงบำบัด	ไร่	187.5	150,000	28 125 000
	(ค) รวมค่าที่ดิน				28 125 000
	รวมค่าก่อสร้างทั้งสิ้น (ก)+ (ข)				7 585 379
	รวมค่าก่อสร้างและที่ดิน (ก)+ (ข)+ (ค)				35 710 379

หมายเหตุ ค่าก่อสร้างยังไม่รวมเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี

ตารางที่ 4-12

สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง ระยะที่ 2

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ก	หมวดงานโยธา				
1	งานผังบริเวณ				
	ไม่มีงานก่อสร้างในระยะนี้				
2	งานระบบบำบัด				
2.1	งานดินขุดบ่อบำบัด	$ม^3$	40 975	15	614 625
2.2	งานดินถมอัดแน่นบริเวณบ่อบำบัด	$ม^3$	38 844	32	1 243 008
2.3	งานปลูกหญ้าบริเวณบ่อบำบัด	$ม^3$	5 022	10	50 220
2.4	งานสร้างรางส่งน้ำและรับน้ำที่บ่อบำบัด	เมตร	400	เหมา	194 000
2.5	งานวางท่อระบายน้ำระหว่างบ่อบำบัด	แห่ง	8	เหมา	31 680
2.6	Chlorination tank	แห่ง	1	147 500	147 500
2.7	งานวางท่อ Force mains ขนาด ø300มม	แห่ง	670	เหมา	381 800
	(2) รวมเงิน				2 662 833
	(ก) รวมค่าก่อสร้างหมวดงานโยธา				2 662 833
ข	หมวดเครื่องกลและไฟฟ้า				
1	งานผังบริเวณ				
	ไม่มีงานในระยะนี้				
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Chlorine feeder	ชุด	1	250 000	250 000
	(2) รวมเงิน				250 000
	(ข) รวมค่าจัดซื้อและติดตั้งหมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า				250 000
ค	หมวดค่าที่ดิน				
	ไม่มีการจัดซื้อในระยะนี้	ไร่	-	-	-

หมายเหตุ ค่าก่อสร้างยังไม่รวมเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี

(ข) ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษา

ค่าดำเนินการในระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบบำบัดและเครื่องเติมคลอรีนด้วย ค่ากระแสไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีตามปริมาณน้ำเสียที่จะต้องบำบัดซึ่งเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี นอกจากค่ากระแสไฟฟ้าแล้วยังมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่รวมอยู่ในค่าดำเนินการเช่น ค่าคลอรีน ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ตลอดจนเงินเดือนเจ้าหน้าที่ ซึ่งรายละเอียดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-13 แล้ว

สำหรับค่าบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงอาคารสำนักงาน บริเวณโรงบำบัด ตลอดจนเครื่องจักรเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ประเมินด้วยหลักเกณฑ์ตามที่บรรยายไว้ในข้อ 1.3 ของบทนี้และในหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 แล้ว ซึ่งผลสรุปค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 4-13 ด้วยแล้ว

(ค) ค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องเปลี่ยนในช่วงเวลาที่ใช้งานของโครงการนี้ ได้แก่ การเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำเสียเมื่ออายุการใช้งานครบ 6 ปี คือจะเปลี่ยนในปีพ.ศ.2537 และปีพ.ศ.2543 ซึ่งสิ้นค่าใช้จ่ายประมาณ 1.96 ล้านบาท และ 2.21 ล้านบาท ตามลำดับ ทั้งนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-13 ด้วยแล้ว

ค่าก่อสร้าง ค่าเดินระบบและซ่อมบำรุงรักษาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งในแต่ละปีตั้งแต่เริ่มก่อสร้าง จนมีการใช้งานเต็มโครงการได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-13 เพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบและประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป

2.2 ระบบบำบัดแบบ RBC

ระบบบำบัดประเภทนี้เป็นขบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีแผ่นผิวตัวกลาง (Media) หมุนรอบแกนหมุนตามแนวนอน แผ่นผิวตัวกลางจะจมในน้ำเสียประมาณ 40% เพื่อให้จุลชีพเกิดและเกาะเจริญเติบโตโดยตัวจุลชีพจะกินสารอินทรีย์ (บีโอดี) เมื่อจมในน้ำเสีย และเมื่อจุลชีพซึ่งติดกับผิวตัวกลางถูกหมุนพ้นน้ำเสียขึ้นมาก็จะรับออกซิเจนเมื่อสัมผัสกับอากาศ การหมุนเสียดสีระหว่างตัวจุลชีพที่เกาะกับแผ่นผิวตัวกลางกับน้ำเสีย จะจำกัดปริมาณจุลชีพที่จะเกาะบนแผ่นผิวตัวกลาง โดยปริมาณที่มากเกินพอจะหลุดปนออกไปกับน้ำเสีย จุลชีพที่หลุดปนกับน้ำเสียนี้จะแขวนลอยและไหลไปกับน้ำเสีย เข้าสู่ชุดของแผ่นตัวกลางชุด (Stage) ต่อ ๆ ไป ซึ่งจะมีการเกิด การกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย การรับออกซิเจนจากอากาศ และการหลุดออกจากแผ่นตัวกลางลงสู่น้ำเสียในลักษณะที่คล้ายกัน จนกระทั่งผ่านแผ่นตัวกลางชุดสุดท้าย แล้วจึงมีระบบแยกตะกอนออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทำให้ตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นทุติยภูมิ (Secondary Clarifier)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC จำเป็นจะต้องมีถังตกตะกอนขั้นปฐมภูมิ (Primary Clarifier) เพื่อตกตะกอนลดปริมาณของลอยและสารแขวนลอยซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการซ่อมบำรุงแผ่นผิวตัวกลาง ตะกอนที่ดักได้จะยังค่อนข้างสด ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปตากแห้งบนลานทรายกรองทันที เพราะจะมีปัญหากลิ่นเหม็น จึงจำเป็นต้องสูบไปหมักต่อเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์รวมกับตะกอนจุลชีพที่เกิดจากถังตกตะกอนขั้นทุติยภูมิในถังหมักตะกอน (Sludge Stabilization Tank) หลังจากหมักตะกอนในถังนี้แล้วตะกอนจุลชีพจะย่อยสลายตัวเองจนเหลือวัสดุเฉื่อยเป็นส่วนมาก และพร้อมที่จะสูบไปตากแห้งบนลานตากตะกอน

ตารางที่ 4-13

สรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุง
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

ปีงบประมาณ	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา, ล้านบาท/ปี			ค่าเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ล้านบาท
		ค่าดำเนินการ	ค่าบำรุงรักษา	รวม	
2531	41.457				
2532		1.496	0.192	1.712	
2533		1.512	0.192	1.728	
2534		1.531	0.192	1.747	
2535		1.548	0.192	1.764	
2536		1.566	0.192	1.782	
2537	4.724	1.579	0.192	1.795	1.963
2538		1.738	0.274	2.032	
2539		1.757	0.274	2.051	
2540		1.773	0.274	2.067	
2541		1.792	0.274	2.086	
2542		1.811	0.274	2.105	
2543		1.832	0.274	2.126	2.208
2544		1.850	0.286	2.156	
2545		1.882	0.286	2.188	
2546		1.917	0.286	2.223	
2547		1.952	0.286	2.258	
2548		1.988	0.286	2.294	

หมายเหตุ มูลค่าปัจจุบันในปีพ.ศ.2531 ของค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ และบำรุงรักษา รวมซ่อมบำรุง และค่าเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ที่อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปีเป็นเงินทั้งสิ้น 58.81 ล้านบาท

เพื่อขจัดน้ำออก โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นมากนัก ตะกอนแห้งที่ได้ก็อาจนำไปใช้เป็นวัสดุปรุงคุณภาพดิน (Soil Conditioner) หรือขนไปทิ้งขั้นสุดท้ายในที่ที่เหมาะสมต่อไป

ระบบนี้จะมีข้อดีเด่นชัดคือ เป็นระบบที่ไม่จำเป็นต้องมีการนำตะกอนจุลชีพที่ผ่านการใช้งาน (Activated Sludges) หมุนเวียนกลับมาใช้งานใหม่อีก ทำให้สามารถควบคุมและเดินระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพสูงตลอดเวลาได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นระบบที่ใช้อุปกรณ์ขับหมุนแผ่นผิวตัวกลางแบบง่าย ๆ และมีรอบหมุนช้า จึงทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าบำรุงรักษาระบบได้มาก

2.2.1 <u>การออกแบบ</u>

การออกแบบขนาดและจำนวนแผ่นผิวตัวกลางหรือถังเติมอากาศ (Aeration Tank) สำหรับระบบบำบัดแบบ RBC นับว่าเป็นจุดที่สำคัญ ดังนั้นการพิจารณาออกแบบในขั้นศึกษาความเหมาะสมของโครงการ จึงได้นำข้อมูลและข้อเสนอแนะของบริษัทผู้ผลิตแผ่นผิวตัวกลาง (Media) ที่มีชื่อเสียงมาประกอบการพิจารณาออกแบบนอกเหนือจากข้อมูลที่เสนอแนะไว้ในอ้างอิง 12

เกณฑ์ในการออกแบบระบบ RBC ในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

(ก) Primary Clarifier

Surface loading:	35	$m^3/m^2/day$
Depth:	4.0	m

(ข) Aeration Tank

No. of stages:	4	in series
No. of bays:	4	
Hydraulic loading:	3.0	GPD/ft^2
or Soluble BOD loading	1.5	$lbs/day/1\ 000ft^2$
Required media area for 1^{st} stage:	35%	of total area
Media area for 2^{nd} stage:	>50%	of area for 1^{st} stage
Media diameter:	3.6	m
Media length:	6.0	m
Area of Hi-density media:	120 000	ft^2/shaft
Area of Standard media:	80 000	ft^2/shaft

(ค) Secondary Clarifier

Surface loading:	35	$m^3/m^2/day$
Depth:	3.5	m

(ง) Sludge Stabilization Tank

Detention time:	10	days

(จ) Chlorination (Horizontal Baffle Type)

Contact time:	15	minutes
Chlorine dosage:	3	mg/1

(ฉ) Drying Beds

Surface loading:	0.03	m^2/person

เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและเพื่อควบคุมระบบให้มีประสิทธิภาพสูง ในขณะที่มีน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้อย โดยเฉพาะในปีแรก ๆ ที่เริ่มเดินระบบบำบัด จึงได้พิจารณาออกแบบถังตกตะกอนขั้นปฐมภูมิและทุติยภูมิเป็นถังขนาดเล็ก 2 ใบ และถังขนาดใหญ่ 1 ใบ โดยสามารถรับน้ำเสียได้หนึ่งในสี่และครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยได้อย่างเหมาะสมตามลำดับ ส่วนถังเติมอากาศนั้นก็สามารถบังคับน้ำเสียเข้าสู่ชุดแผ่นผิวตัวกลางชุดใดชุดหนึ่งในสี่ชุดได้อยู่แล้ว ดังนั้นการเลือกลักษณะออกแบบดังกล่าวจะทำให้สามารถเดินระบบเพื่อรับน้ำเสีย ที่จะเริ่มมีตั้งแต่ 1/4 หรือ 1/2 หรือ 3/4 และเต็มโครงการได้อย่างเหมาะสม

สำหรับถังหมักตะกอน (Sludge Stabilization Tank) และการตากตะกอน ในการศึกษาขั้นนี้ก็ได้พิจารณาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างถังหมักแบบกลมที่ใช้เครื่องกวาดตะกอนที่ก้นถัง (Scrapper) กับถังแบบเหลี่ยมมีก้นเอียง (Hopper) เพื่อรวบรวมตะกอน แล้วใช้ระบบเครื่องสูบตะกอนจากก้นถังไปตากยังลานตากตะกอน ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบพบว่าการใช้ตัวเหลี่ยมแบบก้นเอียงจะสิ้นค่าใช้จ่ายถูกกว่า จึงกำหนดให้โครงการนี้ใช้ถังหมักตะกอนแบบเหลี่ยม

ส่วนการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างการกำจัดตะกอนขั้นสุดท้าย ด้วยระบบเครื่องกลแบบ Filter Belts กับระบบลานตากตะกอนนั้นก็พบว่าทั้งค่าก่อสร้างรวมติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ และค่าดำเนินการสำหรับระบบ Filter Belts จะสูงกว่าลานตากตะกอนมาก ดังแสดงในการประเมินราคาเปรียบเทียบในตารางที่ 4-14 ซึ่งแสดงว่าระบบ Filter Belts มีค่าใช้จ่ายแพงกว่าระบบลานตากตะกอนกว่า 6 เท่า ดังนั้นการตากตะกอนจึงควรใช้ระบบลานตากตะกอน (Drying Beds)

สำหรับรายละเอียดแบบแปลนและแผนผังระบบบำบัดแบบ RBC ที่ออกแบบได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-29 ถึงรูปที่ 4-36

2.2.2 <u>การประเมินราคา</u>

การประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC ในขั้นศึกษาความเหมาะสมของโครงการใช้เกณฑ์การประเมินราคาเช่นเดียวกับระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ดังรายละเอียดในหัวข้อ 1.3.1 ของบทนี้แล้ว ราคาต่อหน่วยที่ใช้ประกอบกับปริมาณงานที่ประเมินจากแบบแปลนและรายละเอียดของการออกแบบระบบบำบัดแบบ RBC ซึ่งได้แสดงไว้แล้ว เป็นไปตามหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 และเพิ่มเติมดังแสดงในตารางที่ 4-3 และ 4-9 สำหรับอุปกรณ์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC นั้น เนื่องจากในปัจจุบันยังมีใช้ในประเทศไม่กี่แห่ง การแข่งขันในด้านการตลาดยังมีไม่มากนัก ทำให้ข้อมูลด้านราคาที่ได้รับจากผู้ผลิตและผู้จำหน่ายมีความแตกต่างกันมาก นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบแล้วเห็นว่าข้อมูลด้านราคาที่ได้รับน่าจะสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็นมาก และเนื่องจากค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมด ดังนั้นจึงได้แยกการพิจารณาราคาต่อหน่วยออกเป็น 2 อย่างคือ

(ก) ราคาที่สั่งซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดจากต่างประเทศ

(ข) ราคาที่สั่งซื้อเฉพาะอุปกรณ์ที่จำเป็นจากต่างประเทศ ส่วนที่เหลือจัดซื้อและ/หรือจัดทำพร้อมทั้งประกอบในประเทศ

ตารางที่ 4-14

สรุปการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่าง Mechanical Dewatering กับลานตากตะกอน*

รายการ	Mechanical dewatering Baht/day	Drying beds Baht/day
1. ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร 1/	1 067	409
2. ค่าไฟฟ้า	244	-
3. ค่าสารเคมี 2/	3 848	-
4. ค่าขุดตะกอนแห้ง	-	85
5. ค่าขนไปทิ้ง 3/	499	179
6. ค่าผู้ควบคุมดูแลเครื่อง	134	-
7. ค่าที่ดินสำหรับก่อสร้าง 4/	65	185
8. ค่าซ่อมบำรุง 5/	274	52
รวม	6 131	910

หมายเหตุ 1/ คิดอายุเครื่องจักรกล 15 000 ชั่วโมง

2/ คิดค่าเติม $FeCl_3$ 2.5% และ CaO 9.0% of dry solids

3/ คิดระยะทางไปกลับรวม 40 กิโลเมตร/เที่ยว

4/ คิดที่ดินคิดไร่ละ 350 000 บาท

5/ ค่าซ่อมบำรุงสำหรับเครื่องจักรกล 5% ของราคาต่อปี และสำหรับลานตากตะกอนสด 0.75% ของราคาต่อปี

* ประเมินเปรียบเทียบสำหรับปริมาณตะกอนจุลชีพวันละ 167 ลูกบาศก์เมตร

ราคาต่อหน่วยทั้ง 2 อย่างนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-9 แล้ว สำหรับราคาต่อหน่วยที่สั่งซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดจากต่างประเทศเป็นราคาซึ่งประเมินไว้ในด้านที่สูงเพื่อให้แน่ใจว่าหากใช้วิธีจัดซื้อโดยวิธีนี้จะมีงบประมาณพอเพียง และในการจัดซื้อน่าจะจัดซื้อได้ในราคาที่ต่ำกว่าพอสมควรอีกด้วย ในการประเมินราคาต่อหน่วยโดยสั่งซื้อเฉพาะอุปกรณ์ที่จำเป็นจากต่างประเทศในข้อ (ข) นั้น ได้ประเมินว่ามีการสั่งซื้อเฉพาะลูกกลิ้งมีเดีย (Media Disc) จากผู้ผลิตอุปกรณ์ระบบ RBC ส่วนเกียร์ทดและมอเตอร์ขับซึ่งจัดซื้อได้จากผู้ผลิตโดยทั่วไป อาจสั่งจากผู้ผลิตของแต่ละอุปกรณ์ หรือจากผู้ผลิตอุปกรณ์ระบบ RBC ก็ได้ อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เพลา ประเมินว่าจัดทำในประเทศ ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการในประเทศหลายรายซึ่งมีประสบการณ์ในด้านการผลิตและประกอบติดตั้งอุปกรณ์ลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับอุปกรณ์ระบบ RBC หลายราย บางรายมีผลงานสร้าง ประกอบ และติดตั้งอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้าที่ซับซ้อนกว่าอุปกรณ์ระบบ RBC อีกด้วย ดังนั้นจึงน่าจะมั่นใจได้ว่าสามารถดำเนินการก่อสร้างโดยใช้วิธีจัดซื้อเฉพาะอุปกรณ์บางส่วนจากต่างประเทศ และจัดทำรวมทั้งประกอบในประเทศไทยโดยวิศวกรและช่างไทยได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายโครงการแล้วยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมในประเทศอีกด้วย

สำหรับแนวโน้มความเป็นไปได้ในการใช้ที่ดินบริเวณที่ออกแบบไว้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ได้บรรยายไว้โดยละเอียดในหัวข้อ 3.1.1 ของบทที่ 2 แล้ว ซึ่งสรุปได้ว่ามีแนวโน้มสูงที่จะได้รับความร่วมมือจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีให้ใช้ที่ดินบริเวณดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามในการประเมินราคาได้ประเมินมูลค่าที่ดินไว้เป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายด้วย เพื่อใช้ในการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป จากการสำรวจราคาซื้อขายที่ดินในบริเวณใกล้เคียงสรุปได้ว่า ที่ดินที่ออกแบบเป็นที่ตั้งระบบบำบัดแบบ RBC มีมูลค่าปัจจุบันไร่ละ 350 000 บาท

2.2.3 ราคาประเมิน

(ก) ค่าก่อสร้าง

จากการประเมินราคาค่าก่อสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่บรรยายไว้ในข้อ 1.3.1 โดยการคำนวณปริมาณงานจากแบบแปลนและรายละเอียดต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ตามรูปที่ 4-27, 4-28, 4-30, 4-31 และรูปที่ 4-32 ถึง 4-36 และใช้ราคาต่อหน่วยตามที่บรรยายไว้ในข้อ 2.2.2 แล้ว สรุปได้ว่าค่าก่อสร้างระบบ RBC เป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 63.66 ล้านบาท ในจำนวนนี้จะเป็นค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างอาคาร ระบบบำบัด และค่าจัดซื้อรวมติดตั้งอุปกรณ์ประมาณ 55.74 ล้านบาท และเป็นค่าที่ดินประมาณ 7.92 ล้านบาท

สำหรับรายละเอียดของราคาประเมินได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-15, 4-16 และ 4-17 แล้ว

(ข) ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษา

ค่าดำเนินการในระบบบำบัดแบบ RBC ประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในบริเวณโรงบำบัด อาคารสำนักงาน ห้องทดลอง เป็นต้น และค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดเช่น มอเตอร์เครื่องสูบน้ำเสีย เครื่องสูบตะกอน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ค่ากระแสไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นทุกปีตามปริมาณน้ำเสียที่จะต้องบำบัดซึ่งเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี นอกจากค่ากระแสไฟฟ้าแล้วยังมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ อีกเช่น ค่าคลอรีน ค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตารางที่ 4-15

สรุปค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC

ลำดับที่	รายการ	ค่าก่อสร้างในระยะที่ 1 ล้านบาท	ค่าก่อสร้างในระยะที่ 2 ล้านบาท	รวมค่าก่อสร้าง ล้านบาท
ก	<u>หมวดงานโยธา</u>			
1	งานก่อสร้างอาคารสำนักงาน ถนนภายในบริเวณดินขุด-ดินถมบริเวณรั้วล้อมบริเวณและอื่น ๆ	5.801	-	5.801
2	งานก่อสร้างอาคารของระบบบำบัด เช่น Influent sump, Grit chamber, Clarifier, Aeration tank, Sludge stabisation tank	8.508	7.091	15.599
	รวม ก	14.309	7.091	21.400
ข	<u>หมวดงานเครื่องกลและไฟฟ้า</u>			
1	ระบบแสงสว่างและประปาภายในบริเวณ	0.537	-	0.537
2	ค่าจัดซื้อและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบบำบัด เช่น Influent pump, Media disc, Scrapper	18.278	15.524	33.802
	รวม ข	18.815	15.524	34.339
ค	<u>หมวดค่าที่ดิน</u>			
	ค่าที่ดิน	7.920	-	7.920
	รวม ค	7.920	-	7.920
	รวมทั้งสิ้น (ก+ ข +ค)	41.044	22.615	63.659

<u>หมายเหตุ</u> ค่าก่อสร้างรวมค่าเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษีแล้ว

ตารางที่ 4-16

สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC ระยะที่ 1

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ก	หมวดงานโยธา				
1	งานสิ่งบริเวณ				
1.1	สำนักงานและห้องทดลองขนาด 10 X 10 $ม^2$	หลัง	1	400 000	400 000
1.2	โรงซ่อมบำรุงและโรงพัสดุขนาด 5 X 10 $ม^2$	หลัง	1	110 000	110 000
1.3	อาคารควบคุมระบบไฟฟ้าขนาด 4 X 5 $ม^2$	หลัง	1	44 000	44 000
1.4	ถนนผิวจราจร Asphaltic concrete				
	กว้าง 6.00 ม	เมตร	240	990	237 600
1.5	ทางเท้าคอนกรีต	เมตร	200	110	22 000
1.6	รั้วลวดหนามล้อมบริเวณ	เมตร	1 430	155	221 650
1.7	ดินถมบริเวณใช้ดินจากแหล่งอื่น	$ม^3$	43 945	60	2,636 700
	(1) รวมเงิน				3,671 950
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent sump	บ่อ	1	366 000	366 000
2.2	งานวางท่อ Force mains				
	ขนาด ø 300 มม	เมตร	450	เหมา	256 400
2.3	งานก่อสร้าง Grit chamber	แห่ง	1	158 000	158 000
2.4	งานก่อสร้าง Primary clarifier				
	ขนาด ø 16.00 ม สูง 4.00 ม	แห่ง	2	487 300	974 600
2.5	งานก่อสร้าง Aeration tank	แห่ง	1	964 300	964 300
2.6	งานก่อสร้าง Secondary clarifier				
	ขนาด ø 16.00 ม สูง 3.50 ม	แห่ง	2	480 660	961 320
2.7	งานก่อสร้าง Sludge stabilisation tank	แห่ง	1	579 800	579 800
2.8	งานก่อสร้าง Drying bed	แห่ง	1	877 900	877 900
2.9	งานก่อสร้าง Chlorination tank	แห่ง	1	147 500	147 500
2.10	งานวางระบบท่อต่าง ๆ	เหมา	เหมา	เหมา	100 000
	(2) รวมเงิน				5 385 820
	รวม ก (1 + 2)				9 057 770

ตารางที่ 4-16 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ข	หมวดเครื่องกลและไฟฟ้า				
1	งานผังบริเวณ				
1.1	งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 160 kVA พร้อมอุปกรณ์	ชุด	1		210 000
1.2	ระบบแสงสว่างในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	100 000
1.3	ระบบประปาในบริเวณ	เหมา	เหมา	เหมา	30 000
	(1) รวมเงิน				340 000
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Influent pump ขนาด 300 m^3/hr TDH 10 m	ชุด	3	200 000	600 000
2.2	Primary & secondary clarifier scrapper ขนาด ø 16.00 m	ชุด	4	550 000	2 200 000
2.3	Media & drive unit				
	2.3.1 Hi-density	ชุด	6	725 000	4 350 000
	2.3.2 Standard density	ชุด	6	600 000	3 600 000
2.4	Sludge pump	ชุด	8	40 000	320 000
2.5	Chlorine feeder	ชุด	2	250 000	500 000
	(2) รวมเงิน				11 570 000
	รวม ข (1+ 2)				11 910 000
ค	หมวดค่าที่ดิน				
	ค่าจัดซื้อที่ดินบริเวณโรงบำบัด	ไร่	21.75	350 000	7 612 500

หมายเหตุ ค่าก่อสร้างยังไม่รวมเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี

ตารางที่ 4-17

สรุปรายละเอียดค่าก่อสร้างระบบบำบัดแบบ RBC ระยะที่ 2

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคา
ก	หมวดงานโยธา				
1	งานผังบริเวณ ไม่มีงานในระยะนี้				
2	งานระบบบำบัด				
2.1	งานวางท่อ Force mains				
	ขนาด ϕ 300 มม	เมตร	450	เหมา	256 400
2.2	งานก่อสร้าง Primary clarifier				
	ขนาด ϕ 22.00 ม สูง 4.00 ม	แห่ง	1	780 350	780 350
2.3	งานก่อสร้าง Aeration tank	แห่ง	1	964 300	964 300
2.4	งานก่อสร้าง Secondary clarifier				
	ขนาด ϕ 22.00 ม สูง 3.50 ม	แห่ง	1	743 000	743 000
2.5	งานก่อสร้าง Sludge stabilisation tank	แห่ง	1	579 800	579 800
2.6	งานก่อสร้าง Drying bed	แห่ง	1	877 900	877 900
2.7	งานก่อสร้าง Chloriration tank	แห่ง	1	147 500	147 500
2.8	งานวางระบบท่อต่าง ๆ	เหมา	เหมา	เหมา	100 000
	(2) รวมเงิน				4 449 250
	รวม ก (1 + 2)				4 449 250
ข	หมวดเครื่องกลและไฟฟ้า				
1	งานผังบริเวณ ไม่มีงานในระยะนี้				
2	งานระบบบำบัด				
2.1	Primary and secondary clarifier				
	Scrapper ขนาด ϕ 22.00 เมตร	ชุด	2	650,000	1 300 000
2.2	Media & drive unit				
	2.2.1 Hi-density	ชุด	6	725 000	4 350 000
	2.2.2 Standard-density	ชุด	6	600 000	3 600 000
2.3	Sludge pump	ชุด	6	40 000	240 000
2.4	Chlorine feeder	ชุด	1	250 000	250 000
	(2) รวมเงิน				9 740 000
	ข รวม (1+2)				9 740 000
	ก +ข				14 189 250

หมายเหตุ ค่าก่อสร้างยังไม่รวมค่าเผื่อเหลือ เผื่อขาด ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี

น้ำเสีย ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ตลอดจนเงินเดือนเจ้าหน้าที่ ซึ่งรายละเอียดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-18 แล้ว

สำหรับค่าบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงอาคารสำนักงาน บริเวณโรงบำบัดตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ประเมินจากหลักเกณฑ์ตามที่บรรยายไว้ในข้อ 1.3 ของบทนี้และหัวข้อ 4 ของบทที่ 2 ซึ่งผลสรุปค่าใช้จ่ายเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 4-18 ด้วยแล้ว

อนึ่ง ค่าบำรุงรักษาแผ่นผิวตัวกลาง (Media) สำหรับระบบ RBC ในที่นี้จะคิดค่าบำรุงรักษาเฉพาะอุปกรณ์ในระบบ (Drive Unit)ขับเคลื่อนเท่านั้น

(ค) <u>ค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์</u>

วัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องเปลี่ยนในช่วงเวลาที่ใช้งานของโครงการนี้ ได้แก่ การเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำเสียและเครื่องสูบตะกอนเมื่ออายุการใช้งานครบ 6 ปี กล่าวคือจะเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวในปี 2537 และปี 2543 ซึ่งจะสิ้นค่าใช้จ่ายประมาณ 2.49 ล้านบาท และ 3.12 ล้านบาท ตามลำดับ ทั้งนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-18 ด้วยแล้ว

ค่าก่อสร้าง ค่าเดินระบบและซ่อมบำรุงรักษาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ในแต่ละปี ตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนมีการใช้งานเต็มโครงการ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-18 เพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบและประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป

2.3 <u>การประเมินผลเปรียบเทียบและข้อเสนอแนะ</u>

2.3.1 <u>ด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน</u>

ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าเดินระบบและซ่อมบำรุงรักษา รวมทั้งค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละปีตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างจนกระทั่งใช้งานเต็มที่ตามโครงการที่ได้วางแผนไว้ ได้แสดงไว้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งและแบบ RBC ในตารางที่ 4-13 และ 4-18 ตามลำดับ เมื่อคิดมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งสองระบบจากตารางดังกล่าวโดยใช้อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี ปรากฏว่ามูลค่าปัจจุบันในปีงบประมาณ พ.ศ.2531 (ซึ่งถือว่าเป็นปีที่เริ่มมีการก่อสร้าง) ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งเป็นเงินรวมประมาณ 58.81 ล้านบาท ส่วนมูลค่าปัจจุบันของระบบบำบัดแบบ RBC เป็นเงินทั้งสิ้นประมาณ 75.09 ล้านบาท ดังนั้นในด้านการลงทุนการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC จะสิ้นเปลืองมากกว่าการใช้ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง คือสิ้นค่าใช้จ่ายสูงกว่าประมาณ 27.7%

2.3.2 <u>การเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของระบบบำบัด</u>

ข้อได้เปรียบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งที่เหนือกว่าระบบบำบัดแบบ RBC ที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่ ค่าใช้จ่ายรวมที่ประหยัดกว่า และการควบคุมการเดินระบบที่ง่ายกว่า ส่วนข้อได้เปรียบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ที่เด่นชัดเหนือกว่าระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งได้แก่ การต้องการที่ดินเพื่อเป็นที่ตั้งขนาดเล็กกว่ามาก และที่ดินสำหรับระบบบำบัดแบบ RBC มีแนวโน้มสูงกว่าจะได้รับจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดเพื่อใช้งานได้ ในขณะที่ที่ดินสำหรับระบบบ่อผึ่งซึ่งต้องการถึงประมาณ 190 ไร่เป็นที่ดินซึ่งเป็นกรรมสิทธิ์อย่างถูกต้องของราษฎรทั้งสิ้น หากต้องการใช้งานจำเป็นต้องมีการดำเนินการจัดซื้อหรือเวนคืนตามวิธีการปฏิบัติโดยปกติของทางราชการ ซึ่งต้องการเวลาพอสมควร

ตารางที่ 4-18

สรุปค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษารวมซ่อมบำรุง
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC

ปีงบประมาณ	ค่าก่อสร้าง ล้านบาท	ค่าดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา, ล้านบาท/ปี			ค่าเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ล้านบาท
		ค่าดำเนินการ	ค่าบำรุงรักษา	รวม	
2531	41.044				
2532		1.693	0.581	2.274	
2533		1.709	0.581	2.290	
2534		1.932	0.581	2.513	
2535		1.954	0.581	2.535	
2536		1.971	0.581	2.552	
2537	22.615	1.993	0.581	2.574	2.486
2538		2.330	1.016	3.346	
2539		2.354	1.016	3.370	
2540		2.376	1.016	3.392	
2541		2.400	1.016	3.416	
2542		2.422	1.016	3.438	
2543		2.446	1.016	3.462	3.115
2544		2.469	1.047	3.516	
2545		2.701	1.047	3.748	
2546		2.734	1.047	3.781	
2547		2.770	1.047	3.817	
2548		2.824	1.047	3.871	

หมายเหตุ มูลค่าปัจจุบันในปีพ.ศ.2531 ของค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ และบำรุงรักษา รวมซ่อมบำรุง และค่าเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ ที่อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี เป็นเงินทั้งสิ้น 75.09 ล้านบาท

ในประเด็นที่ค่าใช้จ่ายรวมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งประหยัดกว่าค่าใช้จ่ายรวมของระบบบำบัดแบบ RBC นั้น มีข้อสังเกตดังต่อไปนี้คือ

(ก) ในการประเมินค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดทั้งสอง ค่าใช้จ่ายสำหรับมูลค่าที่ดินสำหรับทั้งสองระบบใช้มูลค่าประเมินของที่ดินในปัจจุบัน ซึ่งเป็นราคาที่ดินที่เหมาะสมที่จะมีการซื้อขายกันได้ มิได้รวมค่าเสียโอกาสของการใช้ที่ดินไว้ด้วย โดยข้อเท็จจริงแล้ว เมื่อพิจารณาสภาพปัจจุบันของการพัฒนาที่ดินที่กำลังเกิดขึ้นรอบ ๆ ที่ดินที่พิจารณาเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งแนวโน้มในอนาคตซึ่งจะมีการพัฒนาที่ดินในบริเวณดังกล่าวให้เป็นชุมชนที่พักอาศัยสภาพดี จะเห็นว่าที่ดินในบริเวณดังกล่าวมีศักยภาพในการใช้งานซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงกว่ามูลค่าที่ประเมินไว้เป็นค่าที่ดินในโครงการนี้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งราคาที่ดินของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งซึ่งประเมินไว้ในราคา 150 000 บาทต่อไร่ การที่จะนำเอาที่ดินที่มีศักยภาพสูงดังกล่าวซึ่งมีขนาดถึงประมาณ 190 ไร่ มาใช้ทำบ่อบำบัดน้ำเสีย จึงเป็นการทำให้มีการสูญเสียโอกาสการใช้ที่ดินซึ่งมีมูลค่าค่อนข้างมาก

(ข) การประเมินราคาค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ใช้ราคาของอุปกรณ์ที่สำคัญคือ แผ่นผิวตัวกลาง (Media) เกียร์ทดและมอเตอร์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ค่าใช้จ่ายเฉพาะอุปกรณ์ดังกล่าวมีมูลค่าสูงถึงประมาณ 33% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ยังไม่รวมค่าที่ดิน ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในปัจจุบันยังนับว่าเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ การแข่งขันในการผลิตและจำหน่ายยังมีไม่มากนัก จึงมีราคาค่อนข้างสูง ราคาของอุปกรณ์ดังกล่าวจึงน่าที่จะมีแนวโน้มที่จะลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการพิจารณาใช้อุปกรณ์บางรายการที่ผลิตในประเทศก็น่าจะลดค่าใช้จ่ายด้านนี้ลงได้มาก ซึ่งจะมีผลให้ค่าใช้จ่ายรวมของระบบ RBC แตกต่างกับค่าใช้จ่ายรวมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งน้อยลง

(ค) การเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายรวมของระบบบำบัดทั้งสองระบบข้างต้นเป็นการประเมินราคาจากราคาตลาด (Market Prices or Financial Prices) มิใช่ราคาที่ใช้เปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Prices) ราคาของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศก็เป็นราคาที่รวมค่าภาษีศุลกากรและภาษีอื่น ๆ อยู่ด้วย เช่น ราคาของแผ่นผิวตัวกลางของ RBC ที่ใช้เป็นราคาซึ่งรวมค่าภาษีต่าง ๆ อยู่ด้วยประมาณ 14% ของราคาที่ใช้ ดังนั้นหากจะเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในด้านของส่วนรวม โดยใช้ราคาต่าง ๆ เป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Prices) จะพบว่าความแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายรวมของระบบบำบัดทั้งสองระบบลดน้อยลงอีก ทั้งนี้เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC มีค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีค่าภาษีอากรแฝงอยู่ด้วยมากกว่าของระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง

ในด้านการใช้ที่ดิน ตามผังเมืองรวมชลบุรีของสำนักผังเมือง (อ้างอิง 35) พื้นที่บริเวณปากคลองละมุซึ่งในโครงการนี้กำลังพิจารณาเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ได้มีการกำหนดให้เป็นพื้นที่สำหรับเป็นที่พักอาศัย การจะใช้เป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียต้องมีการดำเนินการเพื่อเปลี่ยนประเภทการใช้ที่ดินเฉพาะบริเวณที่จะเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียโดยการติดต่อประสานงานกับสำนักผังเมือง ตามรายละเอียดซึ่งได้บรรยายไว้ในหัวข้อที่ 3 ของบทที่ 2 แล้ว การที่จะขอเปลี่ยนประเภทการใช้ที่ดินจากประเภทที่พักอาศัยมาเป็นประเภทที่ใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่ถึงประมาณ 190 ไร่ อาจต้องมีการพิจารณากันมากกว่าการขอเปลี่ยนแปลงเพียงพื้นที่ขนาดที่เล็กกว่า คือเพียงประมาณ 22 ไร่สำหรับเป็นที่ตั้งของระบบบำบัดแบบ RBC ทั้งนี้เพราะคงจะต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านทัศนียภาพของพื้นที่พักอาศัยหากมีบ่อบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ที่จะตั้งอยู่กลางพื้นที่พักอาศัย ตลอดจนความรู้สึกและทัศนคติ

ของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่โดยรอบ ที่มักจะมีความเข้าใจว่าจะต้องมีกลิ่น และมลภาวะต่าง ๆ จากโรงบำบัดน้ำเสีย แม้ว่าโดยข้อเท็จจริงกลิ่นและมลภาวะต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถป้องกันและจัดการได้ก็ตาม

2.3.3 สรุปข้อเสนอแนะ

จากการพิจารณาวางแผน ออกแบบ ประเมินราคาและเปรียบเทียบในประเด็นที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ สำหรับการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง และระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ตามที่บรรยายมาในตอนต้นแล้ว สรุปได้ว่าควรเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC สำหรับเมืองชลบุรี ทั้งนี้ด้วยเหตุผลสนับสนุนที่สำคัญคือ

(ก) มีความพร้อมในด้านการจัดหาที่ดินเพื่อเป็นที่ตั้งของโรงบำบัดน้ำเสียมากกว่า ซึ่งจะทำให้การดำเนินการเพื่อให้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียมีความแน่นอนมากกว่า

(ข) มีค่าใช้จ่ายรวมไม่แตกต่างจากระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งมากนัก คือ ประมาณ 28% โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาในฐานะของส่วนรวม คือไม่รวมค่าใช้จ่ายด้านภาษีอากรเข้าเป็นค่าใช้จ่ายโครงการ และพิจารณาค่าสูญเสียโอกาสการใช้ที่ดินซึ่งเป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียซึ่งมีศักยภาพในการใช้งานที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า

3. แผนการก่อสร้างและดำเนินโครงการ

จากการพิจารณาว่าปัญหาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่เมืองชลบุรีเป็นปัญหาที่เรื้อรังมานาน จนทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีรวมทั้งปัญหาภาวะแวดล้อมอื่น ๆ ดังนั้นในการวางแผนการก่อสร้างและดำเนินการโครงการ จึงยึดนโยบายที่จะเร่งรัดให้มีการแก้ปัญหาโดยรีบด่วน ดังนั้นแผนการดำเนินงานที่บรรยายในตอนต่อไปจึงเป็นแผนการดำเนินงานที่เร่งรัดที่สุดที่น่าจะเป็นไปได้ โดยได้แบ่งงานออกอย่างกว้าง ๆ เป็นงานขั้นเตรียมการ และงานก่อสร้าง

3.1 ขั้นเตรียมการ

งานขั้นเตรียมการประกอบด้วย การศึกษาความเหมาะสมโครงการ การพิจารณาอนุมัติโครงการโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การพิจารณาหาแหล่งเงินทุน และการออกแบบรายละเอียดเพื่อก่อสร้าง กำหนดการดำเนินงานของแต่ละขั้นตอนของงานขั้นเตรียมการนี้แสดงในรูปที่ 4-37 งานศึกษาความเหมาะสมโครงการตามที่ดำเนินการจัดทำโดยรายงานฉบับนี้จะแล้วเสร็จสมบูรณ์ประมาณสิ้นปีงบประมาณพ.ศ.2529 จากนั้นคาดว่าจะใช้เวลาในการพิจารณาความเหมาะสมและขออนุมัติดำเนินการก่อสร้างต่อไป ซึ่งประมาณว่าใช้เวลาอีกประมาณ 6 เดือน ในขณะเดียวกันก็ต้องเริ่มพิจารณาและเจรจาหาแหล่งเงินลงทุน ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลาประมาณ 6 เดือน เมื่อได้รับอนุมัติในหลักการให้ทำการก่อสร้างตามโครงการได้ก็ต้องมีการออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียอีก 6 เดือน ดังนั้นหากไม่มีปัญหาและอุปสรรคใดคาดว่างานขั้นเตรียมการทั้งหมดจะสามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จได้ภายในสิ้นปีงบประมาณปี 2530 ดังแสดงในรูปที่ 4-37

3.2 ขั้นก่อสร้าง

การก่อสร้างประกอบด้วยการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งแต่ละงานได้พิจารณาให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นสองระยะ ดังมีรายละเอียดในรูปที่ 4-37 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

3.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย

งานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย รวมถึงการเรียกประกวดราคาและการคัดเลือกผู้รับเหมาและการดำเนินการก่อสร้าง คาดว่างานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียระยะที่ 1 (Phase I) ซึ่งรับน้ำเสียมาบำบัดได้ในอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราที่ประเมินไว้เมื่อเต็มตามโครงการ จะแล้วเสร็จในปีงบประมาณ พ.ศ.2531 และเริ่มใช้งานได้ในปีงบประมาณพ.ศ.2532 และสามารถให้บริการได้อย่างพอเพียงไปจนถึงสิ้นปีงบประมาณพ.ศ.2537 ดังนั้นการประกวดราคาและก่อสร้างระบบบำบัดชุดที่ 2 (Phase II) จึงต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในสิ้นปีงบประมาณพ.ศ.2537 เพื่อที่สามารถร่วมใช้งานกับระบบบำบัดของระยะที่ 1 ไปจนมีอัตราน้ำเสียเข้าเต็มโครงการตามที่วางแผนไว้ ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 4-38

3.2.2 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

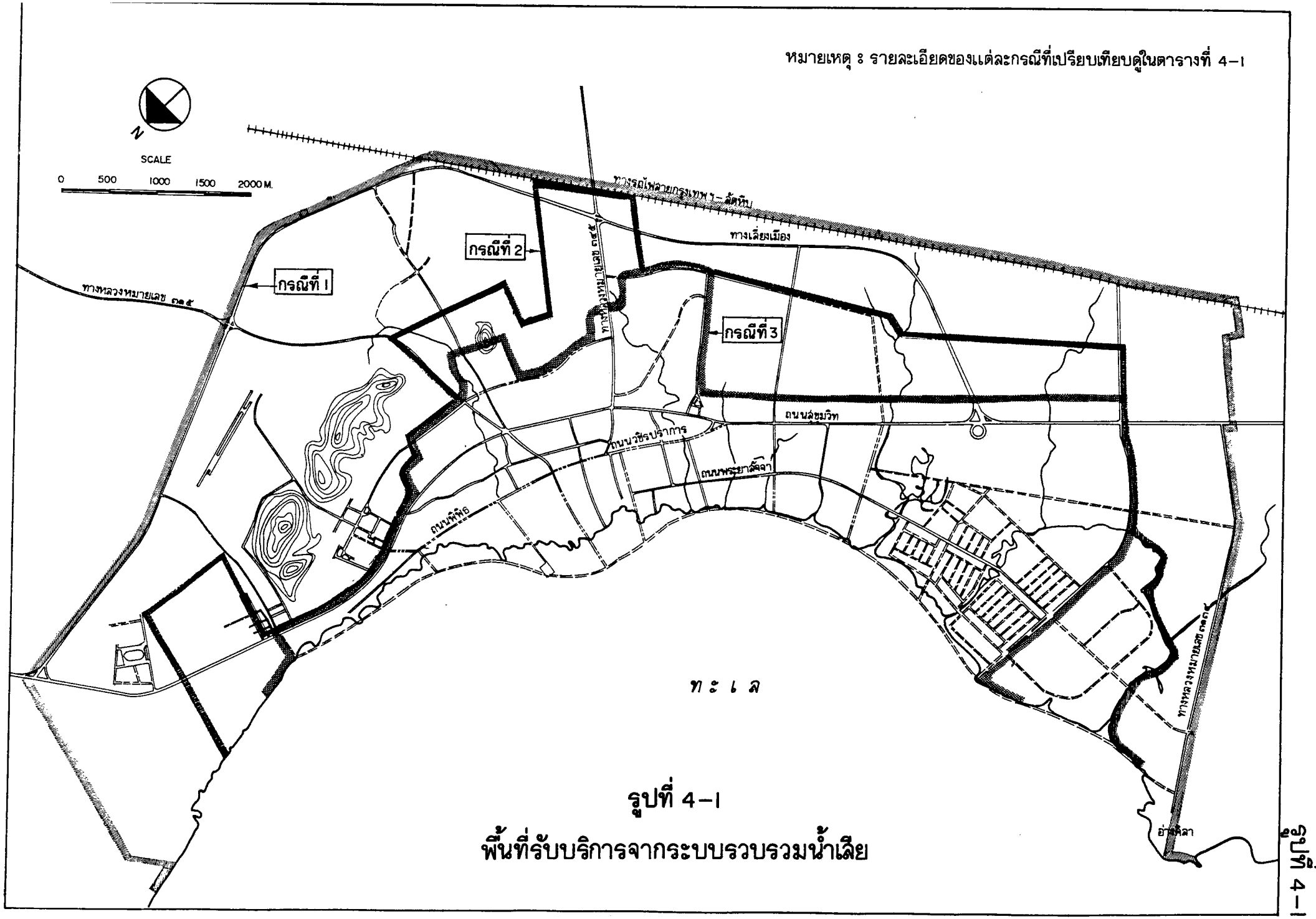
การก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียทั้งท่อหลัก (Main Sewer) และท่อประธาน (Trunk Sewer) ได้กำหนดแบ่งเป็น 2 ระยะ และในแต่ละระยะกำหนดให้ดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 1 ปี ระยะที่ 1 (Phase I) เป็นการก่อสร้างเพื่อให้บริการชุมชนหนาแน่นในเขตเทศบาลปัจจุบัน โดยทำการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียตามแนวถนนวชิรปราการและถนนสุขุมวิทเพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังโรงบำบัดที่บริเวณปากคลองละมุ ดังแสดงตำแหน่งโดยสังเขปในรูปที่ 4-39 การก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียระยะที่ 1 ซึ่งรวมถึงการประกวดราคา การคัดเลือกผู้รับเหมา และการก่อสร้าง ได้วางแผนให้ดำเนินการให้แล้วเสร็จในปีงบประมาณพ.ศ.2531 พร้อมกับระบบบำบัดน้ำเสียระยะที่ 1 (รูปที่ 4-38) และเพื่อให้การดำเนินงานก่อสร้างเสร็จโดยรวดเร็วจึงกำหนดให้งานก่อสร้างของระบบบำบัดและของระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นคนละสัญญากัน

ระบบรวบรวมน้ำเสียระยะที่ 1 ดังกล่าวข้างต้นคาดว่าจะสามารถให้บริการได้พอเพียงจนถึงสิ้นปีงบประมาณพ.ศ.2539 ดังนั้นการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียทั้งท่อหลักและท่อประธานสำหรับระยะที่ 2 (Phase II) จึงต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนสิ้นปีงบประมาณพ.ศ.2539 ดังแสดงกำหนดการก่อสร้างระยะที่ 2 และแนวท่อระยะที่ 2 ไว้ในรูปที่ 4-37 และ 4-39 ตามลำดับ

สำหรับระบบท่อกิ่ง (Branch Sewer) และท่อซอย (Lateral Sewer) ได้กำหนดให้ทยอยสร้างเป็นรายปีทุกปีจนกว่าจะครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทั้งหมด กล่าวคือแบ่งการก่อสร้างออกเป็น 17 ปี เริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณพ.ศ.2531

กำหนดการก่อสร้างส่วนต่าง ๆ ของโครงการและปีที่ใช้งานได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-37 แล้ว

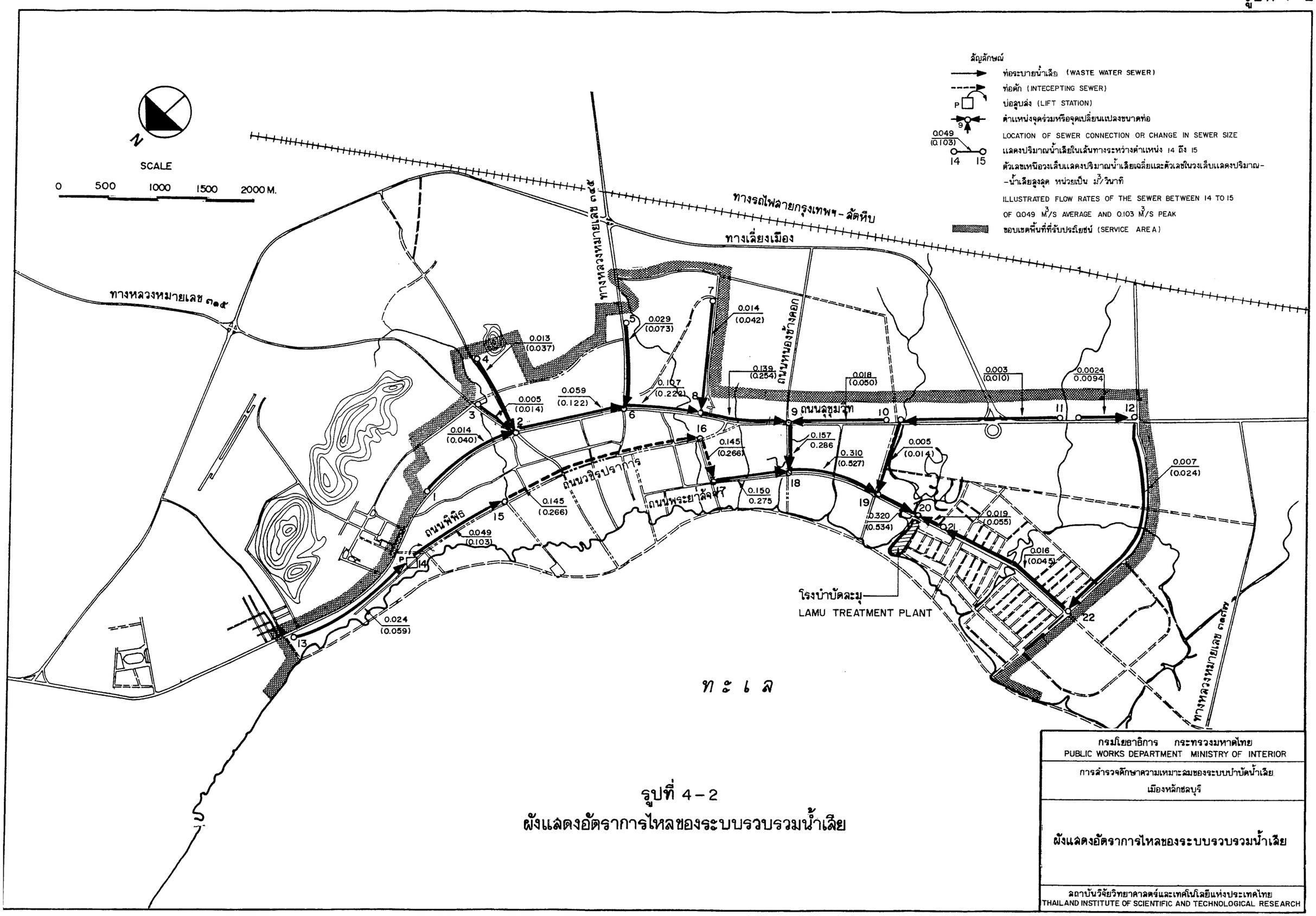
หมายเหตุ : รายละเอียดของแต่ละกรณีที่เปรียบเทียบดูในตารางที่ 4-1



รูปที่ 4-1

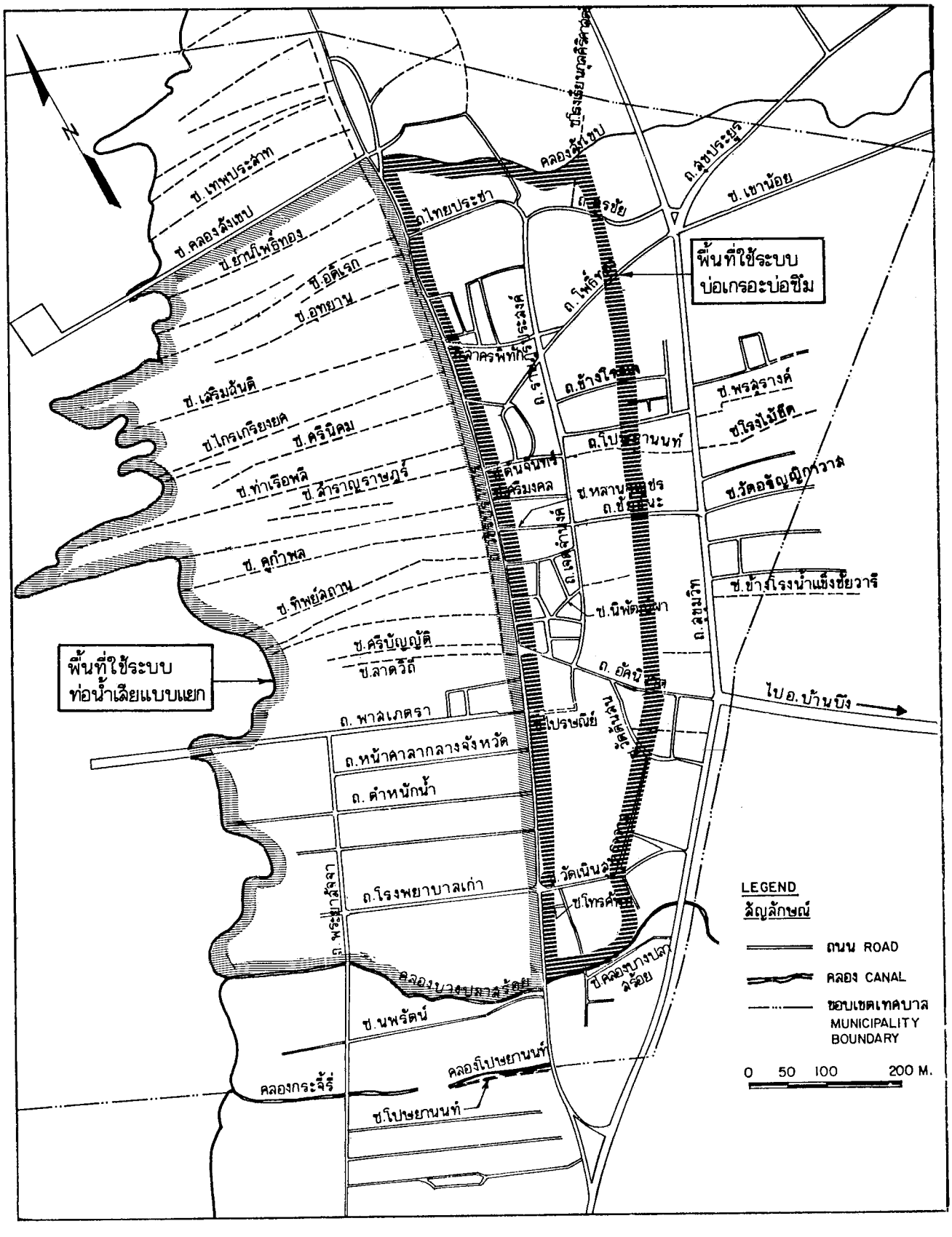
พื้นที่รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสีย

รูปที่ 4-1



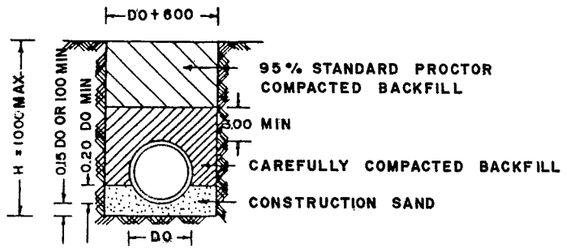
รูปที่ 4-2
ผังแสดงอัตราการไหลของระบบรวบรวมน้ำเสีย

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
ผังแสดงอัตราการไหลของระบบรวบรวมน้ำเสีย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

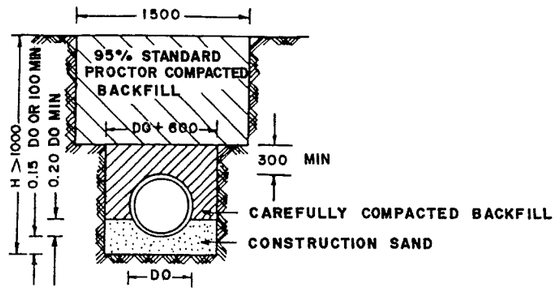


รูปที่ 4-3

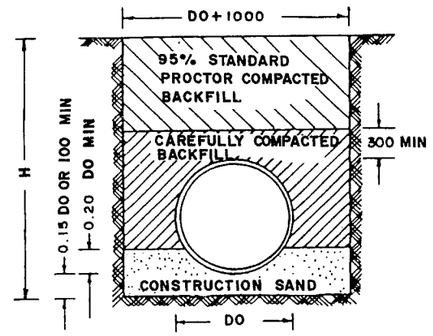
พื้นที่เทศบาลที่กำหนดให้ใช้บ่อเกรอะบ่อซึมและใช้ท่อรับน้ำเสียแบบแยก



(ก) รูปตัดแสดงการวางท่อขนาดโตไม่เกิน 400 มม.
วางลึกไม่เกิน 1.00 เมตร

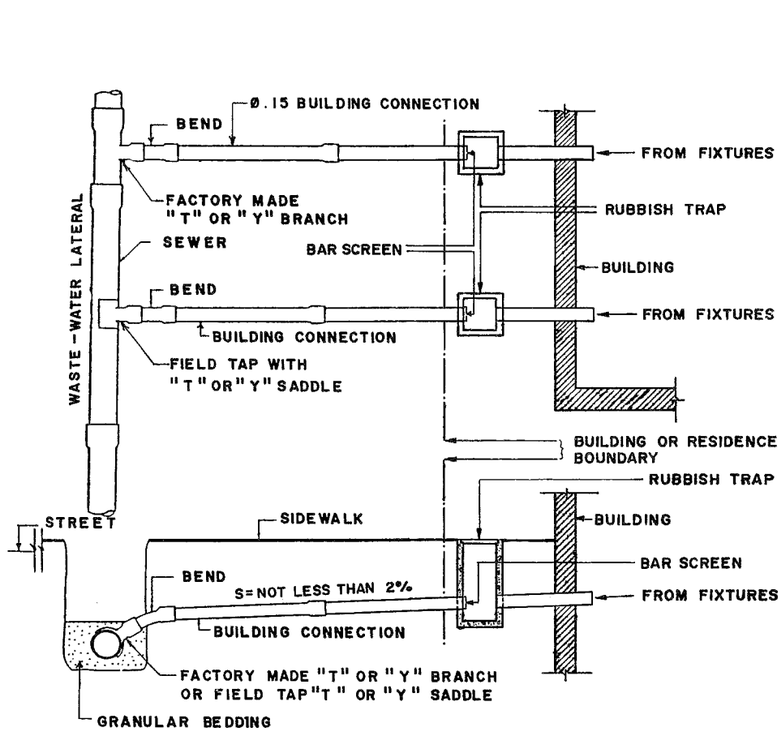


(ข.) รูปตัดแสดงการวางท่อขนาดโตไม่เกิน 400 มม.
วางลึกมากกว่า 1.00 เมตร



(ค) รูปตัดแสดงการวางท่อขนาดโตกว่า 400 มม.

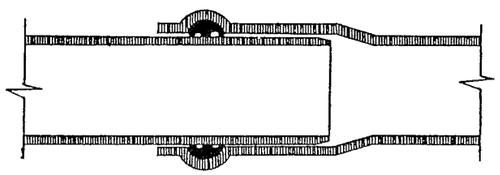
การวางท่อระบบรวบรวมน้ำเสีย



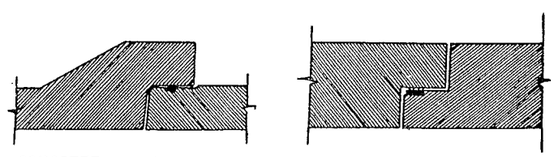
SECTION

WASTEWATER BUILDING CONNECTION

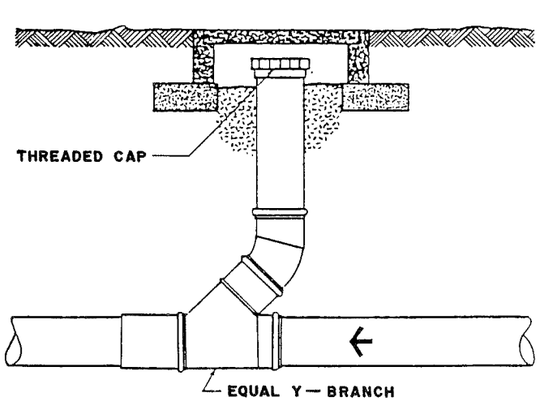
PVC PIPE
BELL AND SPIGOT ENDS WITH SOLVENT JOINT



PVC PIPE
BELL AND SPIGOT ENDS WITH RUBBER RING JOINT



TYPICAL JOINTING METHODS



TYPICAL SMALL SEWER CLEANOUT

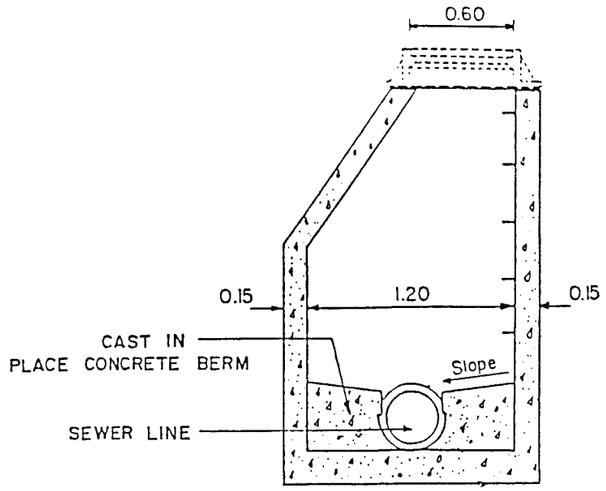
รูปที่ 4-4
แบบมาตรฐานเกี่ยวกับระบบท่อ

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

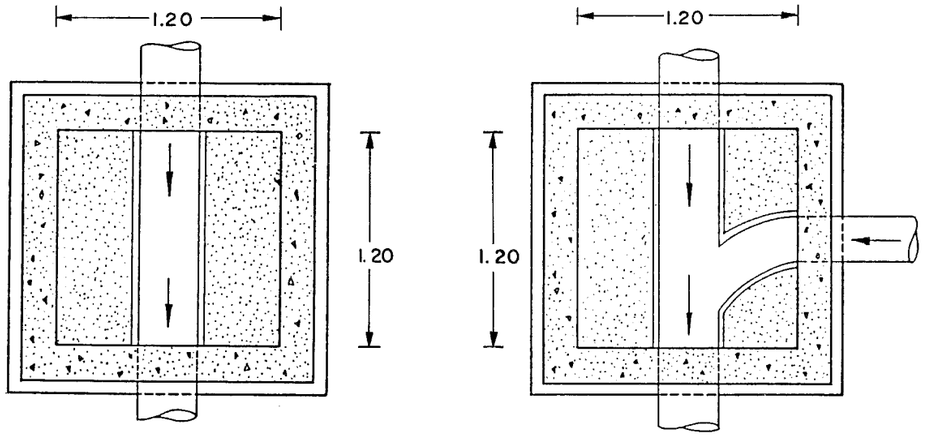
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

TYPICAL SEWER INSTALLATION

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

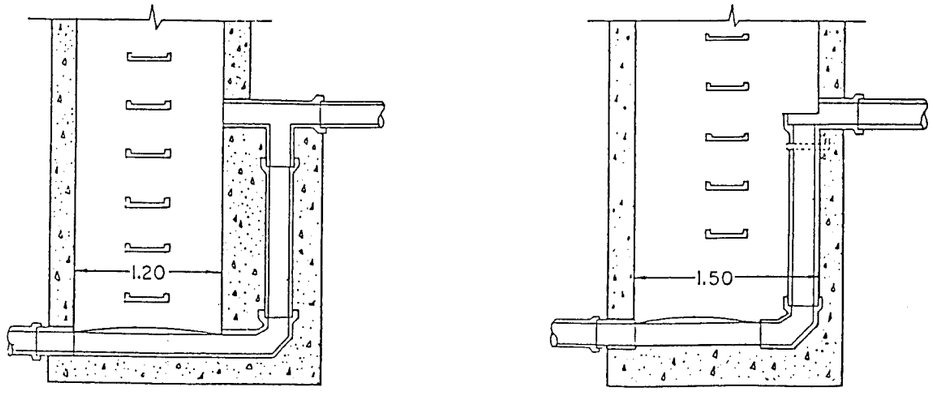


TYPICAL MANHOLES

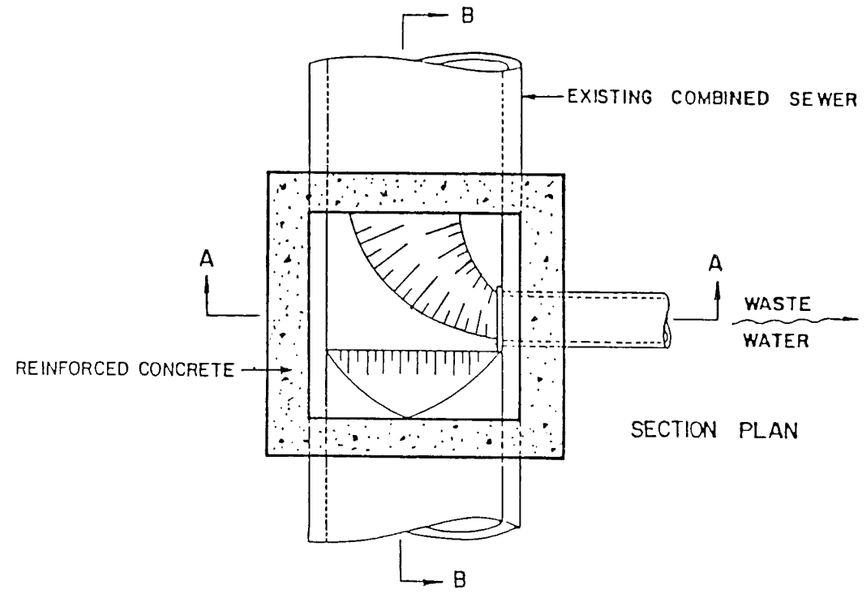


SECTION A—A
THROUGH MANHOLE

SECTION D—D
JUNCTION MANHOLE



DROP MANHOLES



SECTION A-A
INTERCEPTION OF WASTE WATER

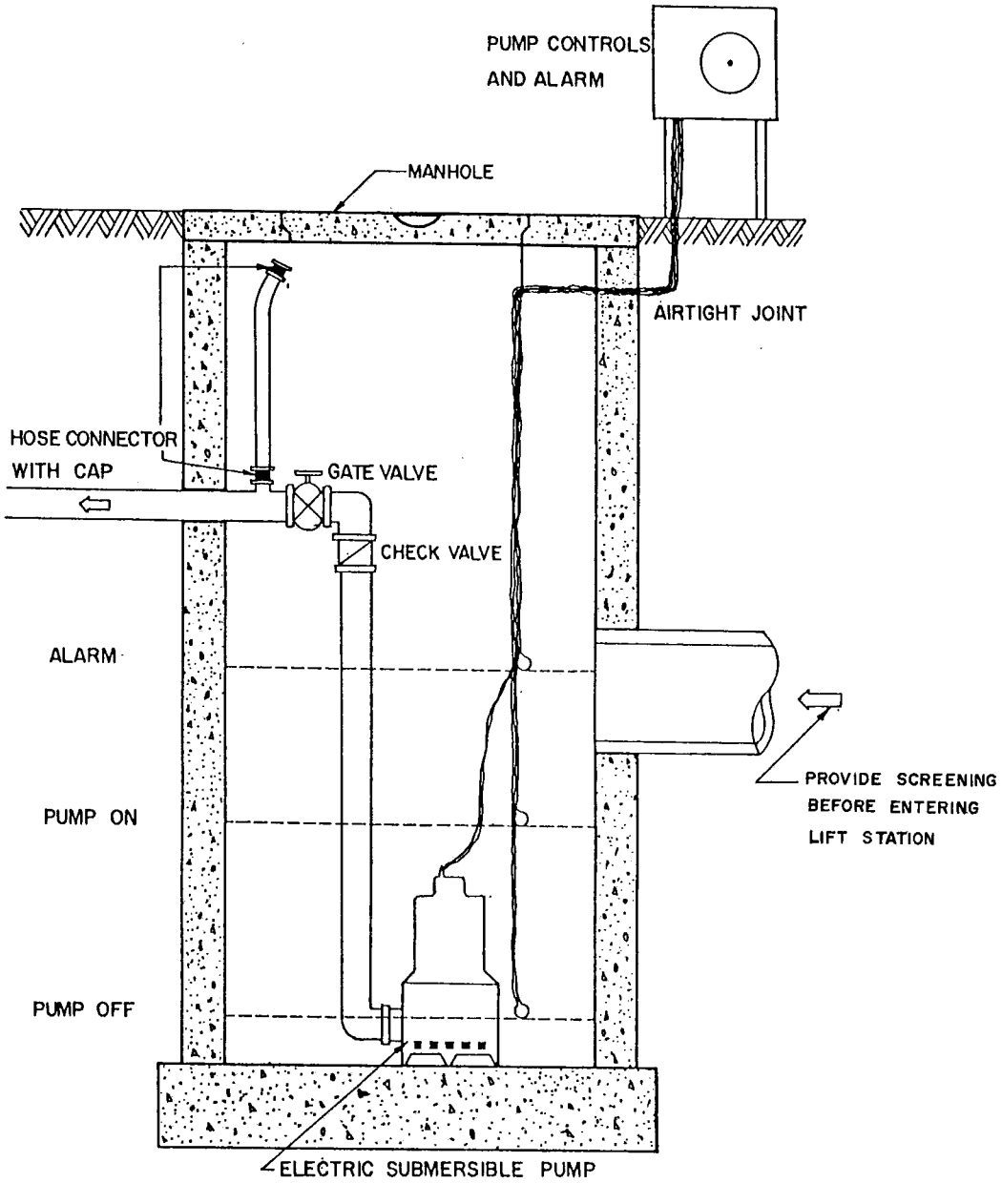
SECTION B-B
OVERFLOW OF STORM WATER

INTERCEPTING MANHOLE

รูปที่ 4-5

แบบมาตรฐานเกี่ยวกับบ่อพัก

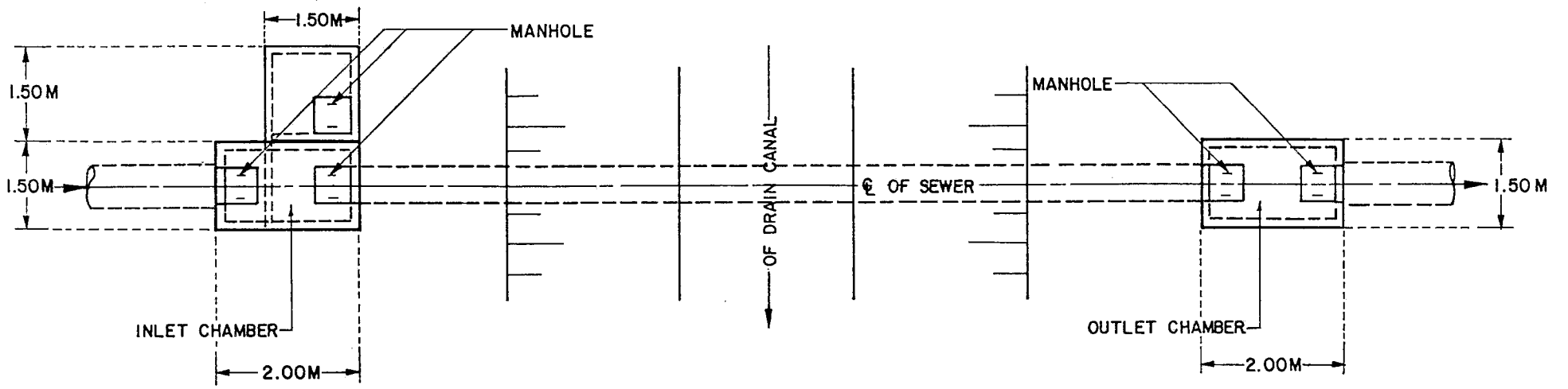
กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
TYPICAL MANHOLE
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



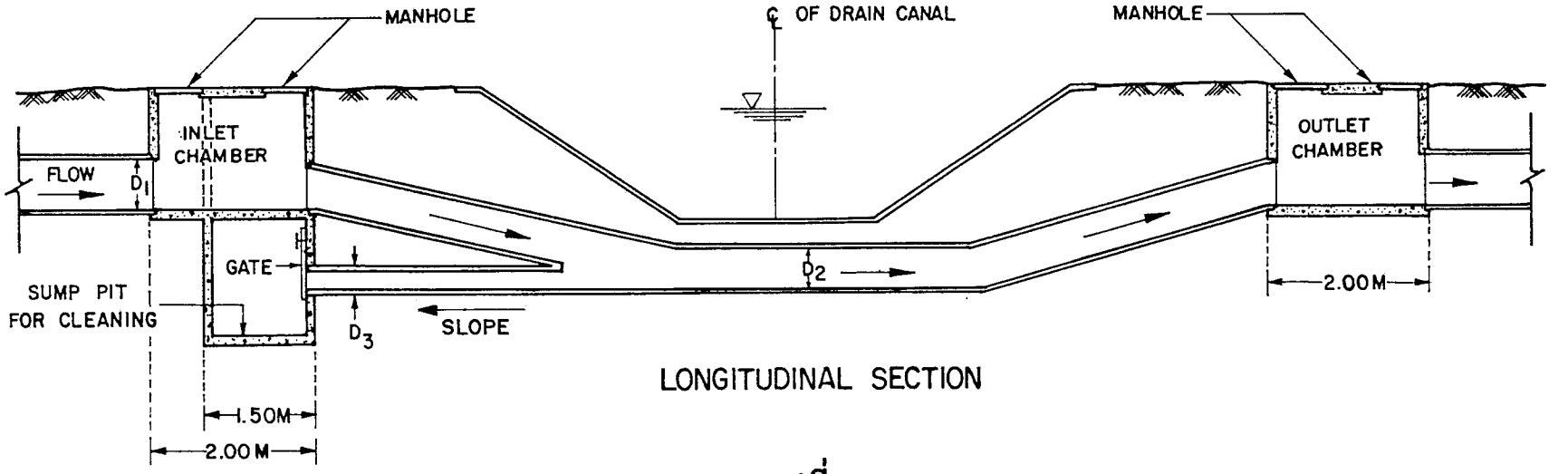
TYPICAL LIFT STATION

รูปที่ 4-6

แบบมาตรฐานบ่อสูบส่งน้ำเสีย



PLAN

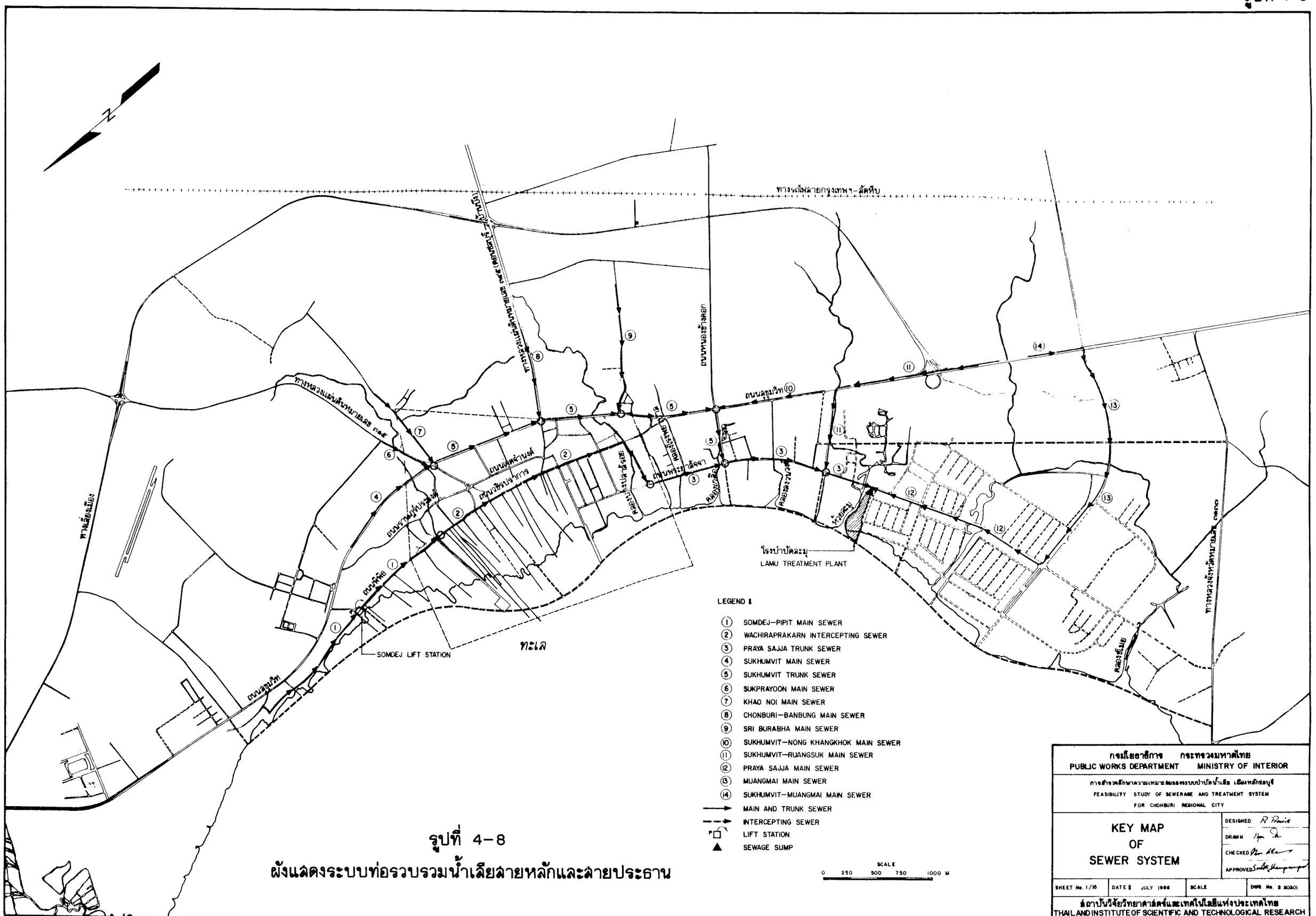


LONGITUDINAL SECTION

รูปที่ 4-7

แบบมาตรฐานไซฟอน

รูปที่ 4-7



รูปที่ 4-8
ผังแสดงระบบท่อรวบรวมน้ำเสียสายหลักและสายประธาน

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

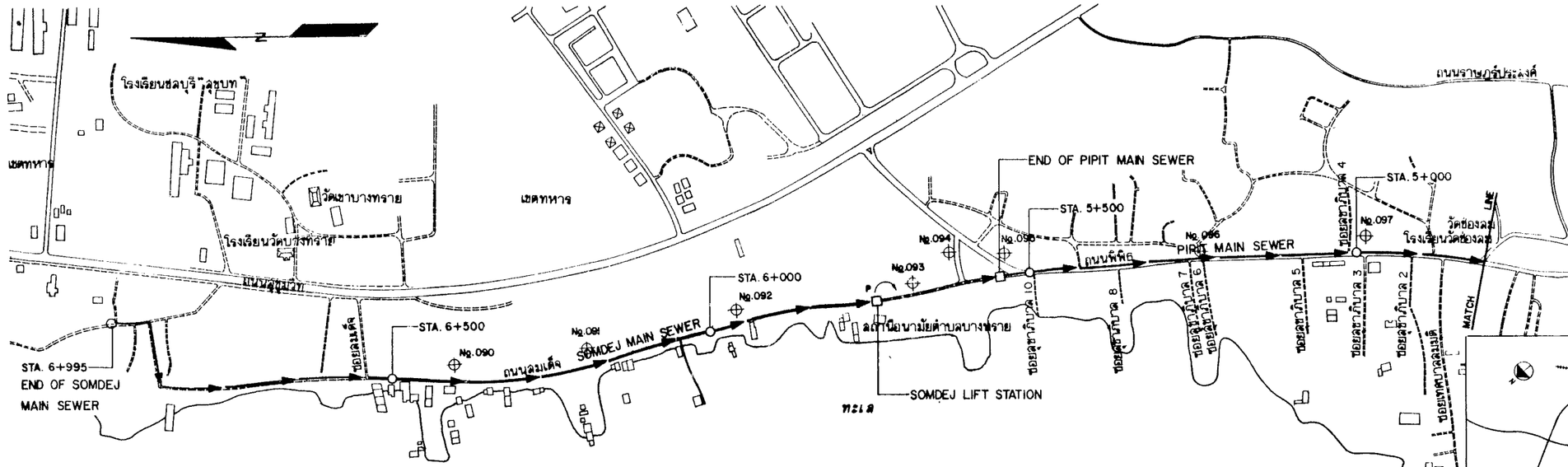
การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

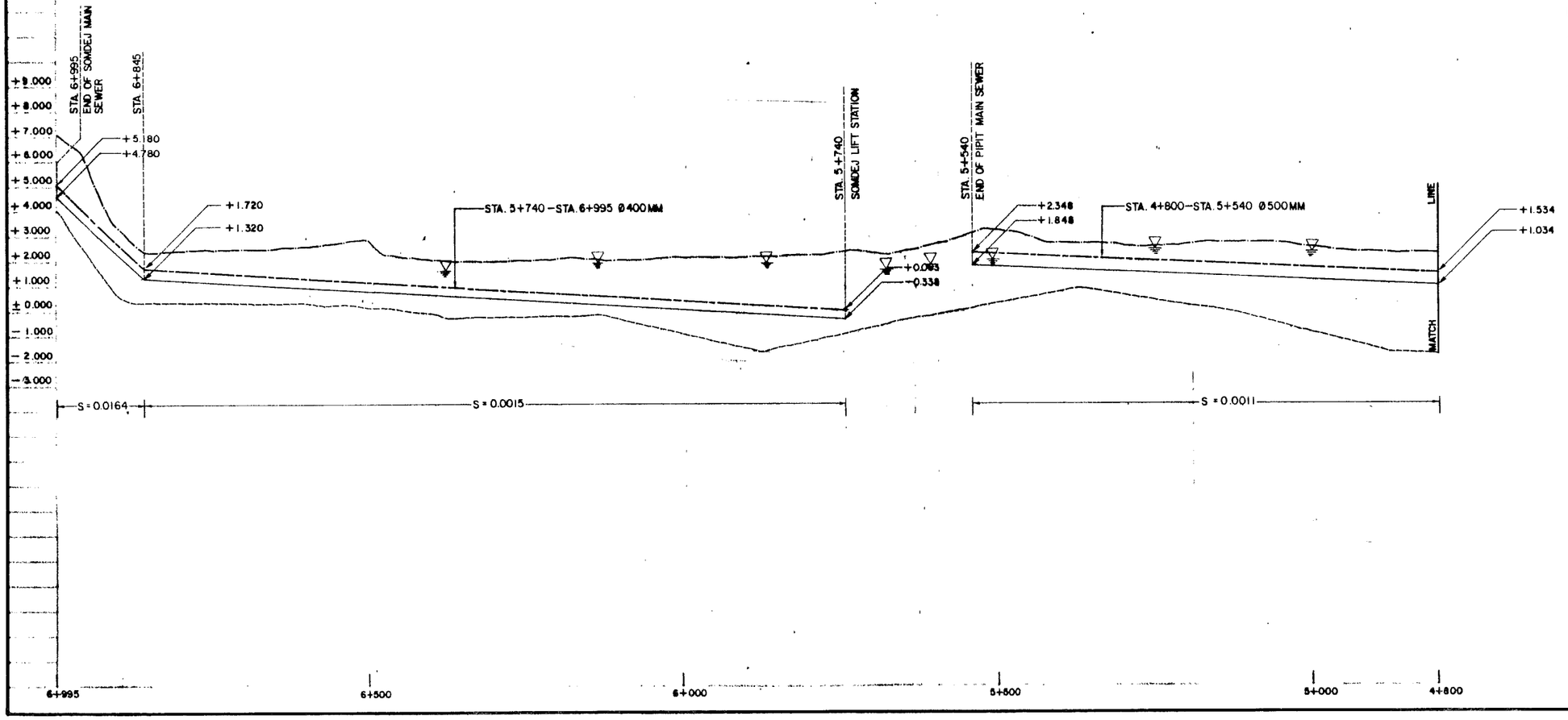
KEY MAP OF SEWER SYSTEM

DESIGNED R. Ramit
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. 1/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE | DWG No. S 80301

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH





LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-9
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธาน สมเด็จ – พิพิธ

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

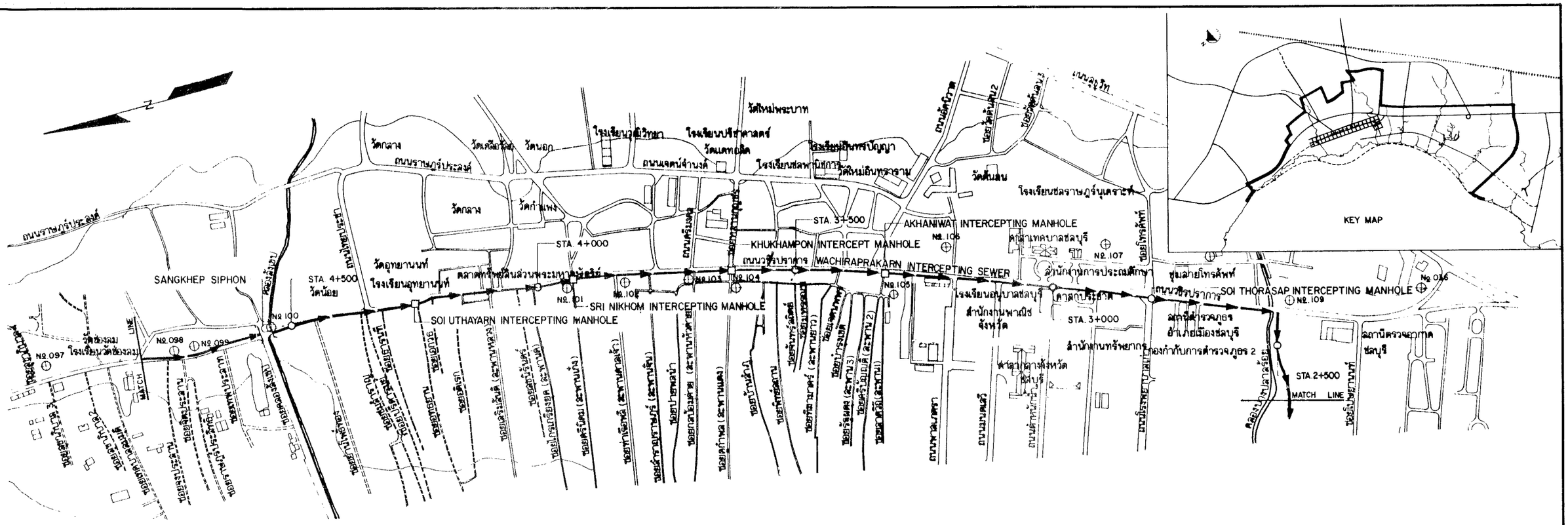
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

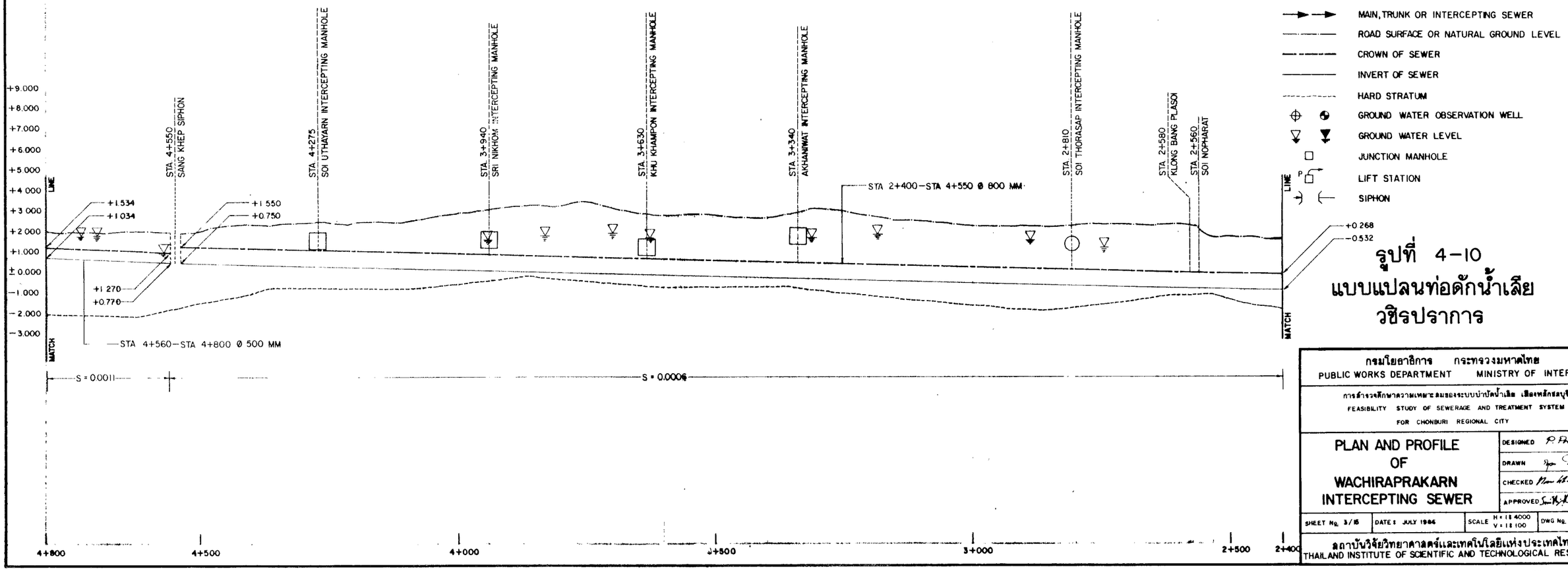
PLAN AND PROFILE OF SOMDEJ AND PIPIT MAIN SEWER

DESIGNED P. Pravit
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. 2/15 | DATE: JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG. No. S 20302

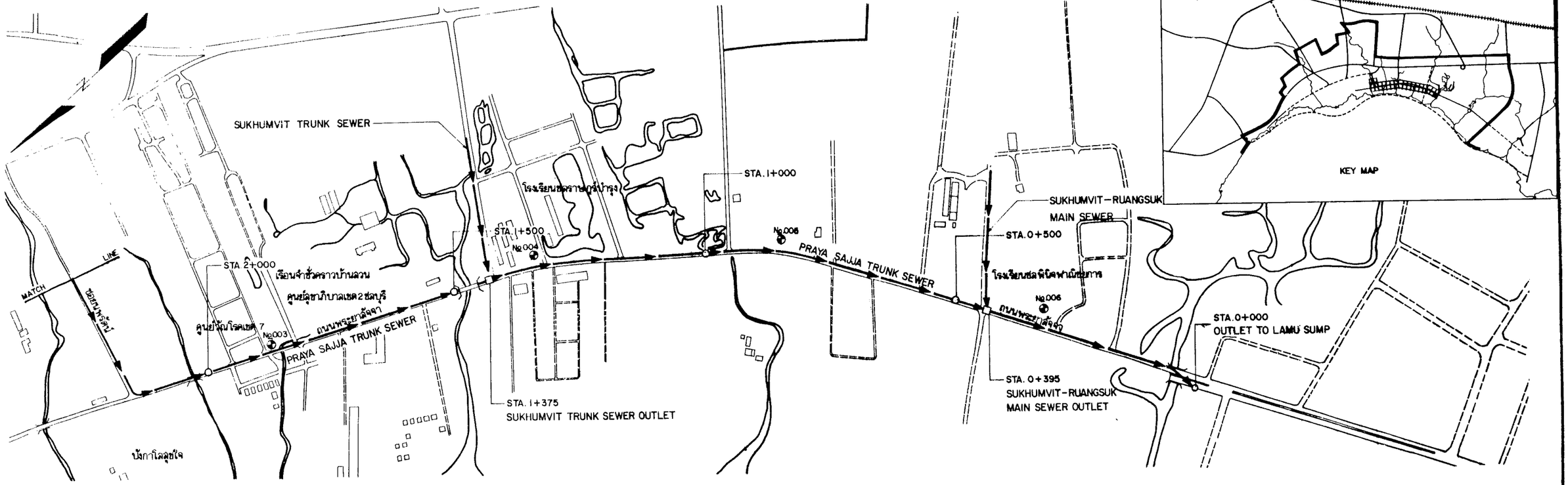
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

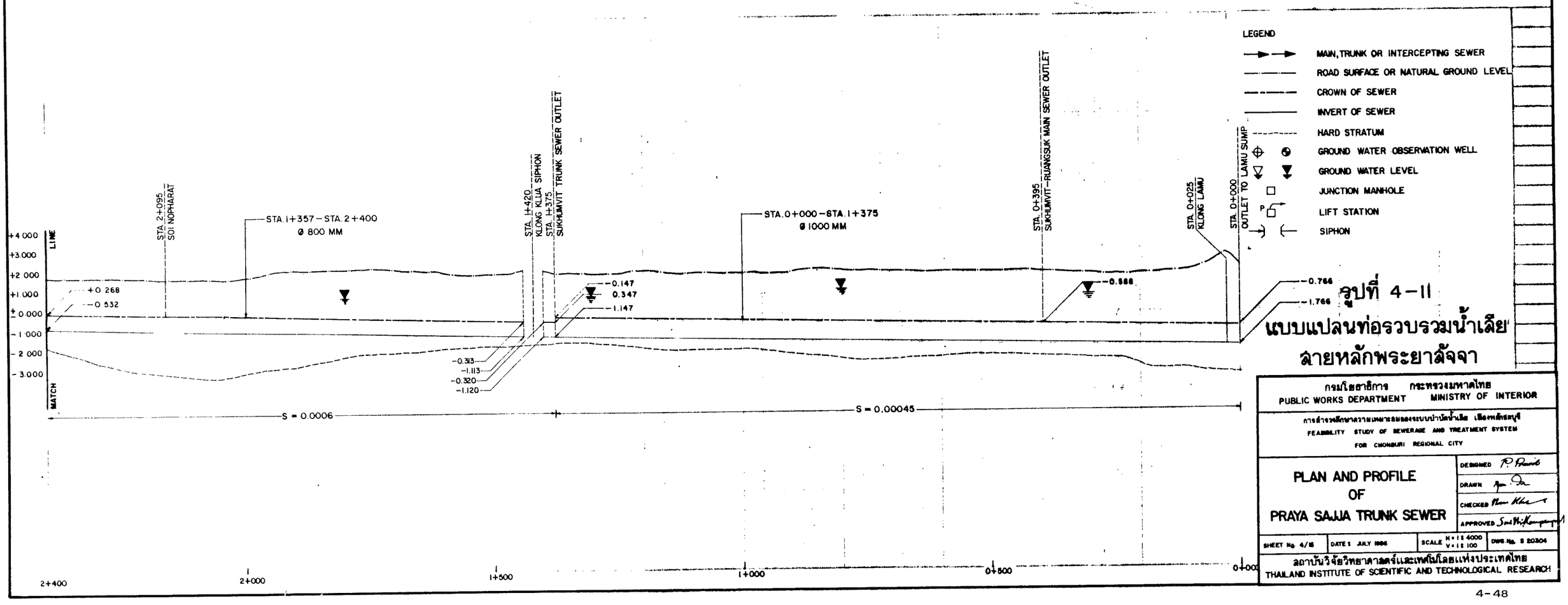




รูปที่ 4-10
แบบแปลนท่อดักน้ำเสีย วชิรปราการ

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR	
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY	
PLAN AND PROFILE OF WACHIRAPRAKARN INTERCEPTING SEWER	DESIGNED P. Pimvil DRAWN CHECKED APPROVED
SHEET No. 3/15	DATE : JULY 1986
SCALE H = 1:4000 V = 1:100	DWG No. S 80303
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH	





รูปที่ 4-11
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย สายหลักพระยาสัจจา

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

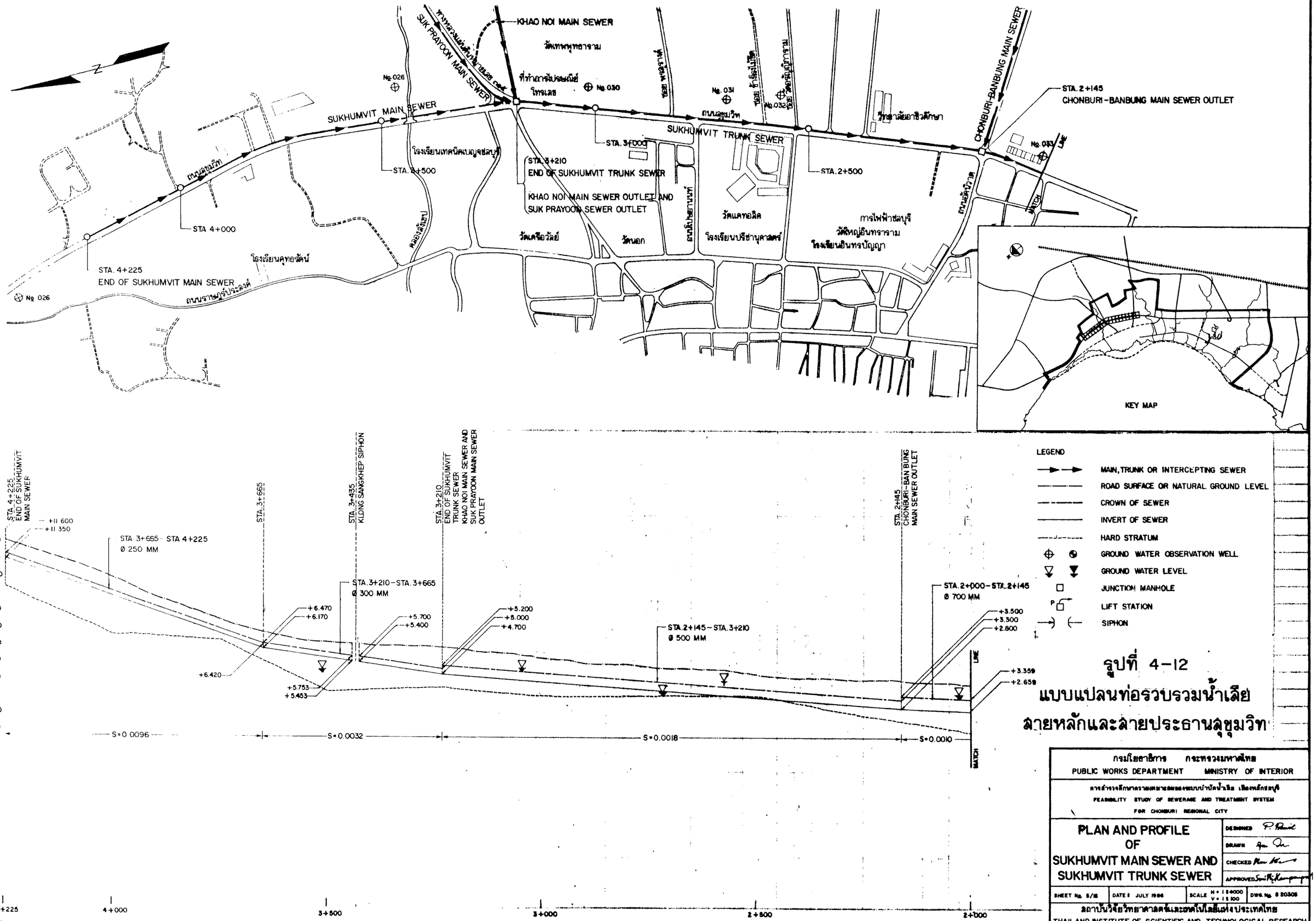
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักธนบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLAN AND PROFILE OF PRAYA SAJJA TRUNK SEWER

DESIGNED P. Panich
DRAWN
CHECKED Phan Khe
APPROVED Sant Thikampong

SHEET No. 4/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG. No. S 20304

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



รูปที่ 4-12
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย สายหลักและสายประธานสุขุมวิท

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

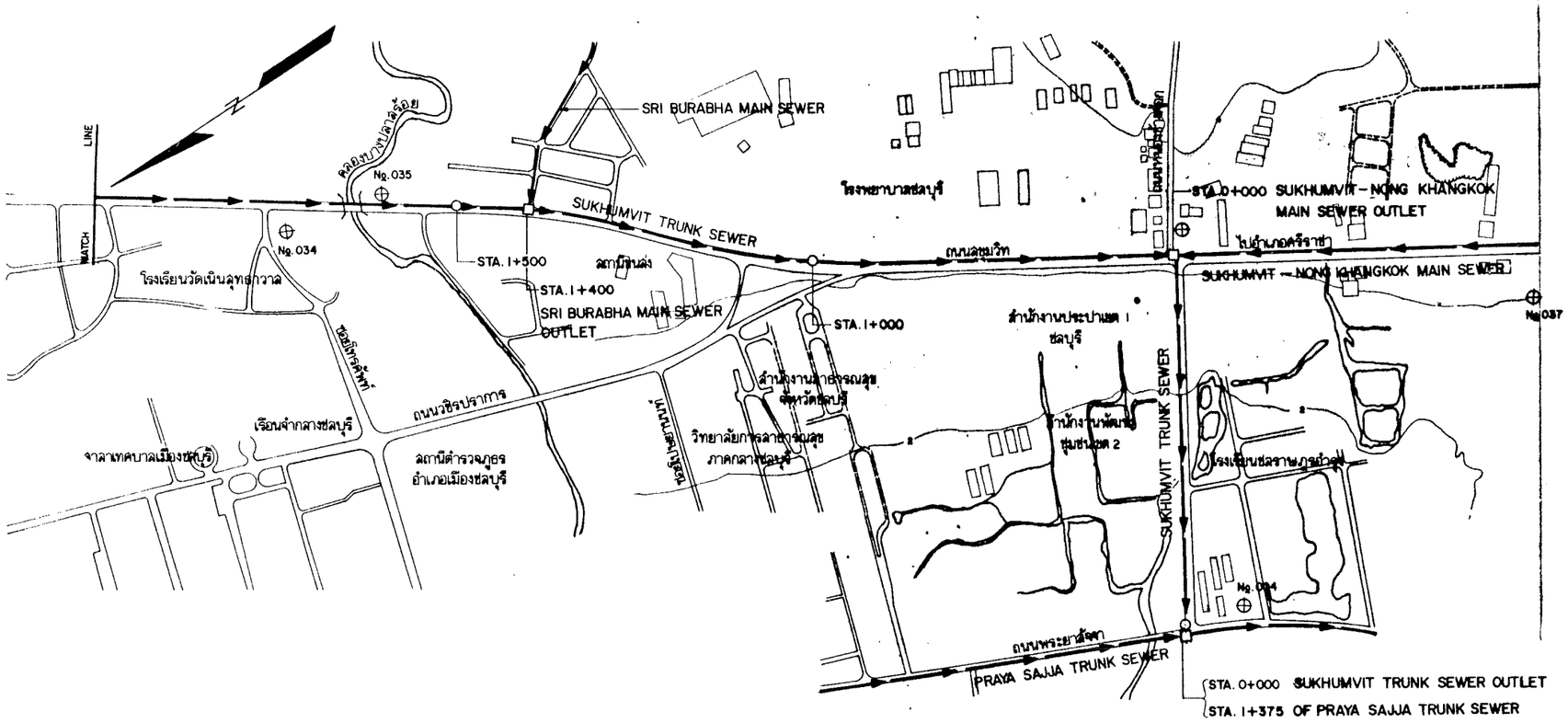
การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

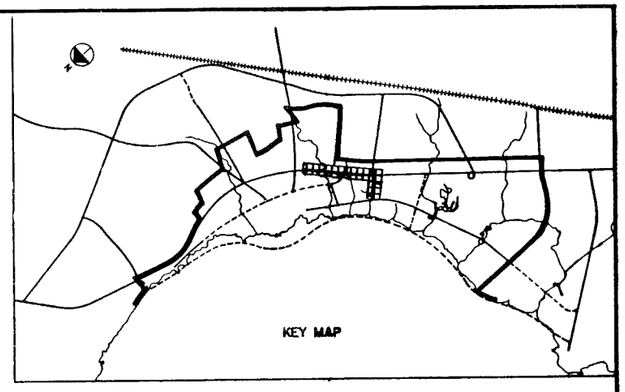
PLAN AND PROFILE OF SUKHUMVIT MAIN SEWER AND SUKHUMVIT TRUNK SEWER

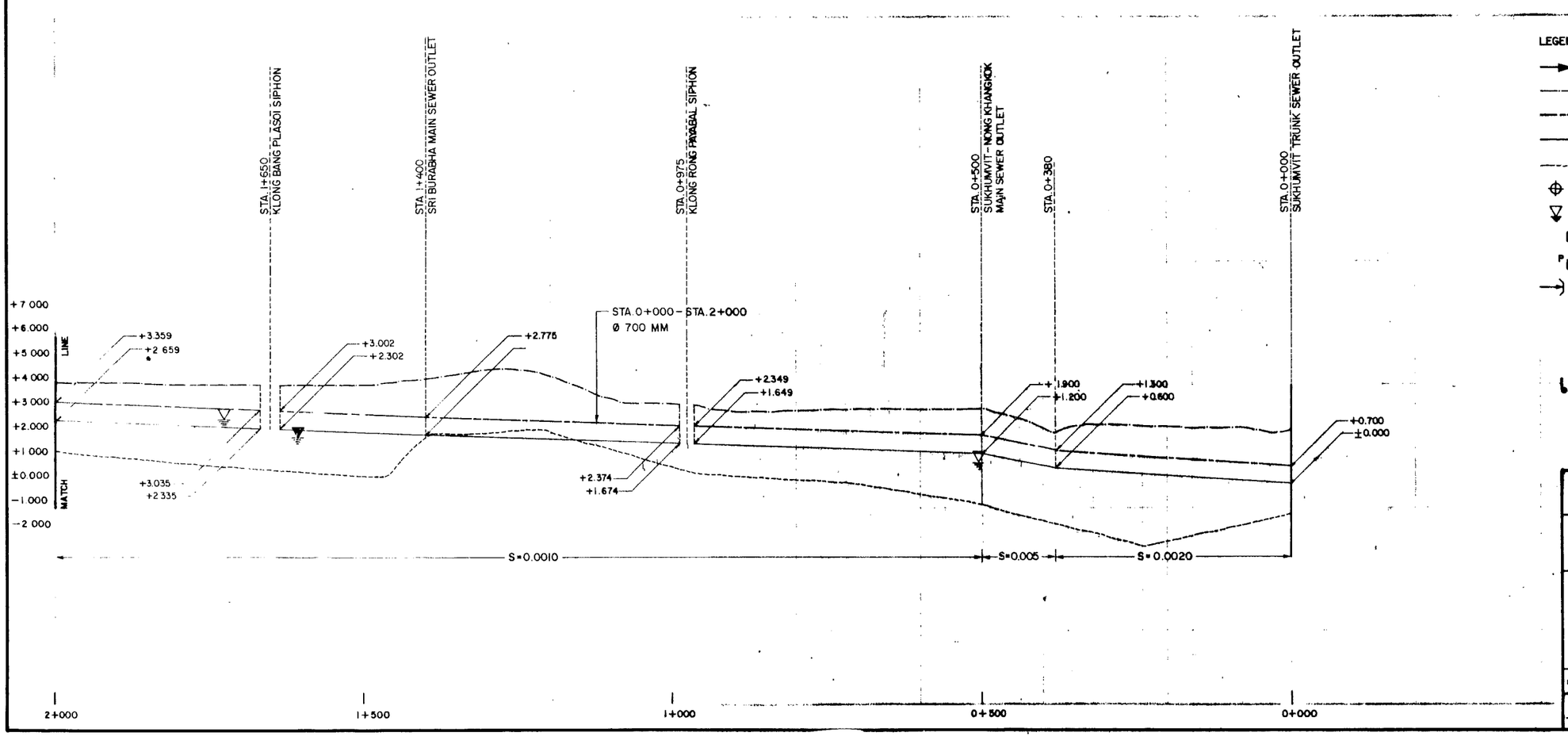
DESIGNED P. Pairat
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. 8/18 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:400 | DWG. No. B 20305

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH







LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-13
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย สายหลักสุขุมวิท

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

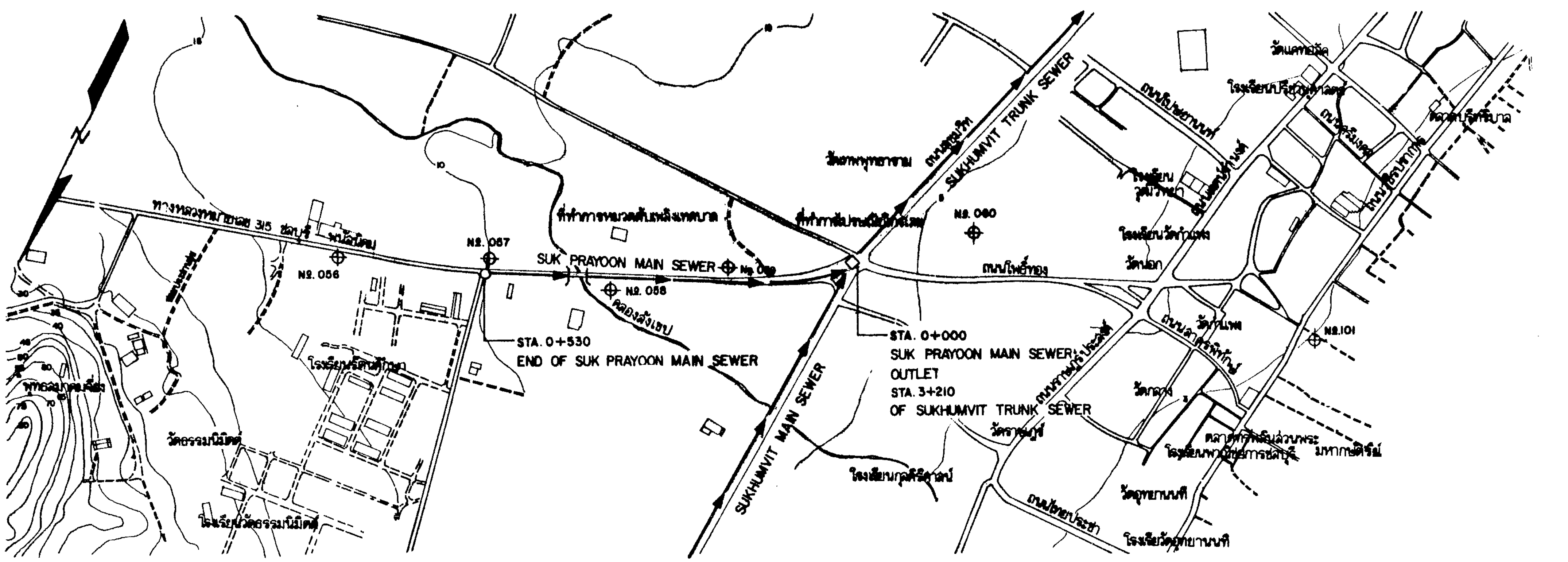
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

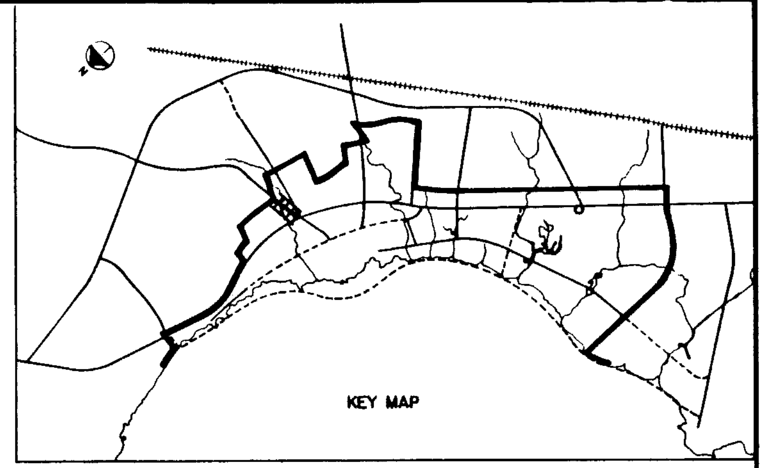
PLAN AND PROFILE OF SUKHUMVIT TRUNK SEWER

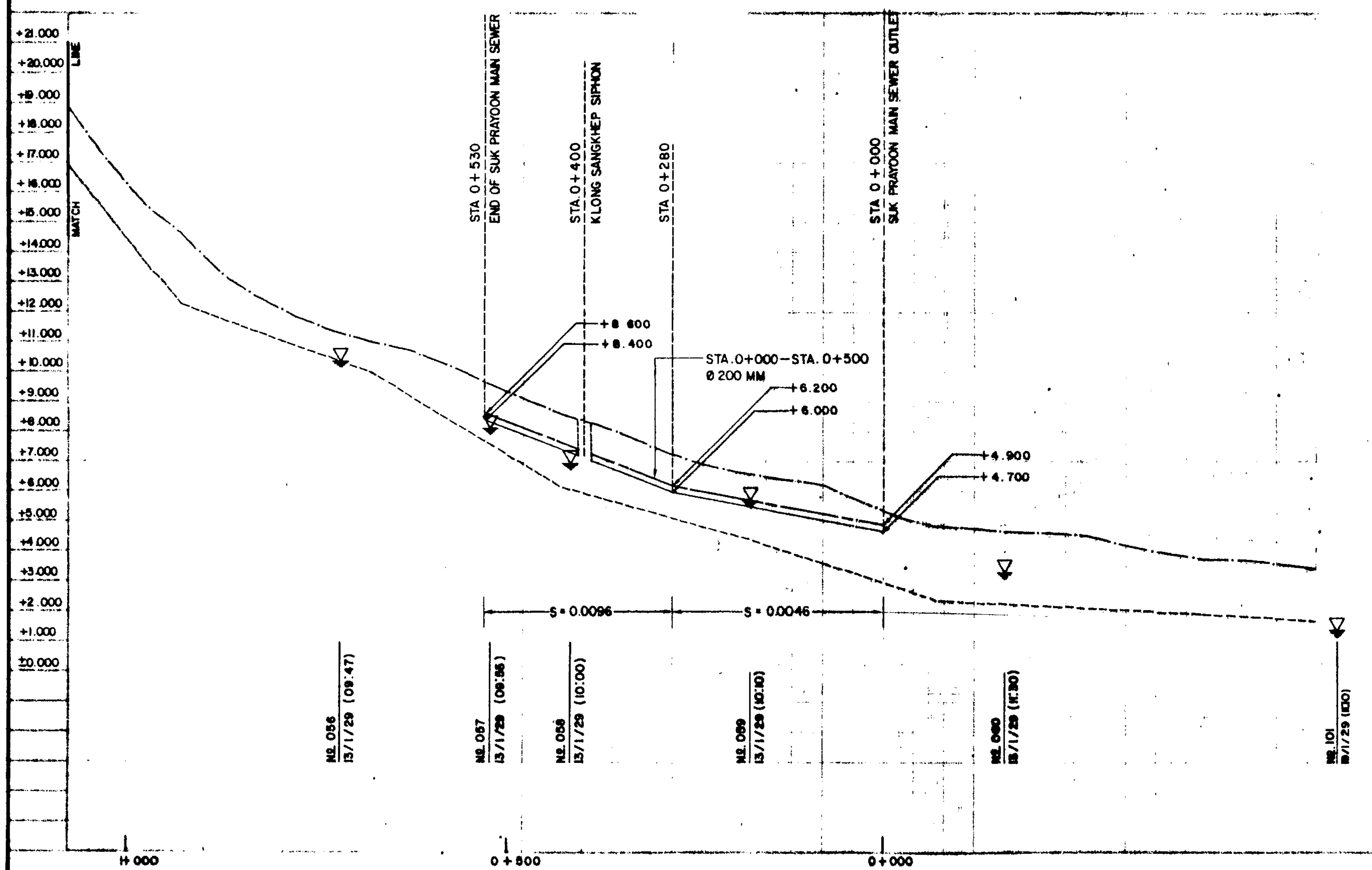
DESIGNED P. Panis
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET NO. 6/15 | DATE : JULY 1985 | SCALE H=1:4000 V=1:200 | DWG. NO. S 20806

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH







LEGEND

——▶ ——▶	MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
————	ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
— — — —	CROWN OF SEWER
————	INVERT OF SEWER
- - - - - -	HARD STRATUM
⊕ ⊕	GROUND WATER OBSERVATION WELL
▽ ▼	GROUND WATER LEVEL
□	JUNCTION MANHOLE
P	LIFT STATION
→ ←	SIPHON

รูปที่ 4-14
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย สายประธานสุขประยูร

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

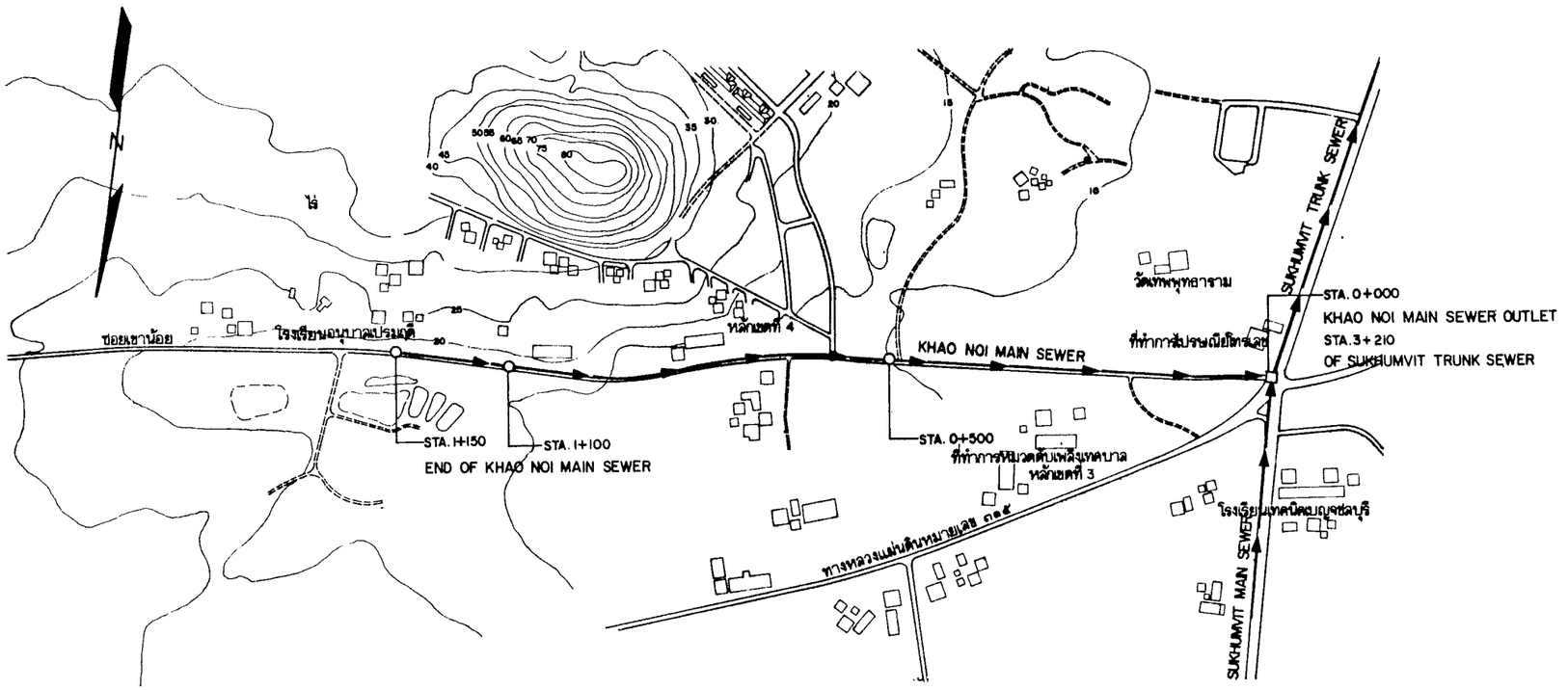
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

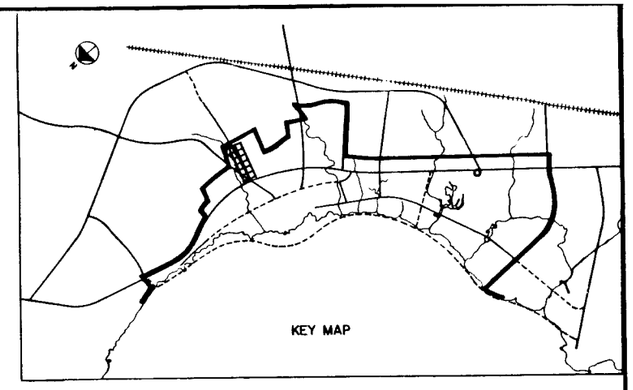
PLAN AND PROFILE OF SUK PRAYOON MAIN SEWER

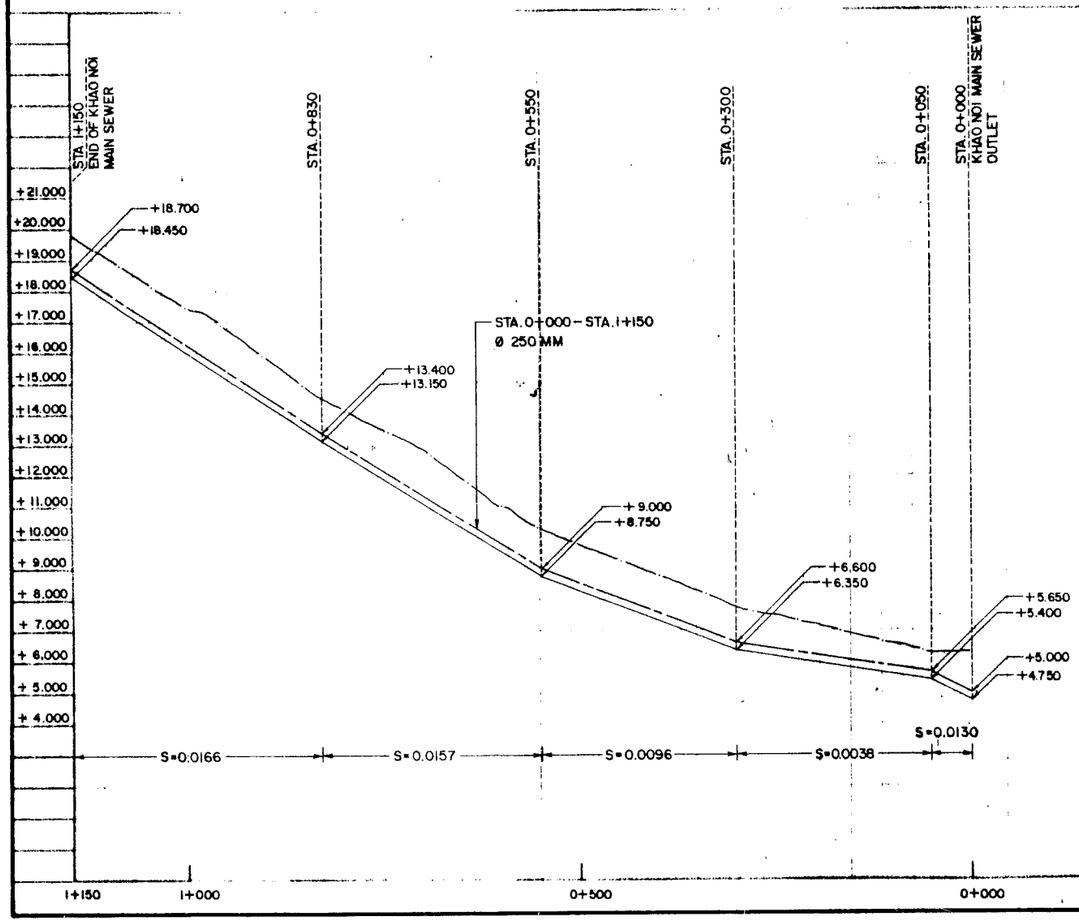
DESIGNED / DRAWN / CHECKED / APPROVED

SHEET NO. 7/18 DATE : JULY 1986 SCALE H = 1:4000 V = 1:100 DWG. NO. S 80307

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH







LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-15
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย สายประธานเขาน้อย

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

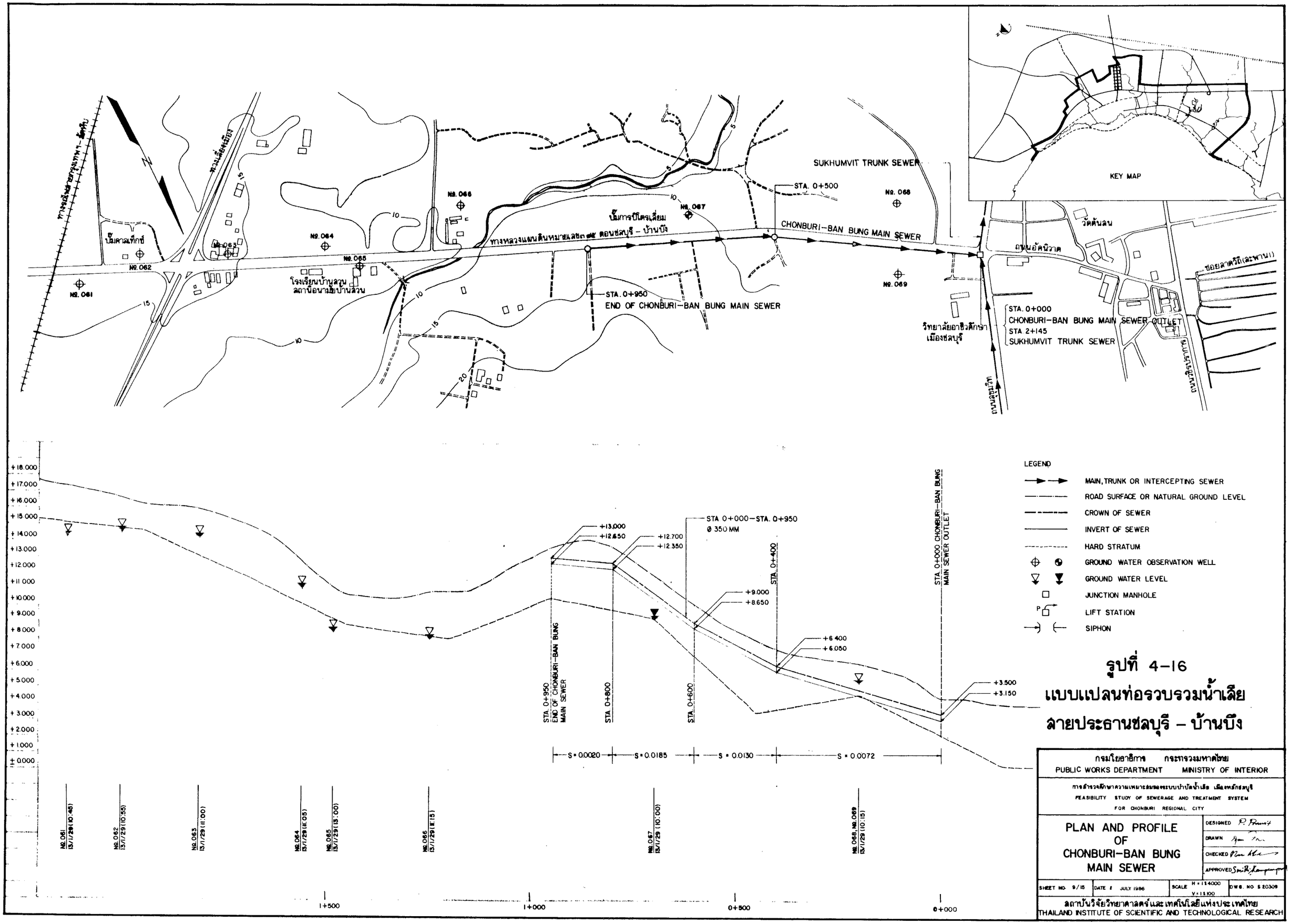
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLAN AND PROFILE OF KHAO NOI MAIN SEWER

DESIGNED P. Pannil
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. 8/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H=1:4000 V=1:100 | DWG No. S 20308

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



รูปที่ 4–16
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
ลายประธานชลบุรี – บ้านบึง

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

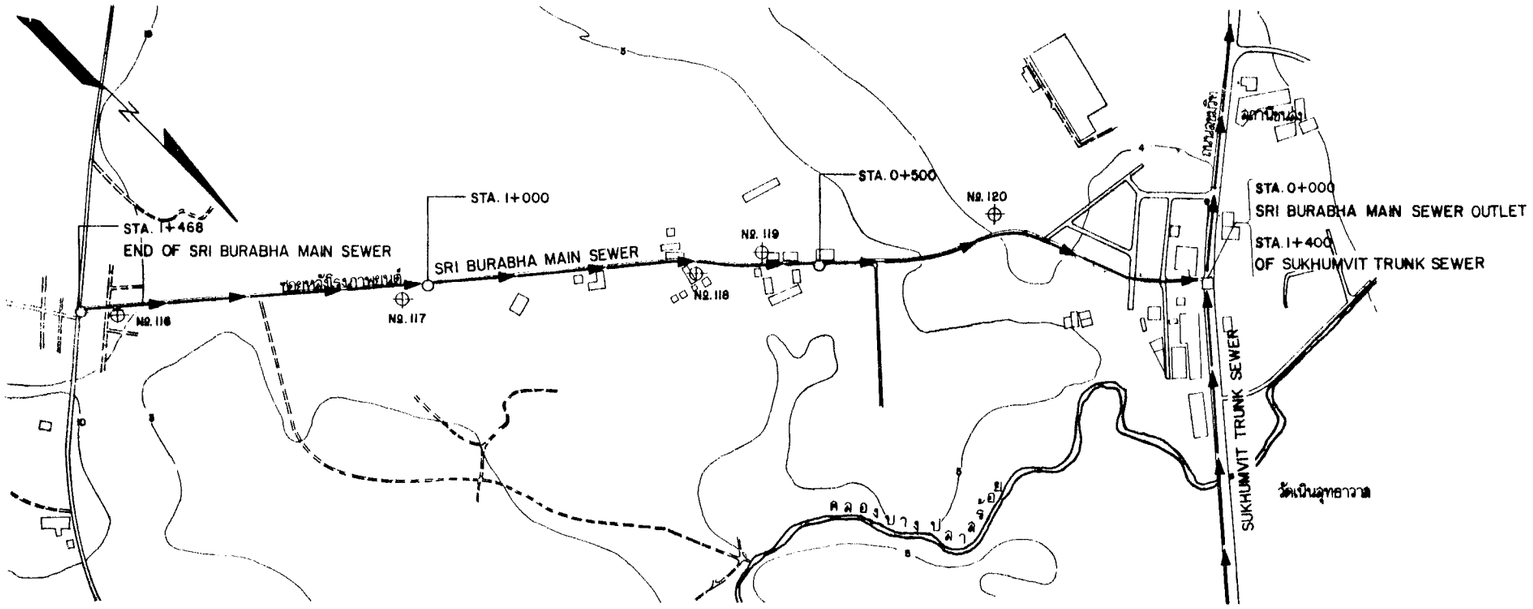
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

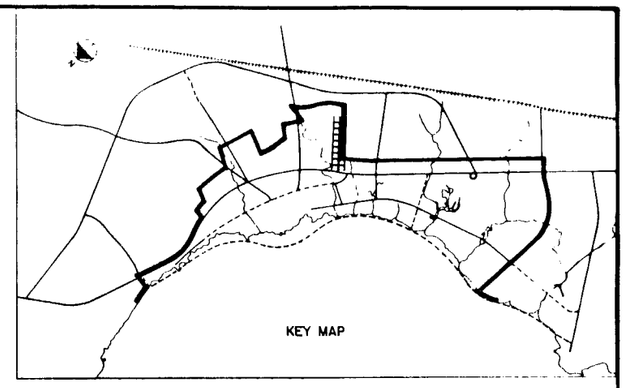
PLAN AND PROFILE OF CHONBURI–BAN BUNG MAIN SEWER

DESIGNED
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET NO. 9/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG. NO. S 20309

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH





LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-17
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธานศรีบูรพา

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

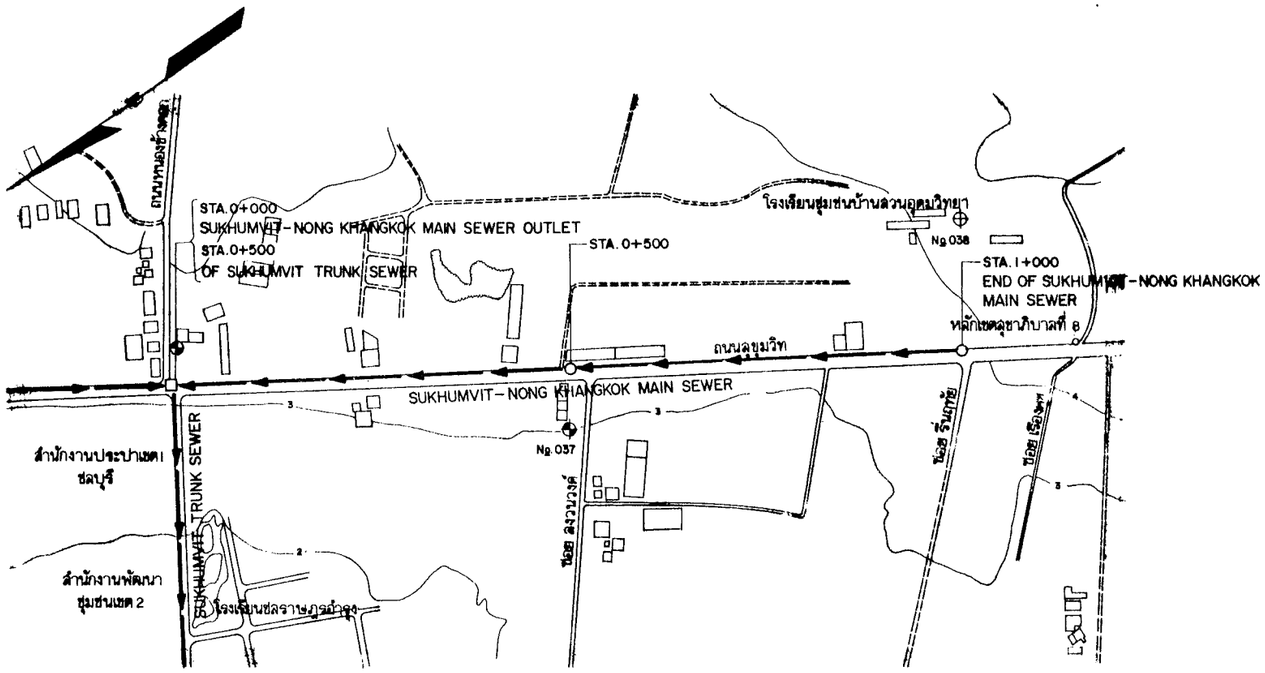
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองพัทยาชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

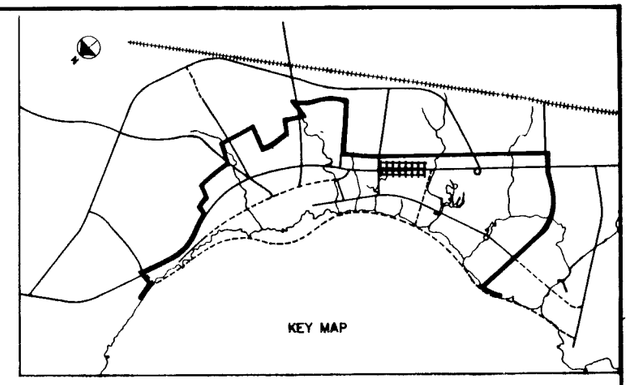
PLAN AND PROFILE OF SRI BURABHA MAIN SEWER

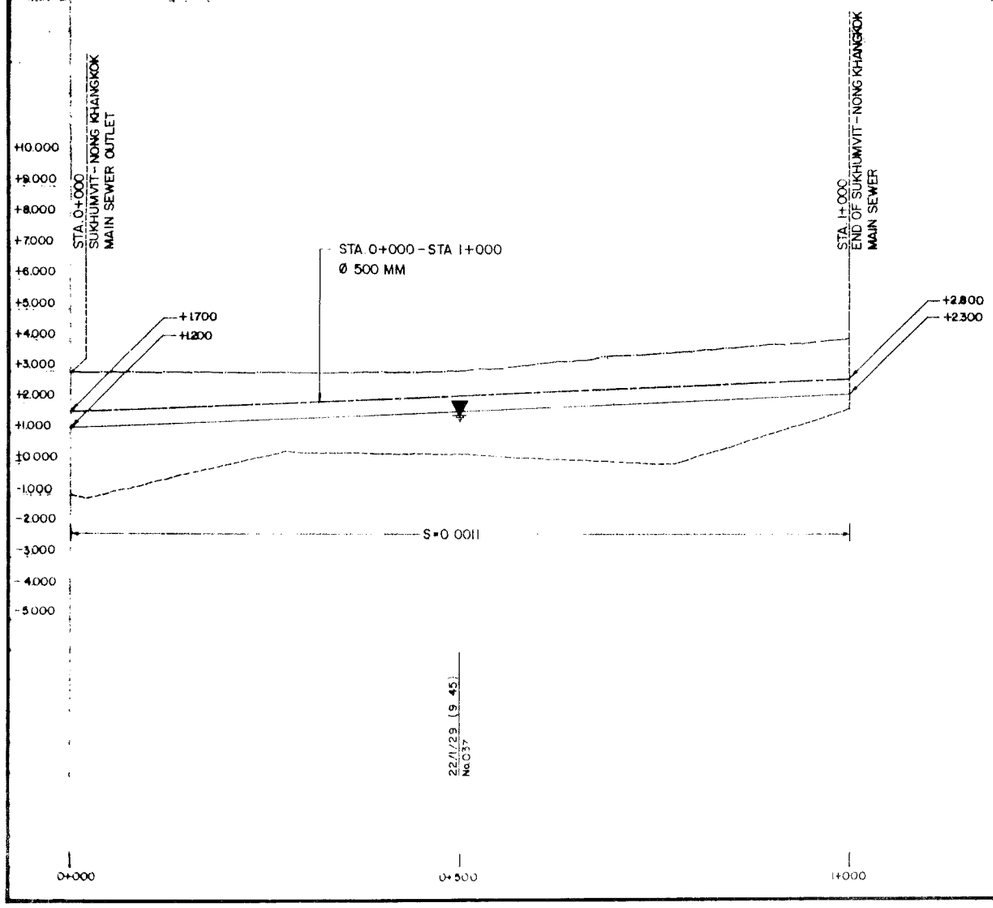
DESIGNED P. Ramesh
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET NO. 10/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG. NO. S 20310

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH







LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-18
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธานหนองข้างคอก

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

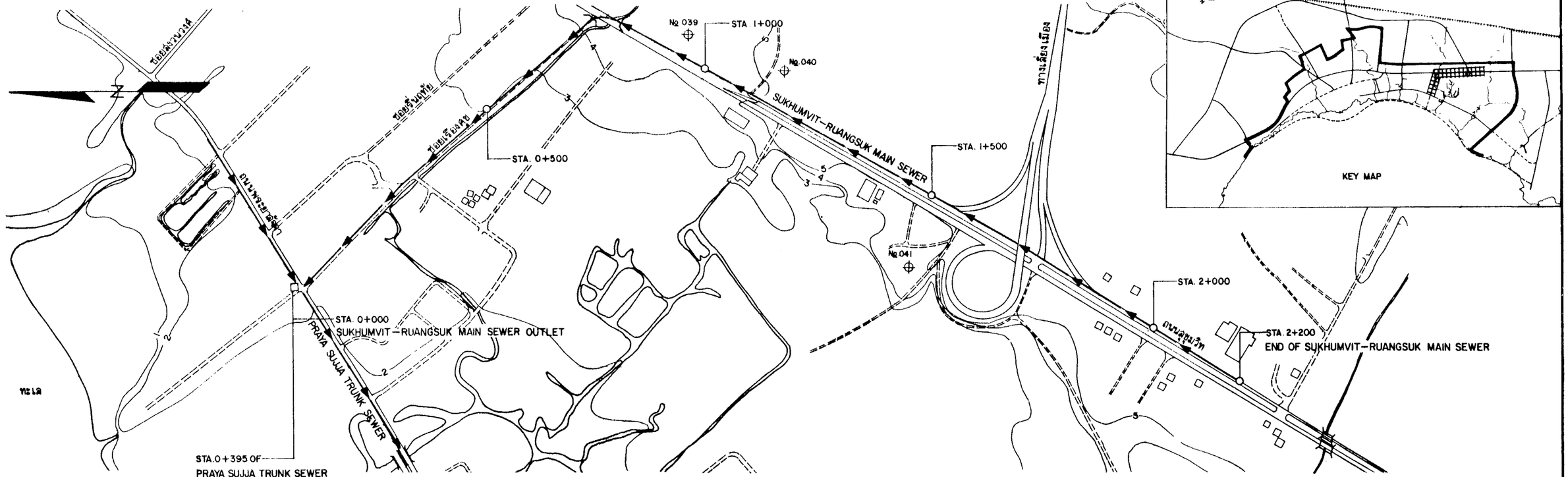
การศึกษาความเหมาะสม และ การออกแบบรายละเอียดโครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม เมืองพัทยาและชลบุรี
FEASIBILITY STUDIES AND DETAILED DESIGN FOR FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN CHONBURI DEVELOPMENT PLANNING AREA

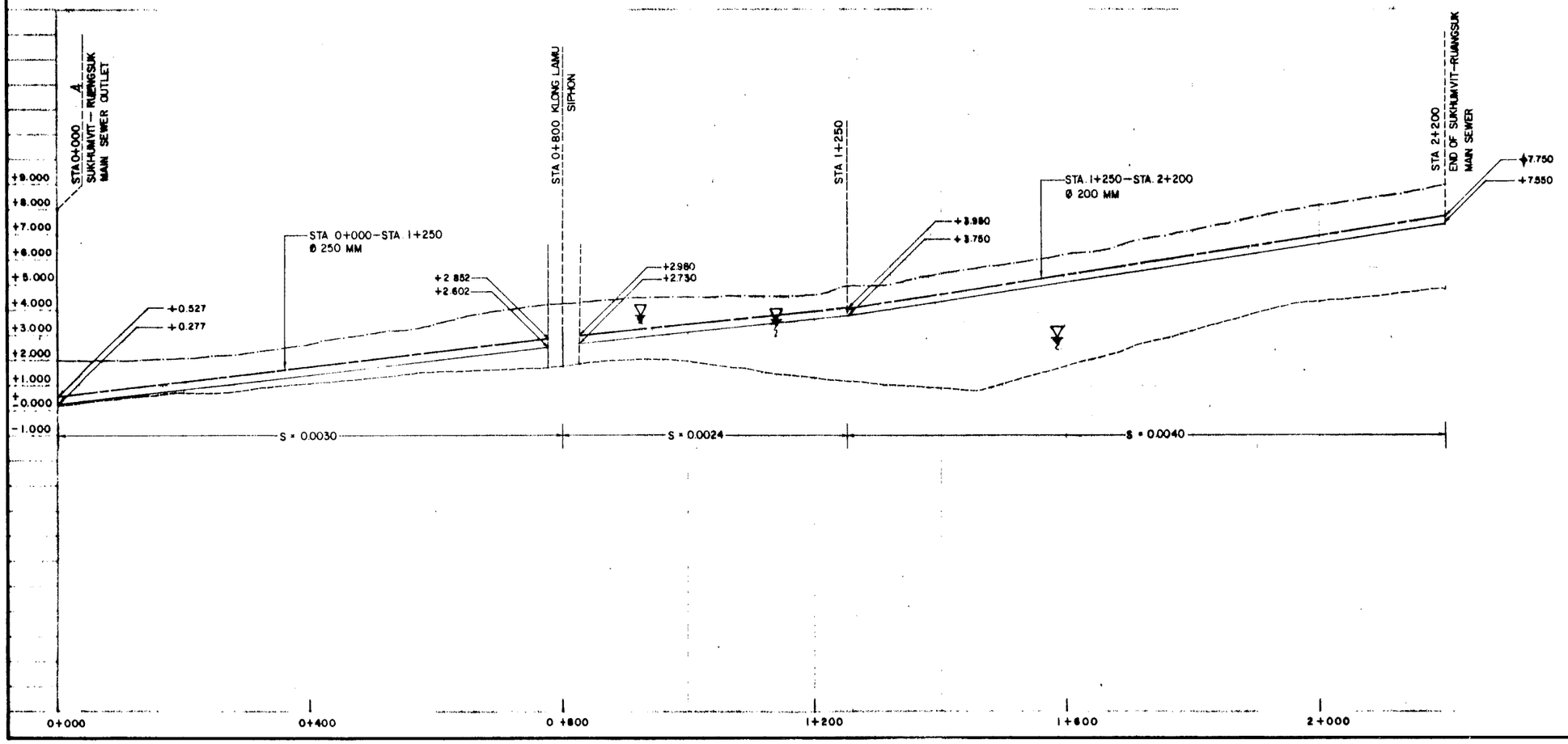
PLAN AND PROFILE OF SUKHUMVIT-NONG KHANGKHOK MAIN SEWER

DESIGNED
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET NO. 11/18 | DATE JULY 1986 | SCALE H= 1:4000 V= 1:400 | DWG NO. 3 2041

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH





LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-19
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธานสุขุมวิท – เรืองคุย

กรมโยธาธิการ กระทรวมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

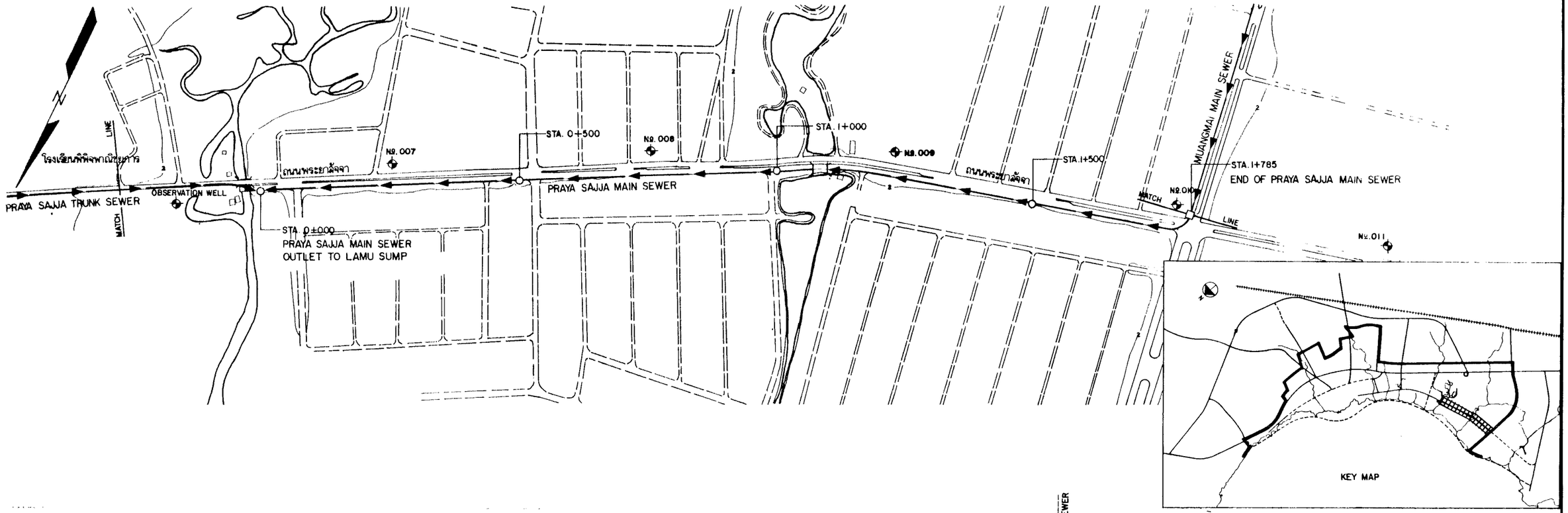
การศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLAN AND PROFILE OF SUKHUMVIT – RUANGSUK MAIN SEWER

DESIGNED P. Pawit
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. 28/48 | DATE 5 JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG. No. B 20312

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



รปที่ 4-20
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย ลายประธานพระยาสัจจา

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

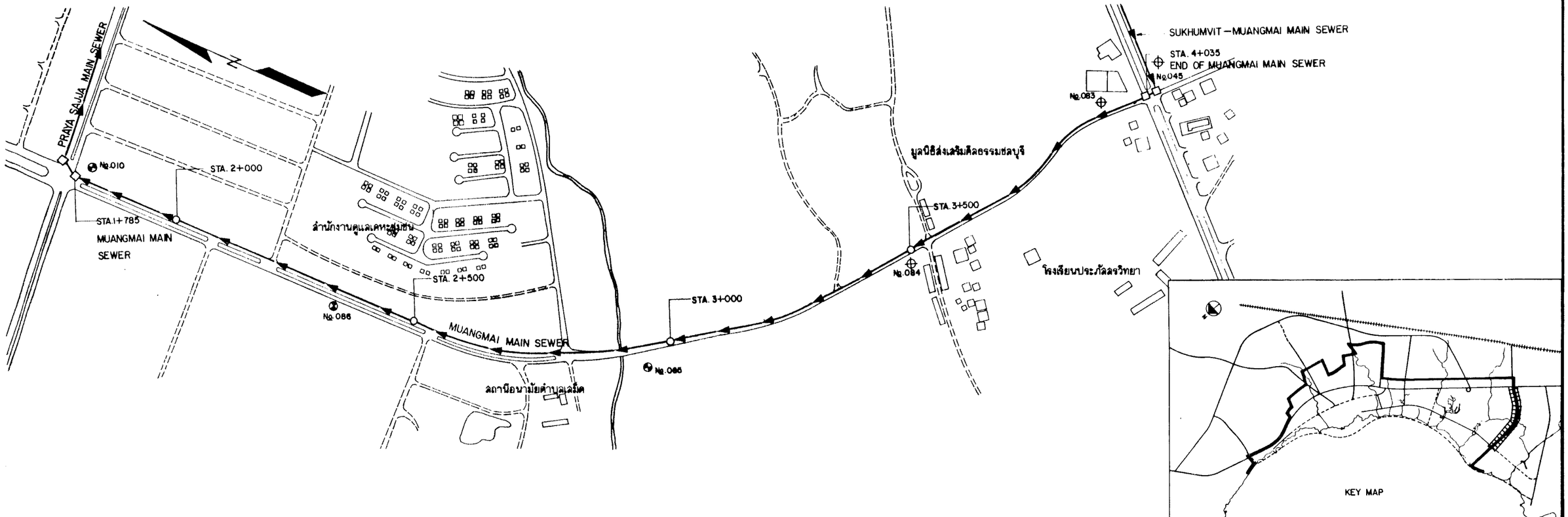
การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบรายละเอียด โครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม เมืองเทศบาลบุรี
FEASIBILITY STUDIES AND DETAILED DESIGN FOR FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN CHONBURI DEVELOPMENT PLANNING AREA

PLAN AND PROFILE OF PRAYA SAJJA MAIN SEWER

DESIGNED P. Pornit
DRAWN
CHECKED
APPROVED Smith Kampanya

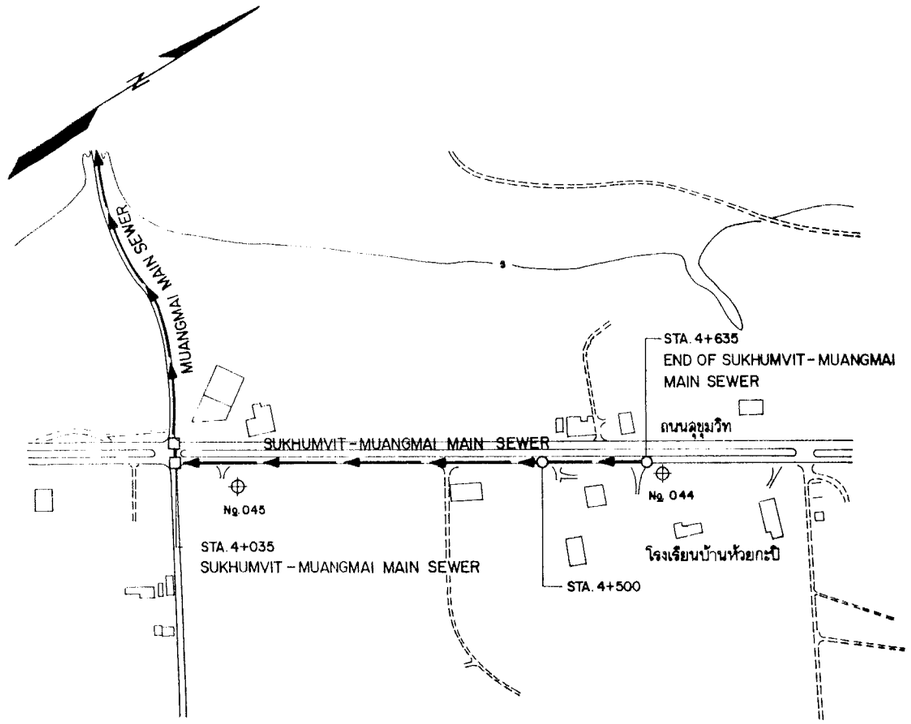
SHEET NO. 13/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:400 | DWG. NO. S 20313

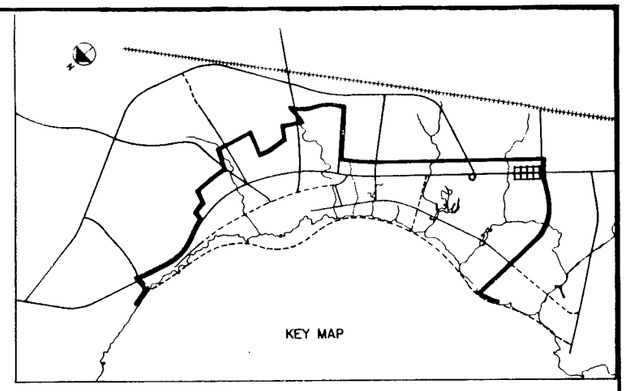
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

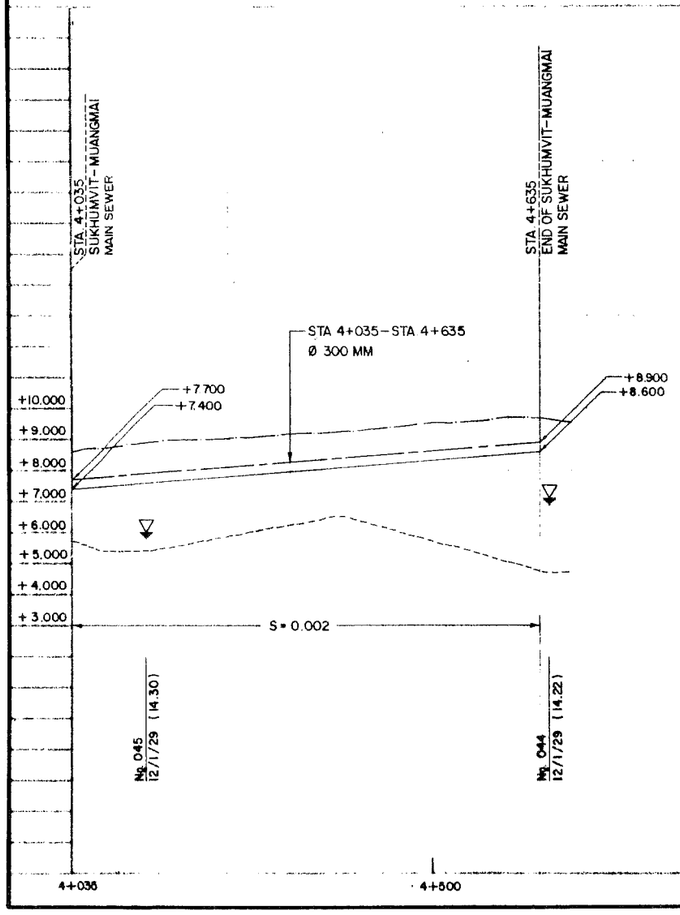


รูปที่ 4-21
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธานเมืองใหม่

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR	
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY	
PLAN AND PROFILE OF MUANGMAI MAIN SEWER	DESIGNED DRAWN CHECKED APPROVED
SHEET No. 14/15	DATE JULY 1986
SCALE H = 1:4000 V = 1:100	DWG No. S 20314
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH	







LEGEND

- MAIN, TRUNK OR INTERCEPTING SEWER
- ROAD SURFACE OR NATURAL GROUND LEVEL
- CROWN OF SEWER
- INVERT OF SEWER
- HARD STRATUM
- GROUND WATER OBSERVATION WELL
- GROUND WATER LEVEL
- JUNCTION MANHOLE
- LIFT STATION
- SIPHON

รูปที่ 4-22
แบบแปลนท่อรวบรวมน้ำเสีย
สายประธานสุขุมวิท – เมืองใหม่

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

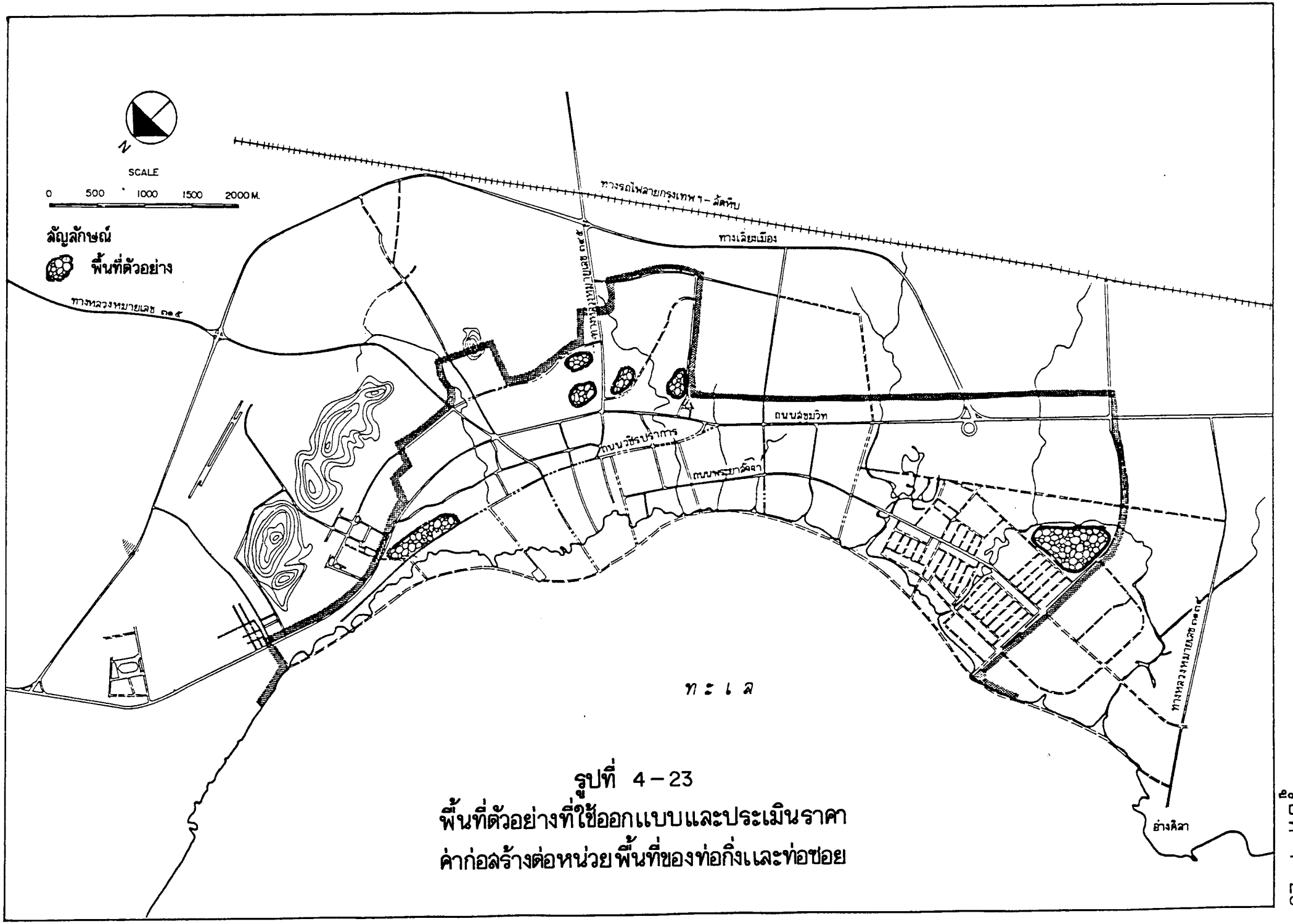
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM
FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLAN AND PROFILE
OF
SUKHUMVIT MUANGMAI
MAIN SEWER

DESIGNED
DRAWN
CHECKED
APPROVED

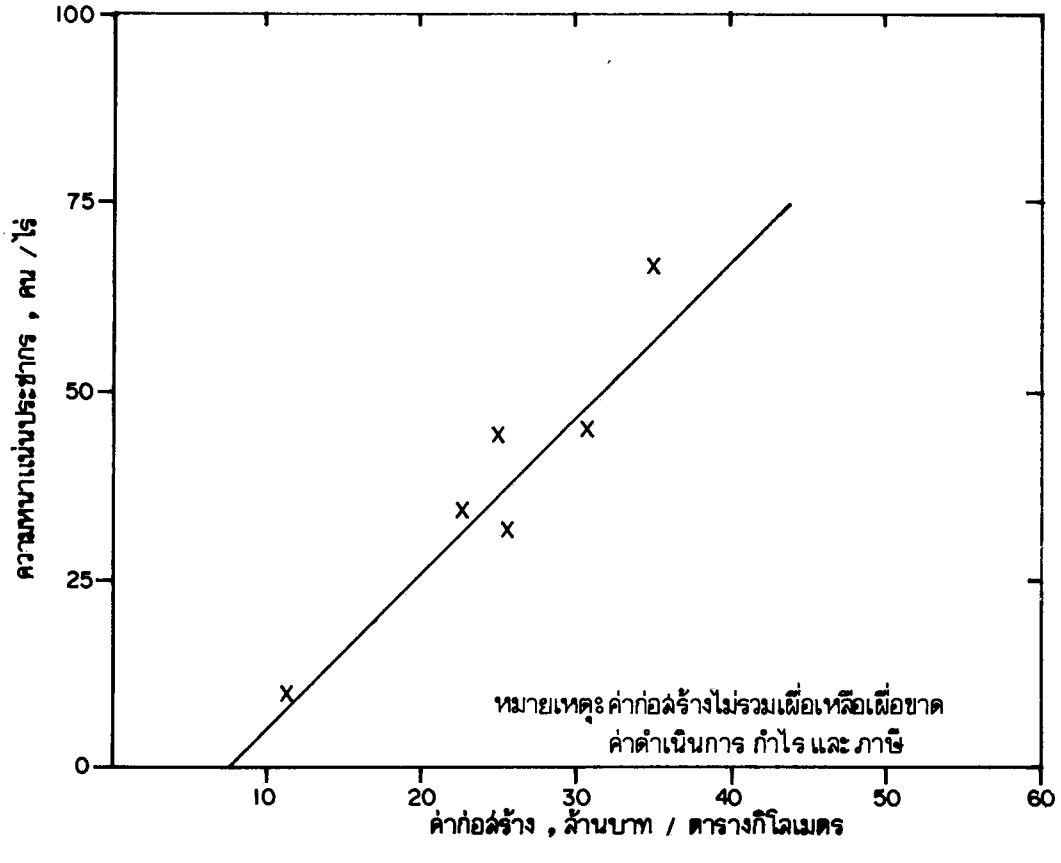
SHEET No. 15/15 | DATE : JULY 1986 | SCALE H = 1:4000 V = 1:100 | DWG No. S 20315

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



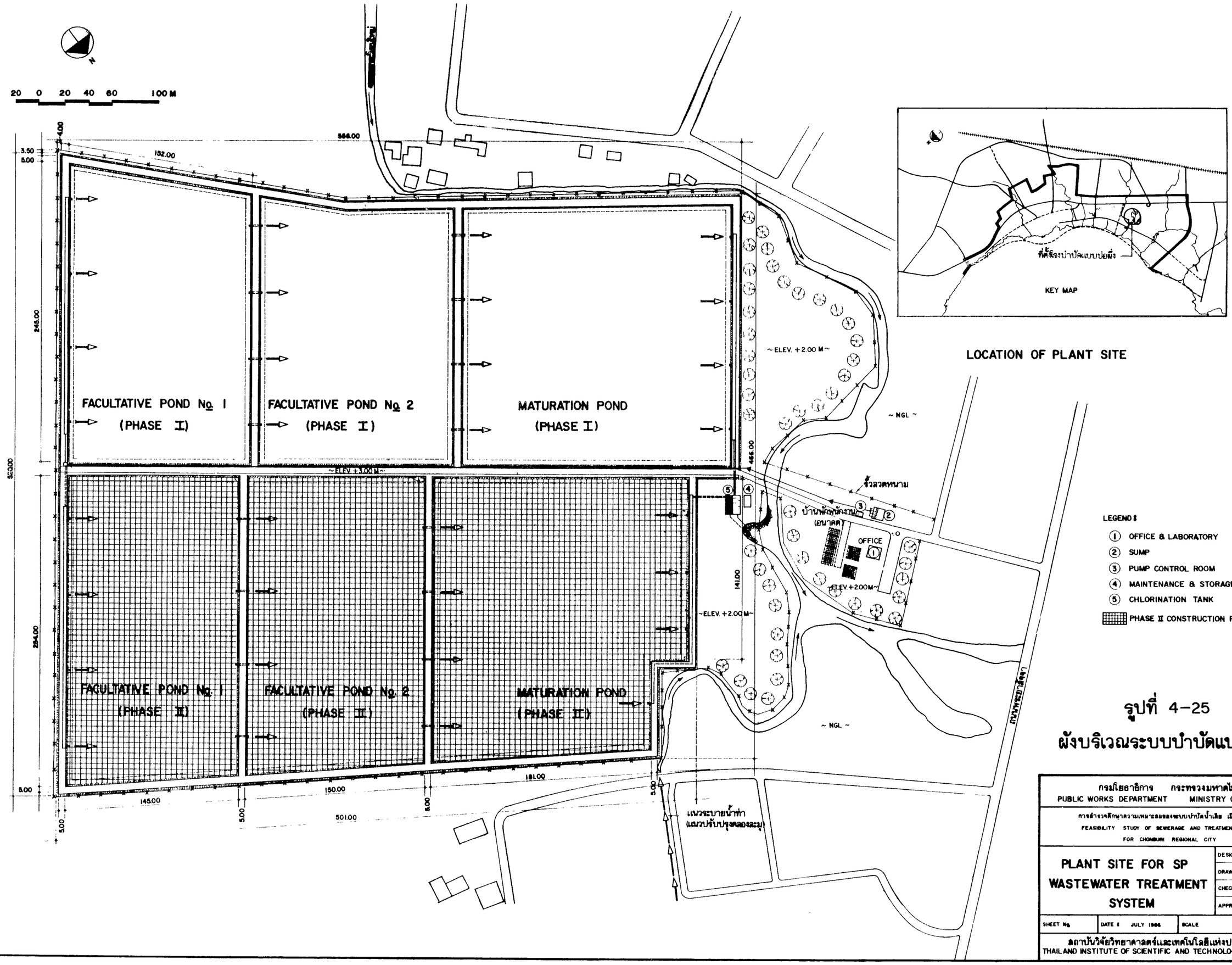
รูปที่ 4 – 23
พื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ออกแบบและประเมินราคา
ค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่ของท่อกิ่งและท่อซอย

รูปที่ 4 – 23



รูปที่ 4 – 24

ราคาต่อหน่วยของค่าก่อสร้างท่อกิ่งและท่อซอยเพื่อรับน้ำเสีย



รูปที่ 4-25
ผังบริเวณระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

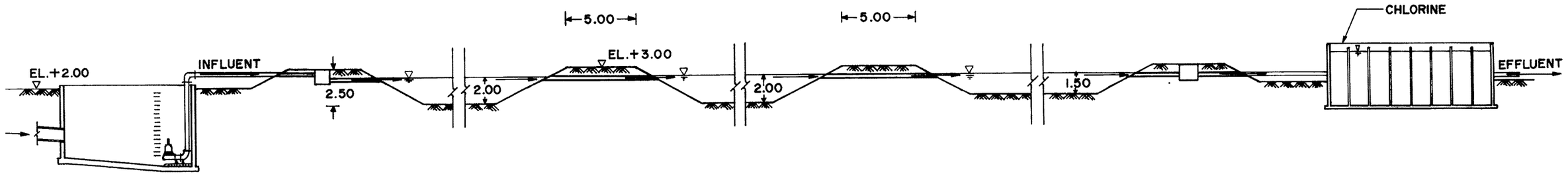
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักระบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLANT SITE FOR SP WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

DESIGNED P. Phasic
DRAWN
CHECKED Plan Ethe
APPROVED Smith, Kampempool

SHEET No. | DATE : JULY 1986 | SCALE | DWG No.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



SUMP
(9x9x5.50)

FACULTATIVE POND

FACULTATIVE POND

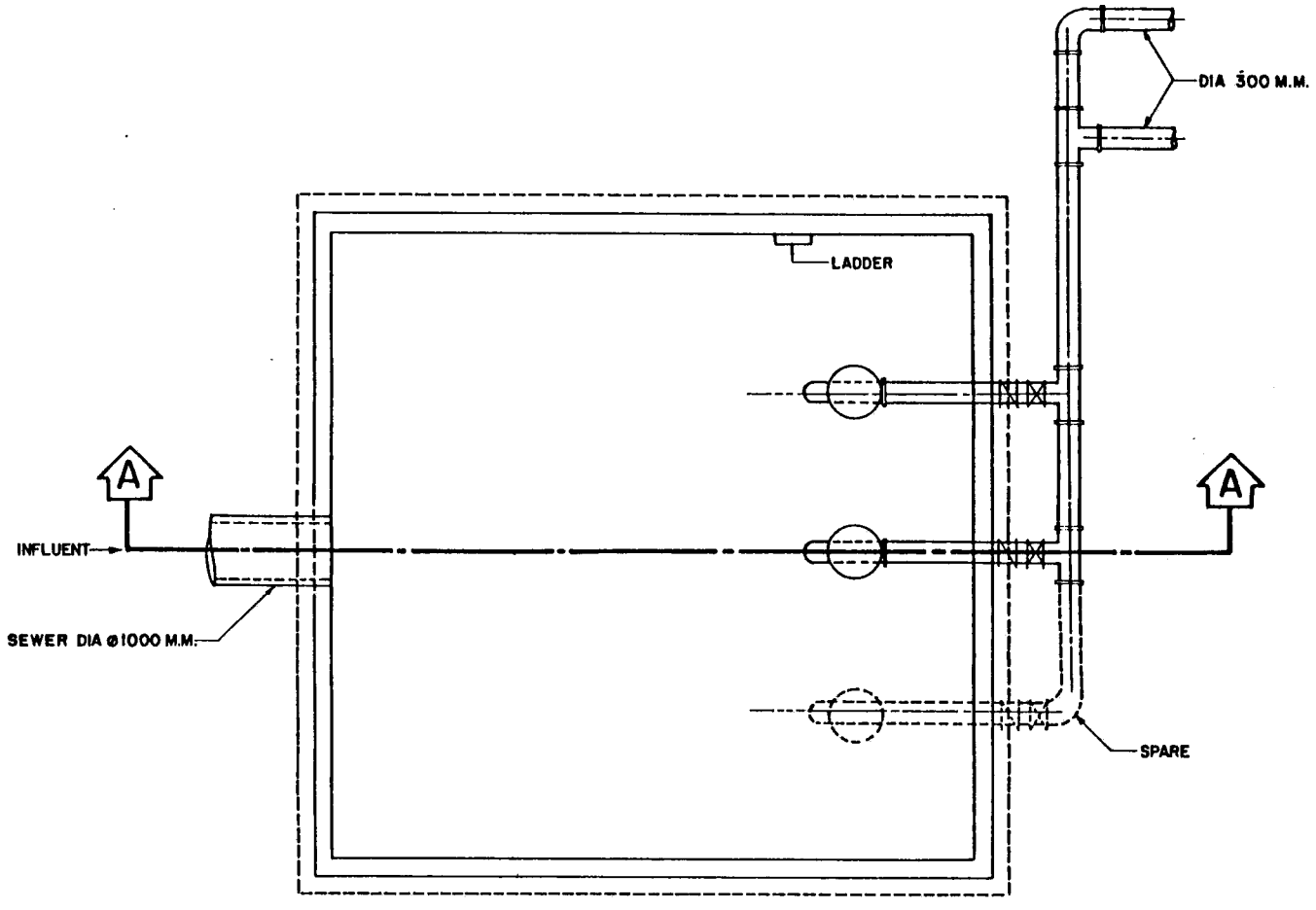
MATURATION POND

CHLORINATION TANK
(2-4x10x4)

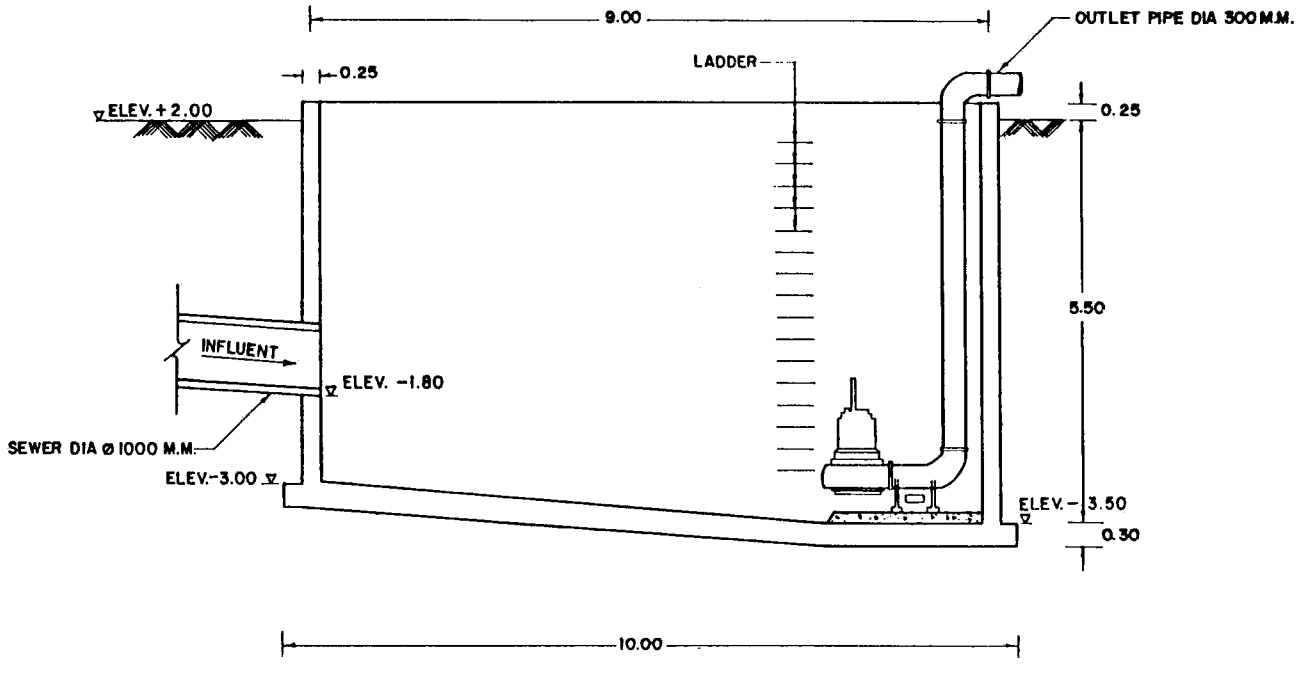
ALL DIMENSIONS ARE IN METER

รูปที่ 4-26
รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



PLAN

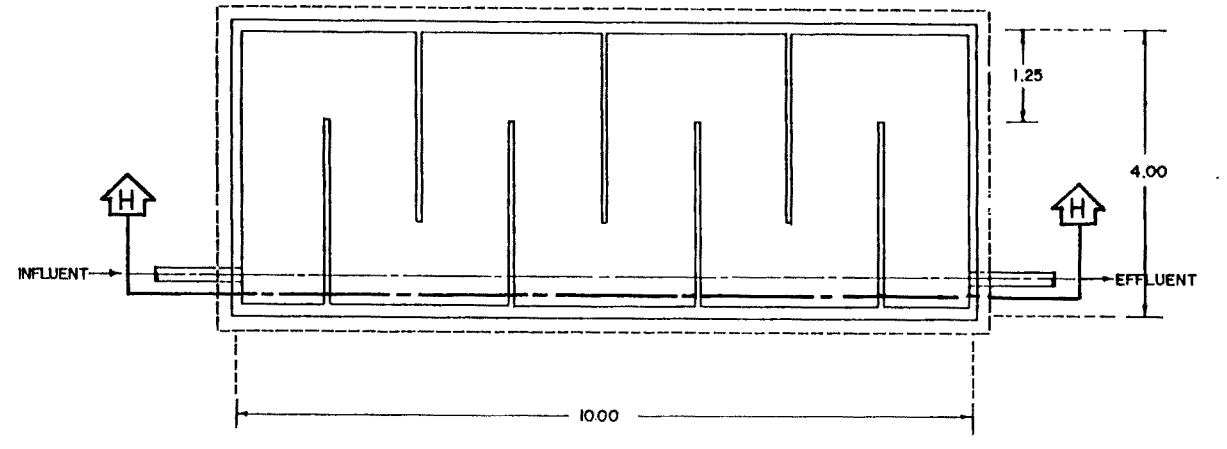


ALL DIMENSIONS ARE IN METER

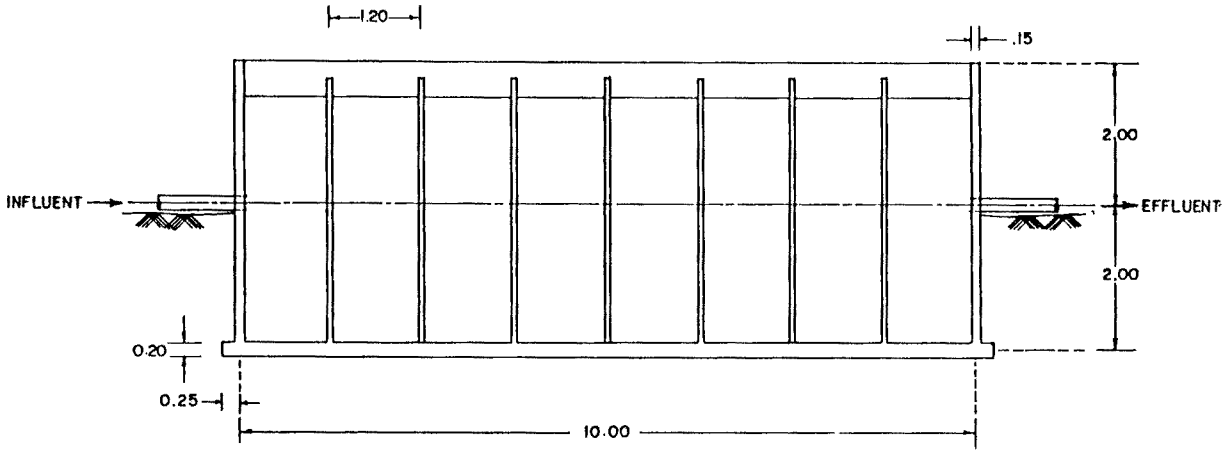
SECTION A-A

รูปที่ 4-27

แบบแปลน INFLUENT SUMP AND PUMPS



PLAN



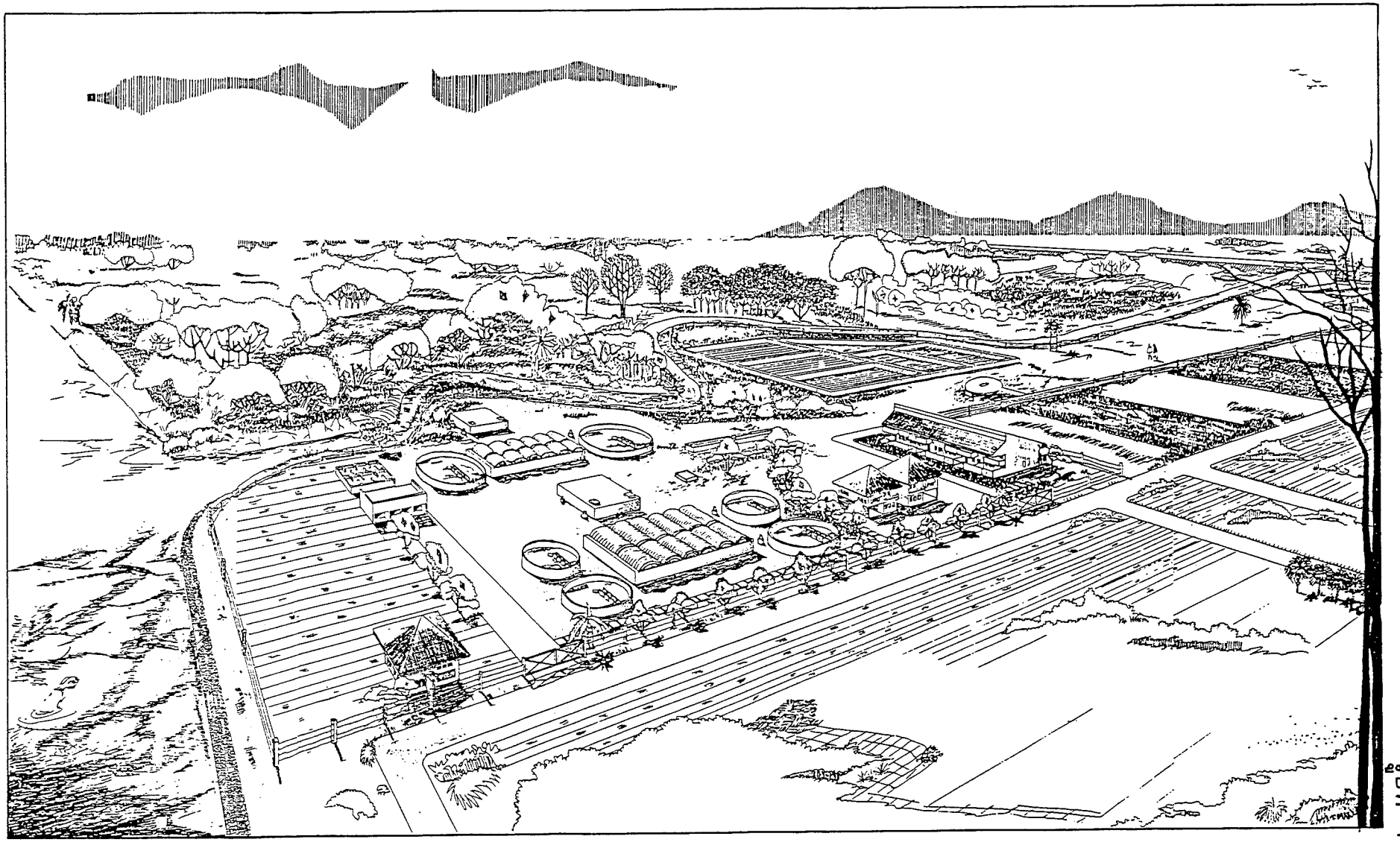
SECTION H-H

ALL DIMENSIONS ARE IN METER.

CHLORINATION TANK

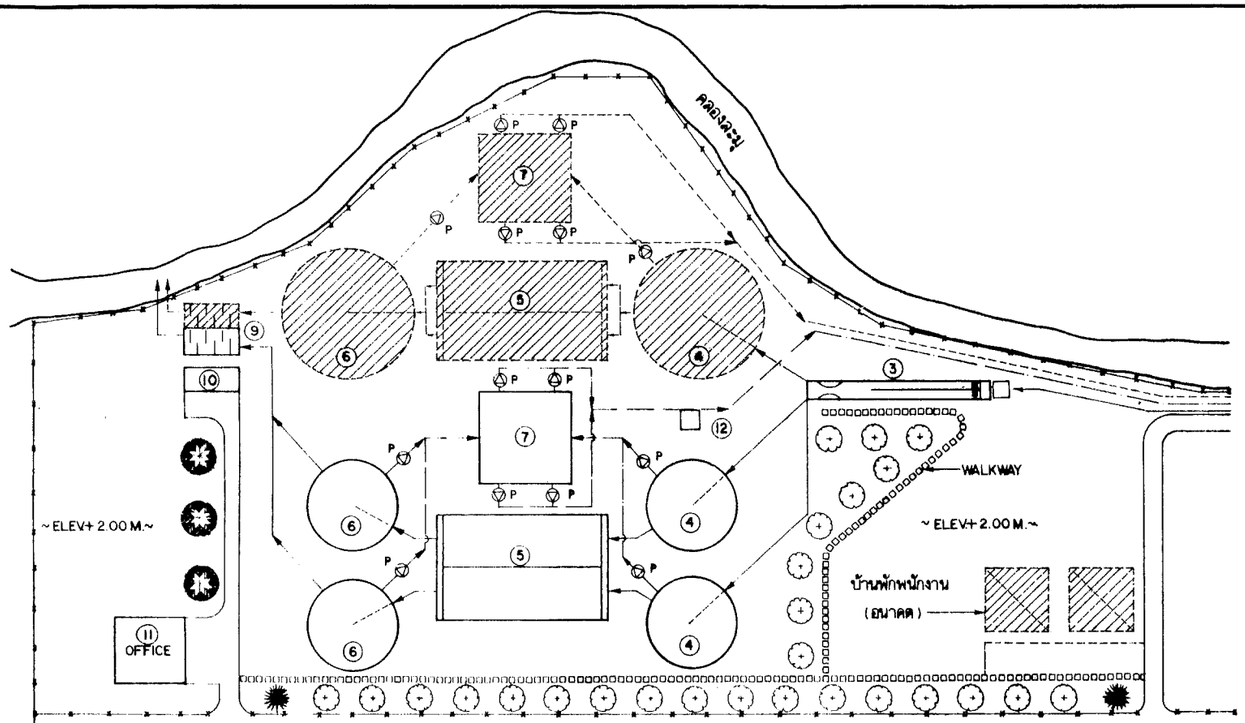
รูปที่ 4-28

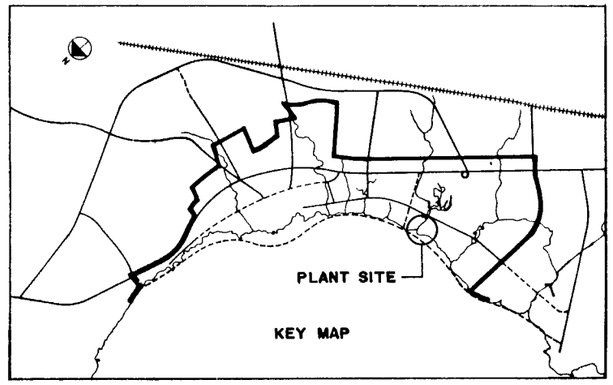
แบบแปลน CHLORINATION TANK



รูปที่ 4-29

รูปที่ 4-29
ทัศนียภาพบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ที่ปากคลองละมุ



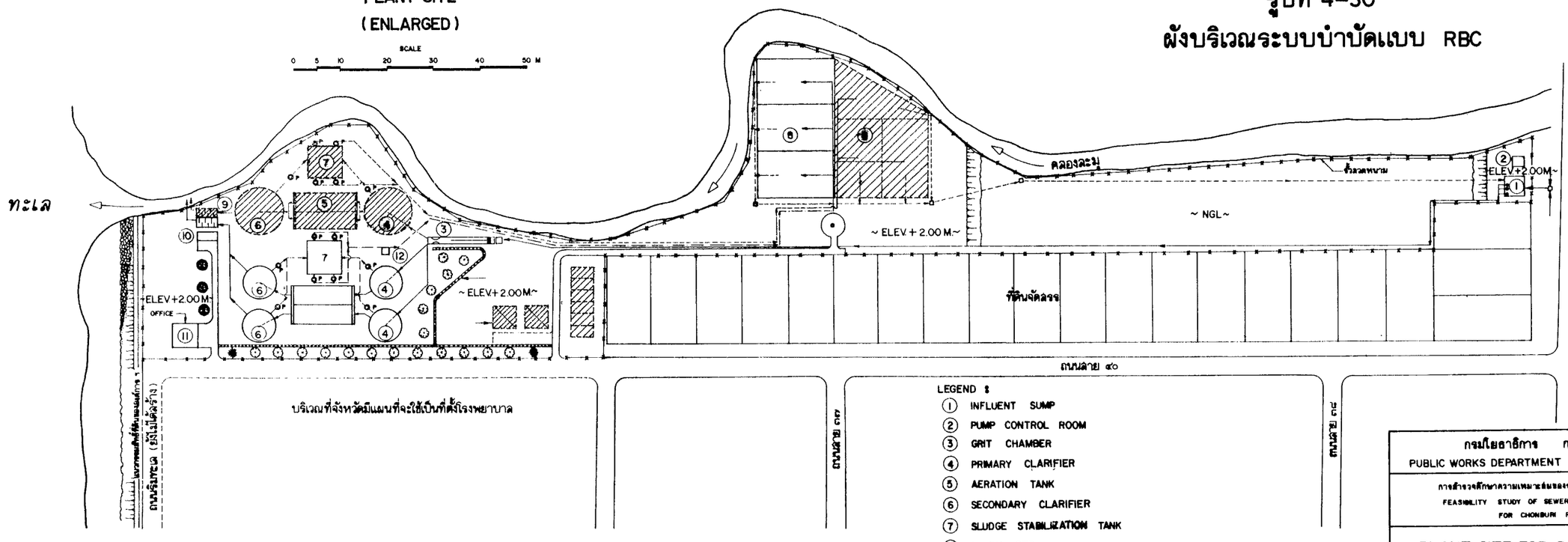


LOCATION OF PLANT SITE

PLANT SITE
(ENLARGED)

SCALE
0 5 10 20 30 40 50 M

รูปที่ 4-30
ผังบริเวณระบบบำบัดแบบ RBC



PLANT SITE

SCALE
0 5 10 20 30 40 50 M

LEGEND :
1. INFLUENT SUMP
2. PUMP CONTROL ROOM
3. GRIT CHAMBER
4. PRIMARY CLARIFIER
5. AERATION TANK
6. SECONDARY CLARIFIER
7. SLUDGE STABILIZATION TANK
8. DRYING BED
9. CHLORINATION TANK
10. STORAGE AND MAINTENANCE SHOP
11. OFFICE AND LABORATORY
12. SCUM SUMP

PHASE II CONSTRUCTION PROGRAM

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

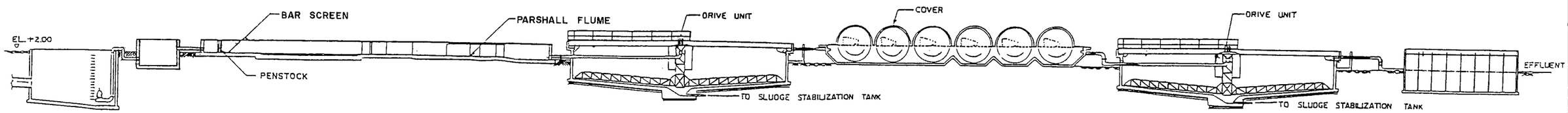
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PLANT SITE FOR RBC WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

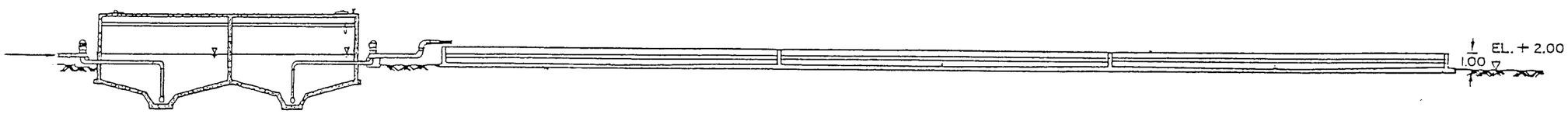
DESIGNED
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET No. | DATE : JULY 1986 | SCALE | DWG. No.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



SUMP (9x9x5.50) | DISTRIBUTION BOX | GRIT CHAMBER | PRIMARY CLARIFIER (2-Ø16x4) | AERATION TANK (RBC) (2-15x26x2) | SECONDARY CLARIFIER (2-Ø16x3.5) | CHLORINATION TANK (2-4x10x4)



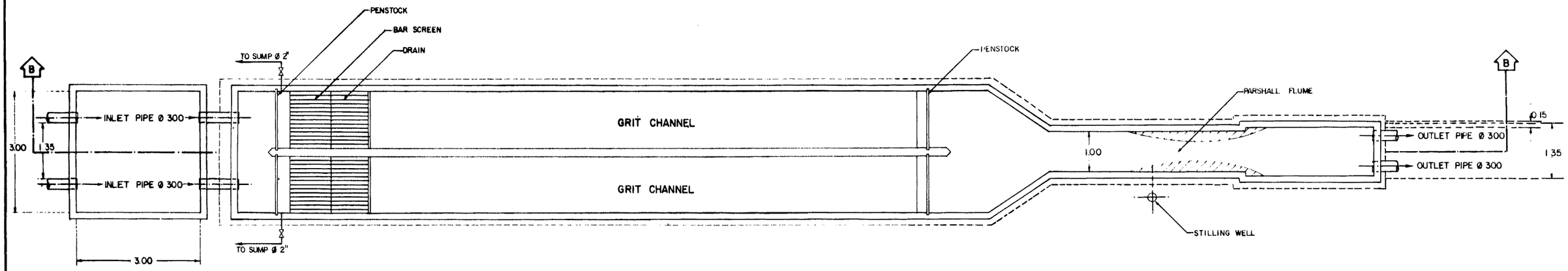
SLUDGE STABILIZATION TANK (2-15x15x5.5)

DRYING BED (6-20x34x1.0)

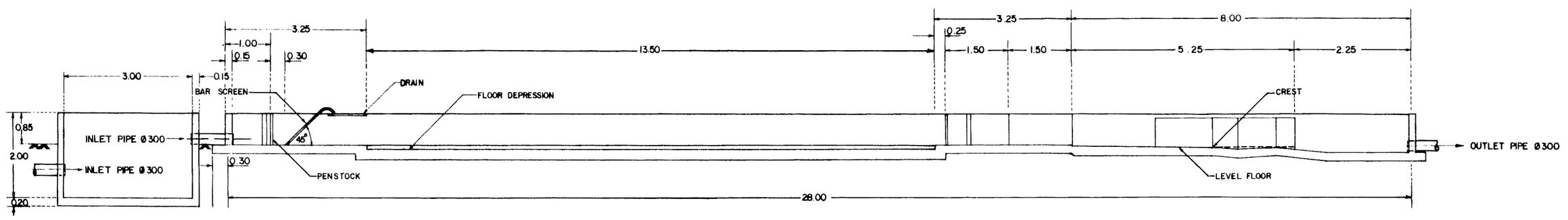
ALL DIMENSIONS ARE IN METER

รูปที่ 4-31
รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
รูปตัดระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



PLAN



SECTION B – B

รูปที่ 4 – 32
แบบแปลน GRIT CHAMBER

SCALE
0 1 2 3 4 5 M.

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

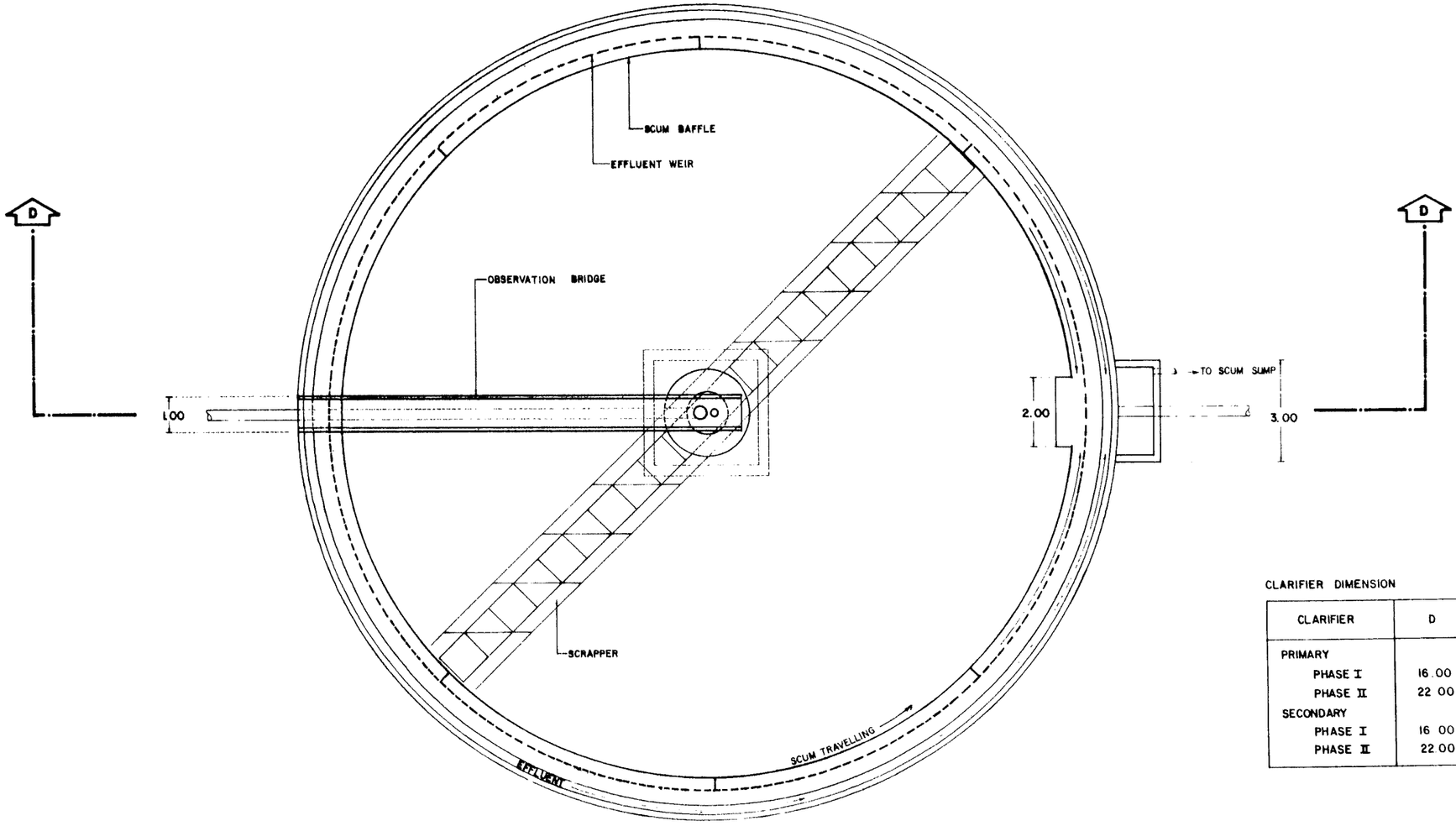
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM
FOR CHONBURI REGIONAL CITY

GRIT CHANNELS
AND
PARSHALL FLUME

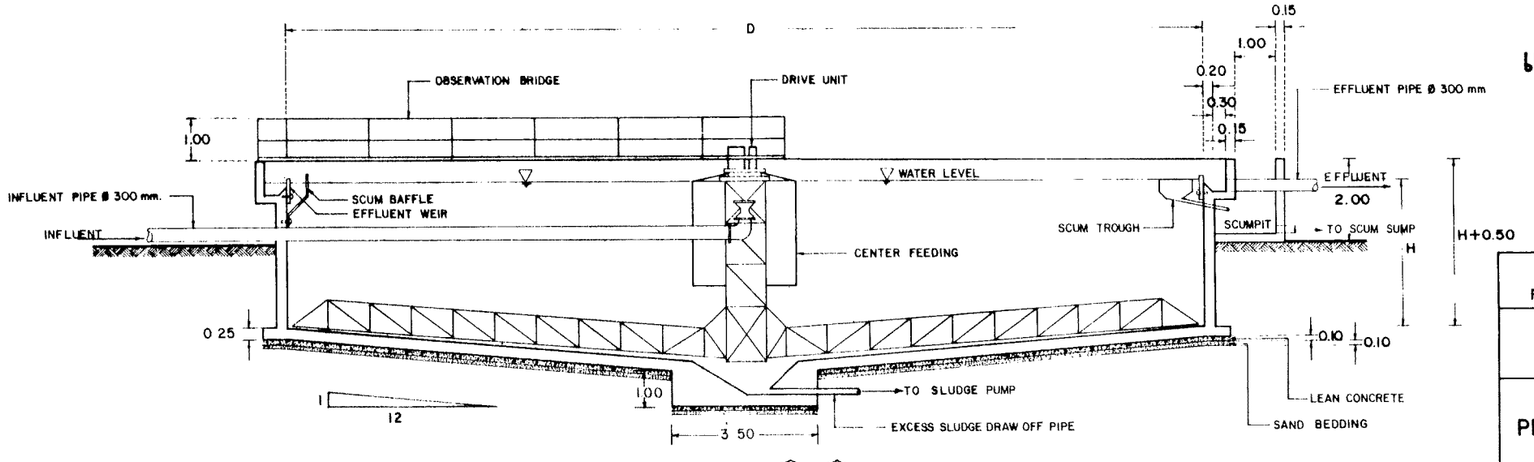
DESIGNED P. Prasit
DRAWN
CHECKED Nan Kla
APPROVED Sumit Pi. Kampanya

SHEET No. | DATE : JULY 1986 | SCALE 1 : 50 | DWG. No.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



PLAN



SECTION D-D

CLARIFIER DIMENSION

CLARIFIER	D	H
PRIMARY		
PHASE I	16.00	3.50
PHASE II	22.00	3.50
SECONDARY		
PHASE I	16.00	3.00
PHASE II	22.00	3.00

NOTES
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METER.
2. PILE FOUNDATION NOT SHOWN.

รูปที่ 4-33
แบบแปลน PRIMARY AND SECONDARY CLARIFIER

SCALE 0 1 2 3 4 5

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR

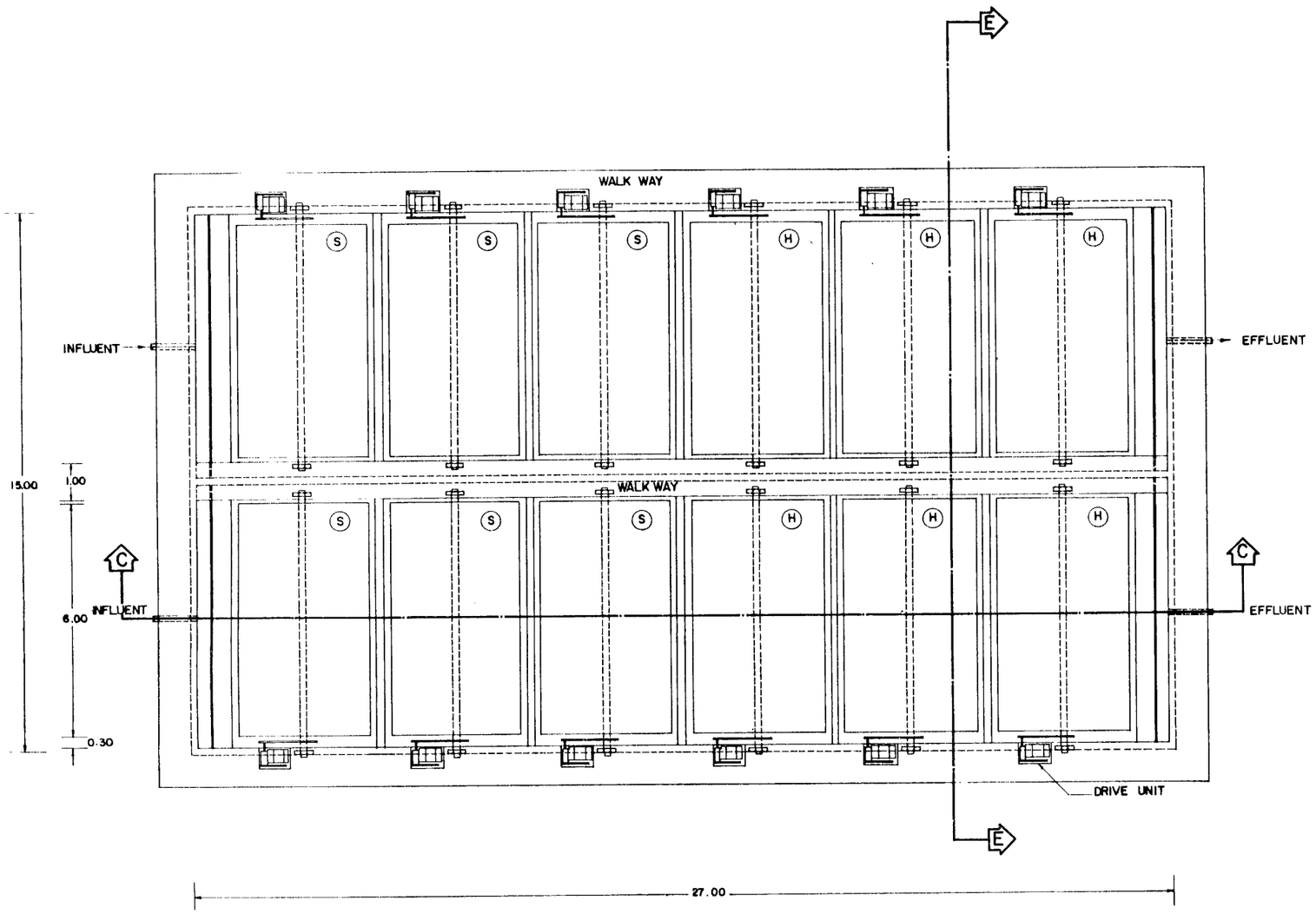
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักธานี
FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY

PRIMARY OR SECONDARY CLARIFIER

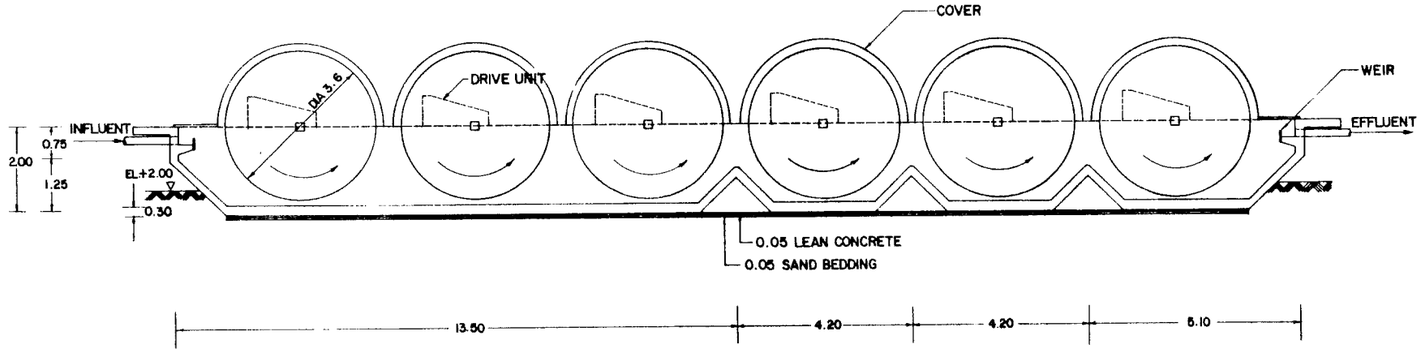
DESIGNED
DRAWN
CHECKED
APPROVED

SHEET NO. | DATE : JULY 1986 | SCALE 1:75 | DWG NO.

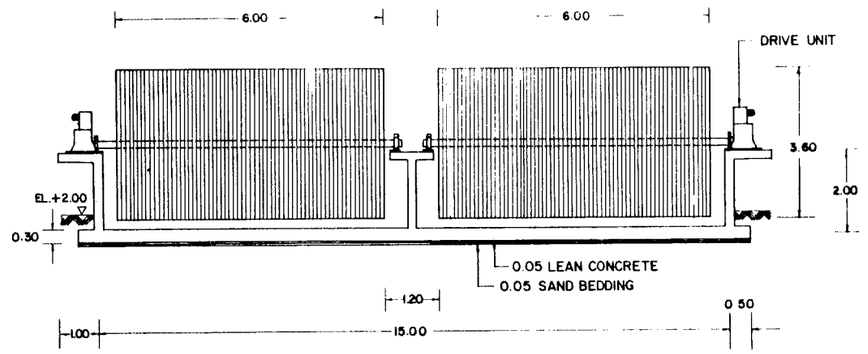
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH



PLAN



SECTION Ⓒ-Ⓒ



SECTION Ⓔ-Ⓔ

รูปที่ 4-34
แบบแปลน RBC AERATION TANK

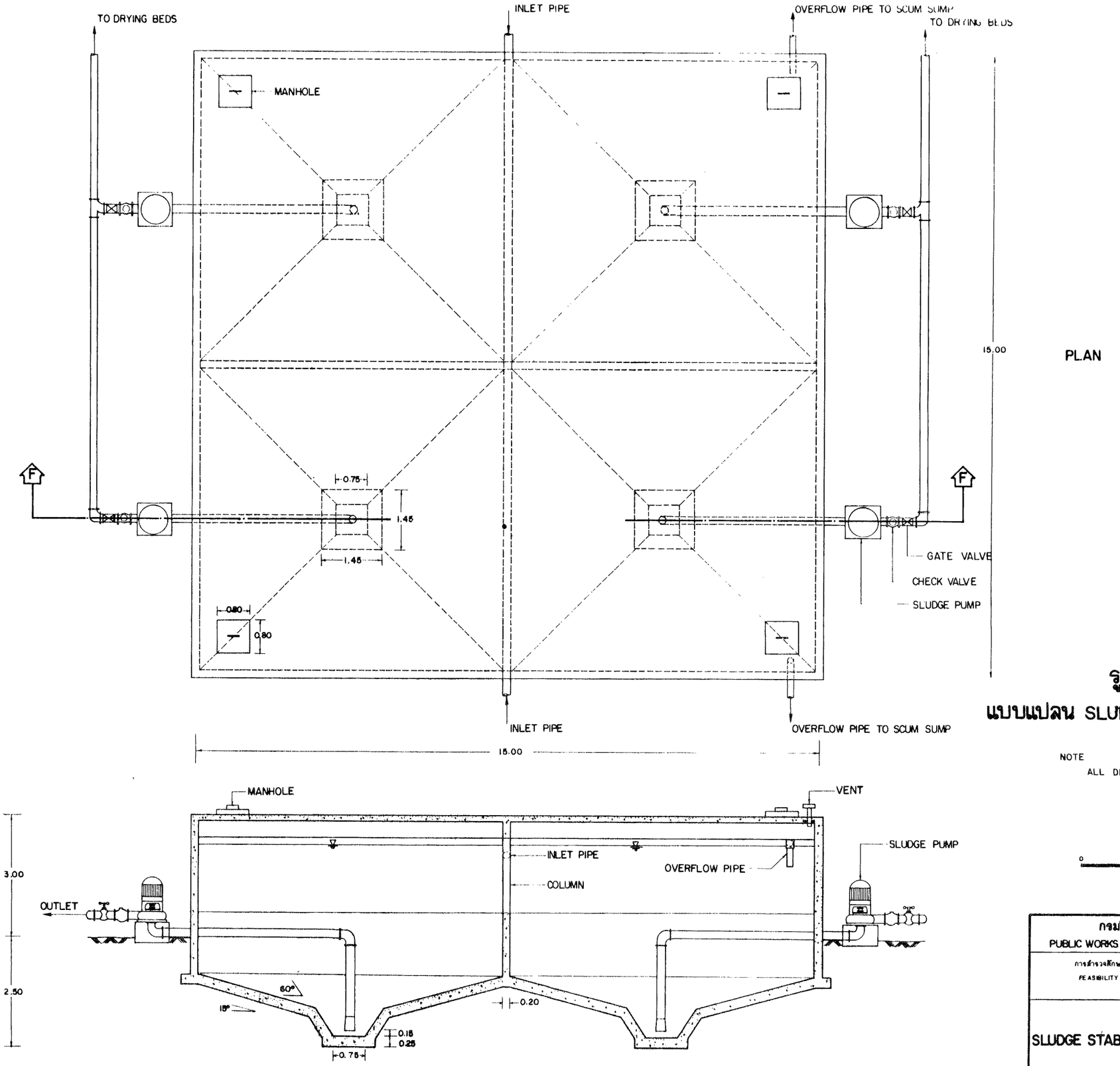
LEGEND :

(S) STANDARD DENSITY MEDIA

(H) HIGH DENSITY MEDIA

SCALE
0 1 2 3 4 5 M

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR	
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักของภูมิ FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY	
AERATION TANK FOR RBC WASTEWATER TREATMENT SYSTEM	DESIGNED DRAWN CHECKED APPROVED
SHEET No.	DATE : JULY 1986 / SCALE / DWG. No.
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH	



รูปที่ 4-35

แบบแปลน SLUDGE STABILIZATION TANK

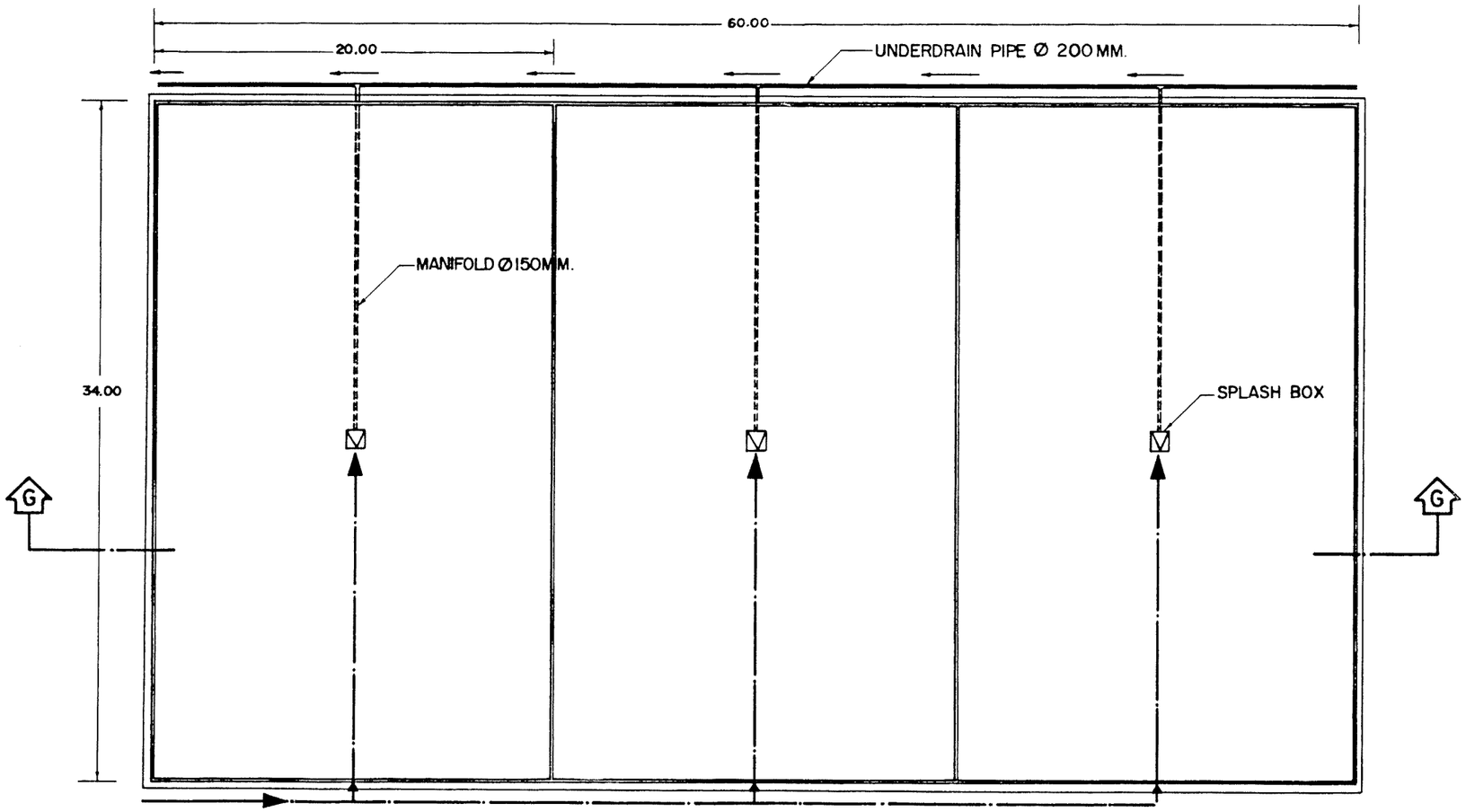
NOTE

ALL DIMENSIONS ARE IN METER

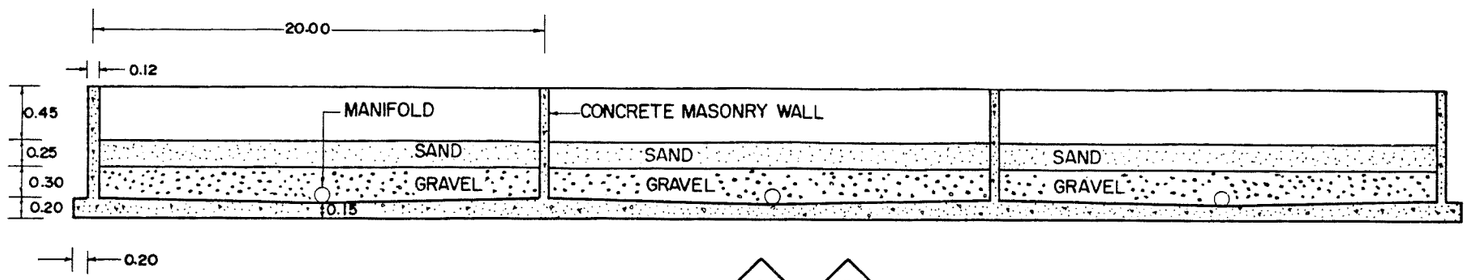
SCALE

0 1 2 3 4 5 M

กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR	
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND TREATMENT SYSTEM FOR CHONBURI REGIONAL CITY	
SLUDGE STABILIZATION TANK	DESIGNED DRAWN CHECKED APPROVED
SHEET No. / DATE : JULY 1986 / SCALE / DWG. No	
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH	



PLAN



SECTION G – G

DRYING BED

ALL DIMENSIONS ARE IN METER

รูปที่ 4 – 36
แบบแปลน DRYING BED

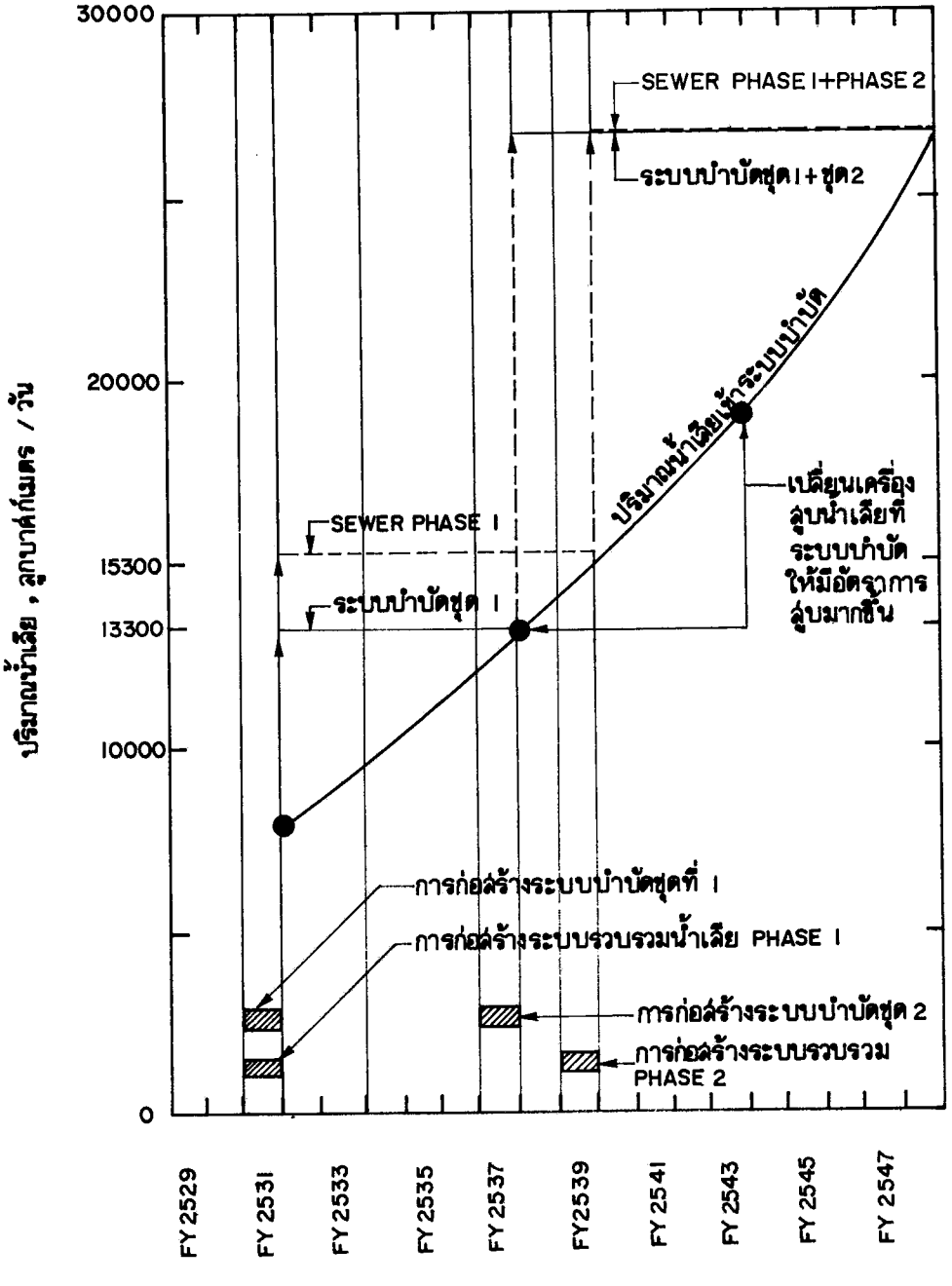
กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย PUBLIC WORKS DEPARTMENT MINISTRY OF INTERIOR
การสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย เมืองหลักชลบุรี
TYPICAL DRYING BED
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

รายการ	ปีงบประมาณ(FY)	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
	ปีใช้งาน				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.ศึกษาความเหมาะสมโครงการ																					
2.พิจารณาและอนุมัติโครงการ																					
3.หาแหล่งเงินทุน																					
4. ออกแบบรายละเอียด																					
5. การก่อสร้าง :																					
ระบบบำบัด (PHASE I)																					
ระบบรวบรวมน้ำเสีย(PHASE I)																					
ระบบบำบัด(PHASE II)																					
ระบบรวบรวมน้ำเสีย(PHASE II)																					
ท่อกิ่งและท่อซอย																					
6. การให้บริการ																					

รูปที่ 4-37

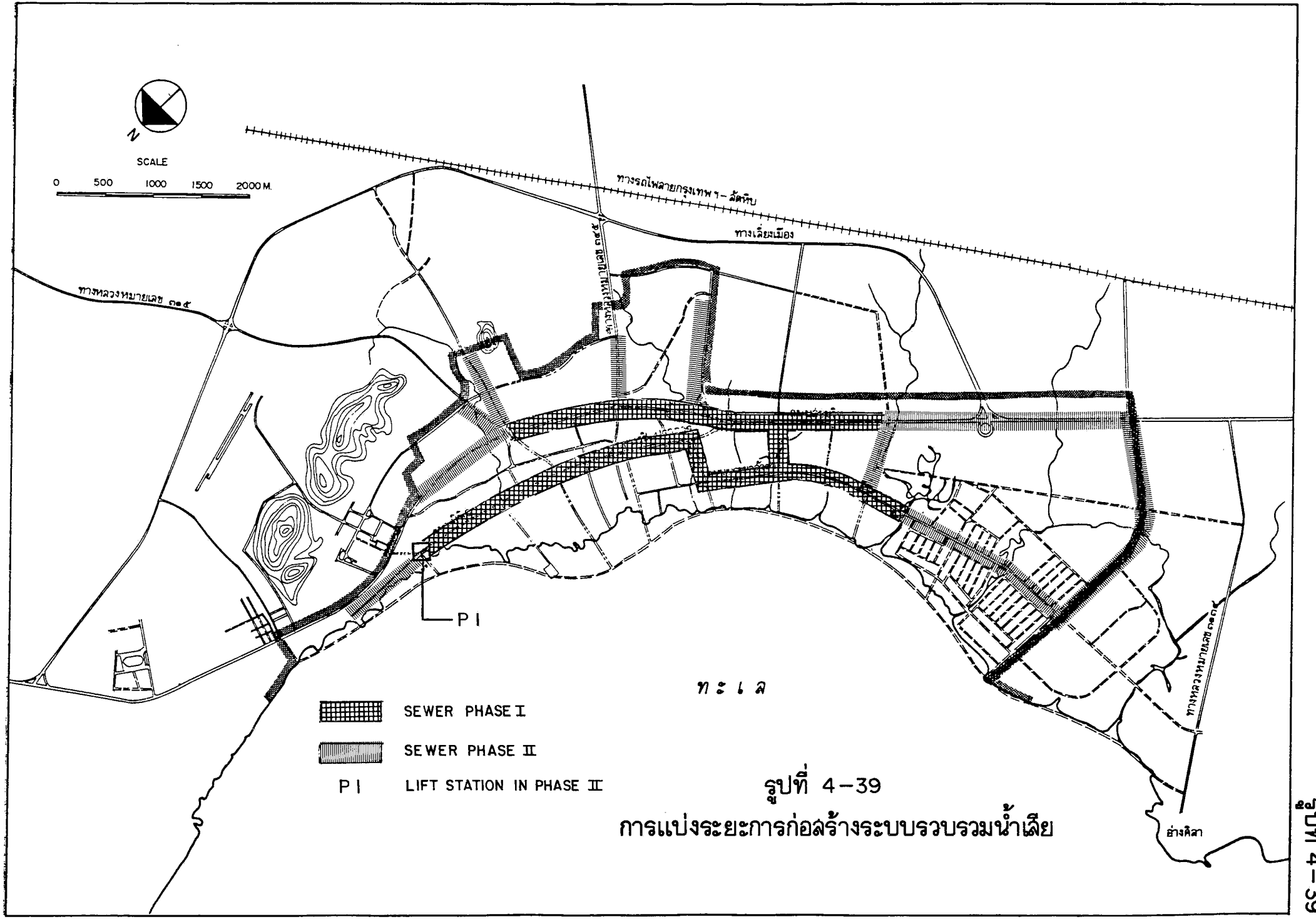
แผนการก่อสร้างและดำเนินโครงการ

รูปที่ 4-37



รูปที่ 4-38

การแบ่งช่วงก่อสร้างระบบบำบัดและระบบรวบรวมน้ำเสีย



รูปที่ 4-39
การแบ่งระยะการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย

รูปที่ 4-39

บทที่ 5

การประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

1. บทนำ

การศึกษาและประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ทางวิศวกรรมของระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหลักชลบุรีได้ดำเนินการและบรรยายในตอนต้นของรายงานนี้แล้ว ในบทนี้จะเป็นการศึกษาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลโครงการว่ามีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินหรือไม่ การศึกษาประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุน (หรือค่าใช้จ่าย) กับผลประโยชน์ตอบแทนโดยตรงของโครงการ ผลที่ได้จะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความคุ้มทุนของโครงการ ส่วนการวิเคราะห์ประเมินผลทางด้านการเงินเป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมและเป็นไปได้ในด้านการเงินที่เกี่ยวกับแหล่งเงินทุน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การใช้คืนเงินกู้ สถานะทางการเงินของโครงการ เป็นต้น

2. การประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ประเมินผลโครงการด้านเศรษฐศาสตร์ อาศัยหลักการของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ตอบแทน (Cost-Benefit Analysis : CBA) ทั้งนี้จะใช้เกณฑ์การประเมินความคุ้มทุนของโครงการ 2 ประการคือ

(ก) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost Ratio)

เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของค่าลงทุนต่าง ๆ ตลอดอายุของโครงการกับผลประโยชน์ที่ตีค่าเป็นเงินได้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$B/C = \frac{\Sigma_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\Sigma_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

ในที่นี้

B_t เป็น ผลประโยชน์ในปีที่ t
C_t เป็น ค่าใช้จ่ายในปีที่ t
t เป็น ปีของโครงการ
i เป็น อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

เกณฑ์ที่ใช้แสดงถึงความเหมาะสมและเป็นไปได้ของโครงการคือ B/C มีค่ามากกว่าหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเมื่อค่า B/C เกินกว่า 1 แล้ว ก็หมายความว่าผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการจะมีมากกว่าค่าลงทุนใช้จ่ายที่เสียไป

(ข) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return หรือ IRR)

เป็นอัตราที่จะทำให้ผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายที่ได้คิดลดเป็นค่าปัจจุบันแล้ว เท่ากัน IRR จึงแสดงถึงความสามารถของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุน เพื่อการนั้นพอดี

สูตรที่ใช้คือ

IRR คือ r (อัตราส่วนลด) ที่ทำให้ B/C Ratio มีค่าเป็นหนึ่ง

หรือ

$$NPV = \Sigma_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

เกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน เมื่อได้ IRR ออกมาแล้ว ก็นำไปเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทุน ซึ่งโดยปกติกำหนดไว้เท่ากับ 12% ซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนที่พิจารณาว่าน่าพอใจ โดยมีค่าใกล้เคียงกับดอกเบี้ยของพันธบัตรรัฐบาล ถ้า IRR ที่ได้สูงกว่าค่าเสียโอกาสของทุน ก็จะเป็นโครงการลงทุนที่คุ้มค่า แต่ถ้า IRR ที่ได้ต่ำกว่าค่าเสียโอกาสของทุน ก็จะเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า

2.1 การวิเคราะห์ราคา

เนื่องจากการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงผลประโยชน์ตอบแทนของโครงการที่มีต่อสังคมโดยส่วนรวม ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้ราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Price) เพื่อวัดมูลค่าที่แท้จริงของต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างไปจากราคาทางการเงินหรือราคาตลาด (Market Price)

ในการศึกษานี้ ใช้เฉพาะราคาตลาดเท่านั้นในการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากว่าราคาตลาดและราคาทางเศรษฐศาสตร์ของผลผลิตการประมง ซึ่งนับว่าเป็นผลประโยชน์โดยตรงของโครงการที่สำคัญที่สุดที่รวบรวมมาจากประมงจังหวัดชลบุรีและองค์การสะพานปลากรุงเทพ มีความแตกต่างกันน้อยมากหรือแทบไม่แตกต่างกันเลย

2.2 ค่าลงทุน

ค่าลงทุนในโครงการนี้ประกอบด้วยค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการรวมค่าซ่อมบำรุงรักษา และค่าเปลี่ยนทดแทนวัสดุอุปกรณ์ ส่วนประกอบของโครงการมี 2 ระบบคือ ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบรวบรวมน้ำเสียแบ่งออกเป็นระบบท่อหลักและท่อประธาน และระบบท่อกิ่งและท่อซอย ระบบบำบัดน้ำเสียที่พิจารณาในขั้นศึกษาความเหมาะสมนี้มีสองประเภทคือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง และระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC (Rotating Biological Contactors) และได้สรุปว่าควรเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC การก่อสร้างระบบท่อหลักและท่อประธานได้กำหนดเป็น 2 ระยะเพื่อให้พอเพียงกับปริมาณน้ำเสียที่รับเข้าบำบัดที่เพิ่มขึ้นในอนาคต เช่นเดียวกันระบบบำบัดน้ำเสียก็ได้กำหนดให้มีการก่อสร้างเป็น 2 ระยะ ส่วนระบบท่อกิ่งและท่อซอยกำหนดให้มีการก่อสร้างทุก ๆ ปีตั้งแต่เริ่มก่อสร้างระบบท่อหลัก

และท่อประธาน กำหนดการก่อสร้างต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-37 ของบทที่ 4 แล้ว และได้สรุปเป็นค่าใช้จ่ายในแต่ละปี (Cost Stream) ดังแสดงในตารางที่ 5-1 ซึ่งรวมถึงกำหนดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเสียของระบบต่าง ๆ ด้วย ค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษาในแต่ละปีซึ่งได้ประเมินไว้ในบทที่ 4 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-1 ด้วยแล้ว

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในตารางที่ 5-1 เป็นค่าที่ประเมินจากราคาตลาด (Market Prices) ในการแปลงค่าต้นทุนโครงการจากราคาตลาดให้เป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์นั้นทำได้โดยอาศัยตัวแปลงค่า (Conversion Factors) ซึ่งได้มาจากเอกสารของธนาคารโลก (อ้างอิง 45)

Description of Goods	Conversion Factor
Construction	0.740
O & M	0.721
Pump Replacement	0.771

2.3 ผลประโยชน์

ผลประโยชน์ของโครงการสามารถแยกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่ ผลประโยชน์ทางตรง (Tangible Benefits) ที่ประเมินเป็นตัวเลขที่เชื่อถือยอมรับได้ ซึ่งได้แก่ การเพิ่มรายได้จากการประมง การลดค่ารักษาพยาบาลโรคที่มาจากน้ำ รายได้เพิ่มจากการไม่ป่วยไข้ด้วยโรคที่มาจากน้ำ และการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม ผลประโยชน์ทางตรง (Tangible Benefits) ที่ประเมินเป็นตัวเลขได้แต่อาจมีปัญหาในการยอมรับได้แก่ การส่งเสริมการขยายพันธุ์สัตว์น้ำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประมง ค่าธรรมเนียมการทำประมงในพื้นที่อนุญาต และผลประโยชน์ทางอ้อม (Intangible Benefits) ที่ไม่อาจประเมินเป็นตัวเลขได้ ได้แก่ การส่งเสริมทางด้านนันทนาการ การปรับปรุงสภาวะแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น ปรับปรุงคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณอ่าวชลบุรี ส่งเสริมคุณภาพชีวิตด้านสาธารณสุข เช่น ทำให้ประชากรมีอายุยืนยาวขึ้น สุขภาพดีขึ้น มีความเป็นอยู่ดีขึ้น มีความภูมิใจในบริการด้านนี้ของรัฐ เป็นต้น

2.3.1 ผลประโยชน์ด้านการประมง

มูลค่าผลประโยชน์จากพื้นที่อ่าวชลบุรีในปัจจุบันได้จากกิจการประมงต่าง ๆ เช่น เลี้ยงหอย จับกุ้ง ปู ปลาต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวชลบุรี ซึ่งในปัจจุบันได้รับผลกระทบโดยตรงจากการที่ภาวะน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมคุณภาพ เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต (ภาคผนวกที่ 9) ได้ประเมินว่ากิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องเลิกไปในอนาคต เนื่องจากปัญหาน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเน่าเสียหากไม่มีโครงการ ดังนั้นมูลค่าเป็นเงินจากกิจกรรมการประมงในอ่าวชลบุรีที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือที่น่าจะมีตามศักยภาพของแหล่งประมงนี้ ซึ่งมิต้องสูญเสียไปอันเนื่องมาจากการมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียนี้ จึงประเมินเป็นผลประโยชน์ของโครงการนี้

สถิติด้านผลประโยชน์จากการประมงของจังหวัดชลบุรี ซึ่งแสดงในตารางที่ 5-2 สรุปได้ว่าในปีพ.ศ.2528 มีปริมาณสัตว์น้ำทะเลต่าง ๆ จับได้ในเขตอำเภอเมือง ชลบุรี รวมทั้งสิ้นประมาณ 36.4 ตัน

ตารางที่ 5-1

สรุปค่าใช้จ่ายโครงการ

ปี งบประมาณ	ค่าก่อสร้าง, ล้านบาท				ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษารวมทุกระบบ, ล้านบาท	ค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ ล้านบาท
	ท่อหลักและท่อประธาน	ท่อกิ่งและท่อซอย	ระบบบำบัดน้ำเสีย	รวม		
2531	29.625	18.670	41.044	89.339	0	0
2532	0	18.670	0	18.670	2.636	0
2533	0	18.670	0	18.670	2.792	0
2534	0	18.670	0	18.670	3.155	0
2535	0	18.670	0	18.670	3.317	0
2536	0	18.670	0	18.670	3.474	0
2537	0	18.670	22.615	41.285	3.636	2.486
2538	0	18.670	0	18.670	4.548	0
2539	33.166	18.670	0	51.836	4.712	0
2540	0	18.670	0	18.670	5.149	0
2541	0	18.670	0	18.670	5.315	0
2542	0	18.670	0	18.670	5.479	0
2543	0	18.670	0	18.670	5.645	3.115
2544	0	18.670	0	18.670	5.842	0
2545	0	18.670	0	18.670	6.216	0.634
2546	0	18.670	0	18.670	6.407	0
2547	0	18.670	0	18.670	6.587	0
2548	0	0	0	0	6.783	0

ตารางที่ 5-2

รายได้จากการจับสัตว์น้ำทะเลปี 2528

ชนิด (1)	ปริมาณที่จับได้ในเขตอ.เมือง กก (2)	ปริมาณที่จับได้ 1/ ในอ่าวชลบุรี กก (3)	ราคา บาท/กก (4)	มูลค่า บาท (5) = (3)X(4)
ปลาทู	353 750	35 375	18	636 750
ปลาลัง	201 000	10 050	15	150 750
ปลาสีกุน	20 250	4 050	10	40 500
ปลาเลย	18 605 000	5 581 500	4	22 326 000
ปลาเป็ด	9 700 800	2 910 240	2	5 820 480
กุ้งแชบ๊วย	2 100	630	150	94 500
กุ้งอื่น ๆ	1 560 500	624 200	9	5 617 800
หมึกกล้วย	896 750	-	30	-
ปลาฉลาม	2 600	-	5-15 (10)	-
ปลากระเบน	4 600	-	5-8 (6.5)	-
ปู	30 500	27 450	12-20 (16)	439 200
ปลาอกแล	19 800	13 860	2-4 (3)	41 580
ทอยอื่น ๆ	5 020 000	3 890 500	1-1.5 (1.25)	4 863 125
รวม	36 417 650	13 097 855		40 030 685

1/ ข้อมูลประเมินจากปริมาณที่จับได้ในเขตอำเภอเมืองชลบุรี

หมายเหตุ: (1) ข้อมูลจากประมงจังหวัดชลบุรี

(2) ราคาในวงเล็บเป็นราคาเฉลี่ย

สัตว์น้ำแต่ละประเภทที่จับได้ในพื้นที่อ่าวชลบุรีสามารถประเมินได้โดยประมาณจากสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้จากทั้งอำเภอเมืองโดยเจ้าหน้าที่ของจังหวัดที่เกี่ยวข้อง จากปริมาณสัตว์น้ำประเภทต่าง ๆ ที่ประเมินว่าจับได้ในพื้นที่อ่าวชลบุรี และราคาเฉลี่ยของสัตว์น้ำแต่ละประเภท ประเมินได้ว่ามูลค่ารวมของสัตว์น้ำทะเลที่จับได้จากอ่าวชลบุรีในปีพ.ศ.2528 เป็นเงินประมาณ 40 ล้านบาท ในจำนวนนี้มีสัตว์น้ำประเภทที่จับได้ส่วนใหญ่ในบริเวณอ่าวเนื่องจากมีธรรมชาติที่จะอยู่บริเวณชายฝั่งซึ่งได้แก่ หอยต่าง ๆ ปู กุ้งแชบ๊วยและกุ้งอื่น ๆ เป็นมูลค่าที่จับได้ประมาณ 11 ล้านบาท

สถิติการจับปลาในเขตอำเภอเมืองชลบุรีของประมงจังหวัดชลบุรีในปีต่าง ๆ ที่ผ่านมาแสดงว่าปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้มีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ โดยที่สถิติเดิมปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ในแต่ละปีมักมีค่า 1.5 ถึง 2 เท่าของปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ในปีพ.ศ.2528 ทั้งนี้คาดว่าเป็นผลจากหลายประการเช่น การใช้เครื่องมือจับสัตว์น้ำที่ไม่เหมาะสมซึ่งได้แก่ อวนลากหน้าดินซึ่งทำให้สัตว์น้ำที่ยังไม่โตเต็มที่ถูกจับไปด้วย และผลอันเนื่องมาจากภาวะคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม เป็นต้น และหากมีการจัดการและควบคุมที่ดีขึ้น รวมทั้งมีการส่งเสริมด้านการประมงชายฝั่งด้วยแล้ว คาดว่าผลผลิตด้านสัตว์น้ำจากอ่าวชลบุรีสามารถเพิ่มขึ้นได้สูงถึง 5 เท่าของปริมาณที่จับได้ในปีพ.ศ.2528

จากสถิติและข้อมูลด้านการประมงข้างต้นสามารถประเมินผลประโยชน์ของโครงการนี้ได้จากการประเมินผลแตกต่างระหว่างรายได้จากการประมงจากอ่าวชลบุรีที่น่าจะมีขึ้นในกรณีที่มีโครงการบำบัดน้ำเสียนี้และในกรณีที่ไม่มีโครงการนี้

(ก) <u>รายได้จากการประมงในกรณีที่ไม่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย</u>

หากไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีโดยการจัดทำโครงการบำบัดน้ำเสีย น้ำเสียและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่ปล่อยลงสู่อ่าวชลบุรี ซึ่งจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ก็จะทำให้คุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมโทรมยิ่งขึ้นจากปัจจุบัน คาดว่าภายใน 10 ปี ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีเพิ่มมากขึ้นทั่วทั้งอ่าวชลบุรี ดังแสดงโดยผลการศึกษาโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ในภาคผนวกที่ 9 รวมทั้งค่าความสกปรกอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดผลเสียที่สำคัญต่อกิจกรรมการประมง 2 ประการคือ การเจริญเติบโตและผลผลิตของสัตว์น้ำในอ่าวจะลดลง และสัตว์น้ำต่าง ๆ ที่จับได้ในอ่าวชลบุรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกหอยต่าง ๆ จะไม่เหมาะสมต่อการนำไปบริโภค ดังนั้นในที่นี้จึงประเมินว่าหากไม่มีโครงการบำบัดน้ำเสียรายได้จากการประมงจากอ่าวชลบุรีจะลดลงเรื่อย ๆ จากมูลค่า40 ล้านบาทต่อปีในปีพ.ศ.2531 จนเป็นศูนย์ในปีพ.ศ.2541 ดังแสดงในรูปที่ 5-1

(ข) <u>รายได้จากการประมงกรณีที่มีโครงการบำบัดน้ำเสีย</u>

เมื่อมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียตามแผนโครงการที่วางไว้ คุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีก็จะค่อย ๆ ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ผลผลิตสัตว์น้ำในอ่าวชลบุรีซึ่งในปีพ.ศ.2528 ต่ำกว่าปกติ เพิ่มขึ้นสู่ระดับปกติซึ่งมีค่า 1.5 ถึง 2 เท่าของผลผลิตในปีพ.ศ.2528 ในการศึกษานี้ประมาณการว่าเมื่อมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย และมีการควบคุมและการจัดการด้านการจับสัตว์น้ำที่รัดกุมขึ้นผลผลิตและรายได้จากการจับสัตว์น้ำในอ่าวชลบุรีจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของรายได้ในปีพ.ศ.2528 ภายในปีพ.ศ.2541 และอยู่ในระดับปกตินี้ต่อไปในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 5-1 การเพิ่มผลประโยชน์ด้านการประมงในกรณีที่มีการส่งเสริมการประมงชายฝั่งอย่างเต็มที่ และกรณีที่รายได้และผลผลิตเพิ่มเป็น 1.5 เท่าของปีพ.ศ.2528 ก็ได้แสดงไว้เปรียบเทียบกันในรูปที่ 5-1 ด้วยแล้ว

(ค) ผลประโยชน์จากการมีระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลประโยชน์ด้านประมงอันเนื่องมาจากการมีระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละปีได้ประเมินจากผลต่างระหว่างรายได้จากการจับสัตว์น้ำในอ่าวชลบุรี เมื่อมีโครงการและไม่มีโครงการในรูปที่ 5-1 โดยใช้รายได้กรณีที่มีโครงการที่รายได้เพิ่มเป็น 2 เท่าของรายได้ปีพ.ศ.2528 ผลที่ประเมินได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-3 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 8 ล้านบาทต่อปีในปีงบประมาณพ.ศ. 2532 จนถึง 80 ล้านบาทต่อปีในปีงบประมาณพ.ศ.2541 แล้วคงที่ต่อไปจนสิ้นสุดอายุโครงการที่พิจารณา สำหรับผลประโยชน์ด้านประมงในกรณีที่ถือว่ารายได้ปกติของการจับสัตว์น้ำที่จะได้รับในปีพ.ศ.2541 เป็น 1.5 เท่าของรายได้ในปี 2528 ก็ได้แสดงไว้เปรียบเทียบกันในตารางที่ 5-3 ด้วยแล้ว

ผลประโยชน์ด้านการประมงทางอ้อม ซึ่งจะไม่นำมารวมไว้ในการคิดคำนวณเกณฑ์การประเมินความคุ้มทุนของโครงการ แยกได้เป็น 2 ส่วนคือ

(1) รายได้จากค่าธรรมเนียมทำกิจการประมงในพื้นที่อนุญาตตามประกาศของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นรายได้ของแผ่นดิน คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยปีละประมาณ 100 000 บาท (จากข้อมูลประมงอำเภอเมือง ชลบุรี)

(2) การมีโครงการบำบัดน้ำเสีย นอกจากจะเพิ่มผลผลิตและรายได้จากการประมงแล้ว พวกลูกปลา กุ้ง และหอย ที่เพาะขยายพันธ์และเจริญเติบโตในบริเวณชายฝั่งทะเลก็ยังจะมีมากและมีความสมบูรณ์ขึ้นด้วย ซึ่งจัดว่าเป็นผลประโยชน์ด้านการประมงที่อาจคิดเป็นตัวเงินได้ แต่อาจจะไม่มีมาตรฐานต่อการยอมรับได้เช่น อาจจะคิดเป็นมูลค่าได้เท่ากับค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหาลูกพันธุ์ปลา กุ้ง หอย เพื่อนำมาปล่อยโดยทางราชการ เป็นต้น

2.3.2 ผลประโยชน์ด้านสาธารณสุข

ผลประโยชน์ด้านสาธารณสุขที่คิดเป็นตัวเลขได้จากการมีโครงการ สามารถแยกประเมินค่าได้เป็น 2 ส่วนคือ การลดค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาพยาบาลโรคที่มาจากน้ำ และการเพิ่มรายได้อันเนื่องมาจากคนที่ไม่ป่วย

(ก) การลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล

การลดค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาพยาบาลโรคที่มาจากน้ำ ซึ่งในที่นี้พิจารณาว่ารวมถึงอหิวาตกโรค ไข้รากสาดน้อย โรคบิดเชื้อบาซิลุสและอะมีบา ลำไส้เล็กอักเสบ และโรคท้องร่วงอื่น ๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาพยาบาลโรคเหล่านี้ จะพิจารณาแยกเป็นค่าใช้จ่ายที่โรงพยาบาลของรัฐ โรงพยาบาลเอกชน คลีนิกเอกชน และการที่ผู้ป่วยซื้อยามารับประทานเอง

จากสถิติของสาธารณสุขจังหวัดชลบุรีพบว่าจำนวนผู้ป่วยเป็นโรคที่เนื่องมาจากน้ำในปีพ.ศ.2527 และ 2528 เป็นดังนี้

ตารางที่ 5-3

ผลประโยชน์จากการประมง

ปี งบประมาณ	รายได้จากการประมงในอ่าวชลบุรี, ล้านบาทต่อปี			ผลประโยชน์ด้านประมง, ล้านบาทต่อปี	
	เมื่อไม่มีโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย	เมื่อมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย		รายได้ปกติเป็น 2 เท่าของปี2528	รายได้ปกติเป็น 1.5 เท่าของปี2528
		รายได้ปกติเป็น2เท่าของรายได้ปี 2528	รายได้ปกติเป็น 1.5เท่าของรายได้ปี 2528		
2531	40	40	40	0	0
2532	36	44	42	8	6
2533	32	48	44	16	12
2534	28	52	46	24	18
2535	24	56	48	32	24
2536	20	60	50	40	30
2537	16	64	52	48	36
2538	12	68	54	56	42
2539	8	72	56	64	48
2540	4	76	58	72	54
2541	0	80	60	80	60
2542	0	80	60	80	60
2543	0	80	60	80	60
2544	0	80	60	80	60
2545	0	80	60	80	60
2546	0	80	60	80	60
2547	0	80	60	80	60
2548	0	80	60	80	60

	จำนวนผู้ป่วย	
	2527	2528
ท้องร่วง	7 934	9 000
อหิวาตกโรค	7	4
ไข้รากสาดน้อย (ไทฟอยด์)	134	174
โรคบิด	162	165
รวม	8 237	9 341

ค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยเหล่านี้ประเมินได้จากค่ารักษาพยาบาลต่อครั้งที่โรงพยาบาลของรัฐ ซึ่งประมาณว่าหากผู้ป่วยบางส่วนมารักษาแล้วกลับบ้านเลย และบางส่วนต้องรับตัวไว้รักษาที่โรงพยาบาลเป็นคนไข้ในแล้ว สามารถเฉลี่ยได้ว่าผู้ป่วย 1 ราย ป่วย 1 ครั้ง จะเสียค่ารักษาพยาบาลที่โรงพยาบาลของรัฐประมาณ 66.7 บาท ดังนั้นค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยซึ่งเป็นโรคที่มาจากน้ำในปี 2528 มีค่าประมาณ 623 000 บาท

สำหรับค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยเป็นโรคที่มาจากน้ำดังกล่าวข้างต้น ซึ่งรักษาตัวที่คลีนิคเอกชนและที่ซื้อยารับประทานเองไม่มีการเก็บสถิติที่แน่นอน จากการประเมินโดยอาศัยข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง พอประเมินได้ว่ามีผู้ป่วยจำนวนใกล้เคียงกับที่รักษาตัวที่โรงพยาบาลของรัฐคือ ประมาณ 9 000 คน รักษาที่คลีนิคเอกชน และอีกจำนวนเท่ากับซื้อยารับประทานเอง เมื่อคิดว่าค่ารักษาพยาบาลที่คลีนิคเอกชนโดยเฉลี่ยมีค่าใช้จ่ายเป็น 2 เท่าของค่ารักษาที่โรงพยาบาลของรัฐ และผู้ป่วยที่ซื้อยารับประทานเองเสียค่ายา 20 บาทต่อผู้ป่วย 1 คนใน 1 ปี จะสามารถประเมินได้ว่า ในปีพ.ศ.2528 ผู้ป่วยที่รักษาตัวที่คลีนิคเอกชน และที่ซื้อยารับประทานเองมีค่าใช้จ่ายประมาณ 1 200 000 บาท และ 180 000 บาท ตามลำดับ ดังนั้นจึงประเมินได้ว่าค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่เมืองชลบุรีซึ่งป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวกับน้ำในปีพ.ศ.2528 เป็นเงินรวมประมาณ 2 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายนี้น่าจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีตามอัตราการเติบโตของประชากร

โดยข้อเท็จจริงแล้ว สาเหตุของการเจ็บป่วยเนื่องจากโรคที่มาจากน้ำดังกล่าวมีหลายประการ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการรับประทานอาหารและดื่มน้ำที่ไม่สะอาด การมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียจะมีส่วนทำให้ภาวะแวดล้อมด้านสาธารณสุขต่าง ๆ ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีจะดีขึ้น ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลรวมทั้งในหอยและสัตว์น้ำอื่นก็จะลดลง ดังนั้นโอกาสที่ประชากรจะได้รับเชื้อโรคอันเป็นสาเหตุของโรคที่เกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหารก็จะลดลงด้วย ดังนั้นเมื่อมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลผู้ป่วยจากโรคดังกล่าวข้างต้นก็จะลดลงด้วย ในโครงการนี้ประเมินว่าหากมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหารจะลดลงครึ่งหนึ่งของกรณีที่ไม่มีโครงการ ดังนั้นผลประโยชน์จากการลดค่ารักษาพยาบาลอันเนื่องมาจากการมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียตั้งแต่ปีพ.ศ.2528 ถึงปี 2548 จึงประเมินได้ดังแสดงในตารางที่ 5-4 โดยกำหนดให้ผลประโยชน์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร ผลประโยชน์ในเรื่องนี้มีค่าตั้งแต่ประมาณ 1.10 ล้านบาท ในปีงบประมาณพ.ศ.2532 ถึง 1.63 ล้านบาท ในปีงบประมาณพ.ศ.2548

ตารางที่ 5-4

ผลประโยชน์จากการลดค่ารักษาพยาบาลผู้ป่วย
โรคเกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหาร

ปีงบประมาณ	*ผลประโยชน์จากการลดค่ารักษาพยาบาล ล้านบาท/ปี
2528	-
2529	-
2530	-
2531	-
2532	1.10
2533	1.12
2534	1.15
2535	1.18
2536	1.21
2537	1.24
2538	1.27
2539	1.31
2540	1.34
2541	1.38
2542	1.41
2543	1.45
2544	1.49
2545	1.52
2546	1.56
2547	1.59
2548	1.63

* การเปลี่ยนแปลงในค่ารักษาพยาบาลขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มของประชากรในเขตพื้นที่โครงการ

อนึ่ง นอกจากโครงการระบบบำบัดน้ำเสียจะมีผลให้ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลดังกล่าวแล้ว เมื่อจำนวนผู้ป่วยลดลงค่าใช้จ่ายของรัฐที่ต้องใช้จ่ายในการสนับสนุนการดำเนินงานของโรงพยาบาลก็จะลดตามลงไปด้วย แต่ในที่นี้ไม่นำมารวมไว้เป็นผลประโยชน์เนื่องจากไม่สามารถประเมินเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้

(ข) การเพิ่มรายได้จากการทำงานของผู้ที่ไม่ป่วย

การที่ประชากรของเมืองชลบุรีเจ็บป่วยเนื่องจากโรคที่เกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหารนอกจากจะต้องเสียค่ารักษาพยาบาลแล้ว ประชากรที่อยู่ในวัยทำงานซึ่งได้รับค่าจ้างเฉพาะเมื่อไปทำงานก็ยังจะต้องสูญเสียรายได้เนื่องจากการหยุดงานด้วย เมื่อประเมินว่าประชากรในวัยทำงานประมาณร้อยละ 64 ของประชากรในปีพ.ศ.2528 ต้องขาดงานเนื่องจากตนเองป่วยหรือเนื่องจากบุคคลในครอบครัวป่วยโดยต้องหยุดงานคนละ 2 วันต่อปี และจากข้อมูลจากการสำรวจในรายงานการศึกษาความเหมาะสมระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม (อ้างอิง 2) ที่พบว่าประมาณร้อยละ 87 ของคนในวัยทำงานที่ชลบุรีมีอาชีพซึ่งได้รับค่าจ้างจากการไปทำงาน สามารถประเมินได้ว่าการเจ็บป่วยเนื่องจากโรคที่เกี่ยวกับน้ำและทางเดินอาหารทำให้ต้องมีการหยุดงานโดยไม่ได้รับค่าจ้างเป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 129 600 คน-วัน ซึ่งเมื่อคิดค่าแรงขั้นต่ำในอัตราวันละ 65 บาท ก็จะเป็นค่าเสียโอกาสเป็นเงินประมาณ 8.4 ล้านบาทในปี 2528 และเมื่อประเมินว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียสามารถลดจำนวนผู้ป่วยได้ครึ่งหนึ่ง ก็จะประเมินได้ว่าผลประโยชน์ของโครงการในด้านนี้ในปีพ.ศ.2528 จะเป็นเงิน 4.2 ล้านบาท เมื่อกำหนดให้การเจ็บป่วยเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มประชากร ก็สามารถประเมินผลประโยชน์ในปีต่าง ๆ ในอนาคตได้ ดังแสดงในตารางที่ 5-5 ซึ่งเพิ่มจากประมาณ 4.62 ล้านบาทในปีงบประมาณพ.ศ.2532 เป็นประมาณ 6.84 ล้านบาทในปีงบประมาณพ.ศ.2548

2.3.3 ผลประโยชน์จากการลดค่าก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม

สำหรับอาคารบ้านเรือนที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคต หากไม่มีโครงการนี้ก็จะต้องมีการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของตนเอง เช่น มีการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม เป็นต้น แต่เมื่อมีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียสามารถต่อท่อจากส้วมให้น้ำเสียและของเสียเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียได้ จึงทำให้แต่ละบ้านสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ เมื่อประเมินจากจำนวนอาคารบ้านเรือนที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในแต่ละปีตามการเจริญเติบโตของประชากรที่ได้คาดการณ์ไว้ซึ่งจะได้รับบริการจากระบบรวบรวมน้ำเสีย และคิดว่าแต่ละบ้านสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึมลงได้หลังละ 2 500 บาท สามารถคิดผลประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึมในปีต่าง ๆ ในอนาคตได้ ดังแสดงในตารางที่ 5-6

2.4 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน

การวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการได้ดำเนินการสำหรับกรณีศึกษาปกติ (Base Case) ซึ่งเป็นกรณีที่ทั้งค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการ มีค่าที่เห็นว่าน่าจะเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด และได้วิเคราะห์ผลกระทบต่อข้อสรุปด้านความคุ้มทุนหากค่าใช้จ่ายและ/หรือ ผลประโยชน์เปลี่ยนไปจากกรณีที่ศึกษาปกติ (Sensitivity Analysis)

2.4.1 การวิเคราะห์กรณีการศึกษาปกติ

ผลประโยชน์ด้านการประมง ด้านสาธารณสุข และจากการลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึมของกรณีที่ศึกษาปกติซึ่งได้บรรยายไว้ในตอนต้น ได้สรุปรวมไว้ในตารางที่ 5-7 ส่วนค่าใช้จ่ายของ

ตารางที่ 5-5

ผลประโยชน์จากการเพิ่มรายได้ของผู้ที่ไม่ป่วย

ปีงบประมาณ	ผลประโยชน์จากการทำงาน เมื่อจำนวนผู้ป่วยลดลง ล้านบาท
2528	4.2
2529	4.305
2530	4.41
2531	4.517
2532	4.62
2533	4.73
2534	4.85
2535	4.97
2536	5.10
2537	5.22
2538	5.34
2539	5.49
2540	5.64
2541	5.79
2542	5.94
2543	6.09
2544	6.42
2545	6.39
2546	6.54
2547	6.69
2548	6.84

ตารางที่ 5-6

ผลประโยชน์จากการลดค่าก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม

ปีงบประมาณ	ผลประโยชน์จากการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม ล้านบาท
2531	0
2532	0.500
2533	0.625
2534	0.750
2535	0.812
2536	0.875
2537	1.000
2538	1.188
2539	1.325
2540	1.175
2541	1.188
2542	1.062
2543	1.250
2544	1.250
2545	1.375
2546	1.500
2547	1.500
2548	1.927

ตารางที่ 5-7

สรุปผลประโยชน์โครงการกรณีต่าง ๆ

ปี งบประมาณ	ผลประโยชน์,ล้านบาท						ผลประโยชน์รวม,ล้านบาท		
	ประมง			สาธารณสุข		ลดค่าก่อสร้างบ่อเกรอะบ่อซึม	กรณีศึกษาปกติ (1)+(4)+(5)+(6)	กรณีคิดผลผลิตประมงเพิ่ม 1.5 เท่าของผลผลิตปี 2528 (2)+(4)+(5)+(6)	กรณีคิดเฉพาะผลผลิตจากหอย ปู กุ้ง (3)+(4)+(5)+(6)
	กรณีศึกษาปกติ (1)	กรณีผลผลิตเพิ่ม1.5เท่าของผลผลิตปี 2528 (2)	กรณีคิดเฉพาะผลผลิตจากหอย ปูและกุ้ง (3)	ลดค่ารักษาพยาบาล (4)	เพิ่มโดยได้จากการทำงานของผู้ไม่ป่วย (5)	(6)	(7)	(8)	(9)
2531	0	0	0	0	0	0	-		
2532	8	6	2.2	1.10	4.62	0.50	14.22	12.220	8.420
2533	16	12	4.4	1.12	4.73	0.63	22.48	18.475	10.875
2534	24	18	6.6	1.15	4.85	0.75	30.75	24.752	13.352
2535	32	24	8.8	1.18	4.97	0.82	38.97	30.966	15.766
2536	40	30	11.0	1.21	5.10	0.87	47.18	37.181	18.181
2537	48	36	13.2	1.24	5.22	1.00	55.46	43.458	20.658
2538	56	42	15.4	1.27	5.34	1.19	63.80	49.796	23.198
2539	64	48	17.6	1.31	5.49	1.32	72.12	56.121	25.721
2540	72	54	19.8	1.34	5.64	1.18	80.16	62.157	27.957
2541	80	60	22.0	1.38	5.79	1.19	88.36	68.356	30.356
2542	80	60	22.0	1.41	5.94	1.07	88.42	68.416	30.416
2543	80	60	22.0	1.45	6.09	1.25	88.79	68.790	30.790
2544	80	60	22.0	1.49	6.24	1.25	88.98	68.976	30.976
2545	80	60	22.0	1.52	6.39	1.38	89.29	69.287	31.287
2546	80	60	22.0	1.56	6.54	1.50	89.60	69.598	31.598
2547	80	60	22.0	1.59	6.69	1.50	89.78	69.784	31.784
2548	80	60	22.0	1.63	6.84	1.93	90.40	70.398	32.398

โครงการสำหรับการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษา และค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-8 สำหรับตลอดอายุโครงการ

จากรายละเอียดผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายข้างต้นได้ทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในรูปของอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) พบว่า B/C ณ อัตราส่วนลดร้อยละ 12 มีค่าเท่ากับ 1.373 ในขณะที่ IRR (ที่ B/C มีค่าเป็นหนึ่ง) มีค่าเท่ากับร้อยละ 20.78

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการในกรณีศึกษาปกติ (Base Case) นี้แสดงว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียมีความเหมาะสมและเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจาก IRR มีค่ามากกว่าค่าเสียโอกาสของทุน (20.78% มากกว่า 12.0%) และยังมีความคุ้มทุนอีกด้วยเนื่องจากผลประโยชน์ทางตรงสูงกว่าต้นทุนทางตรง (B/C มีค่า 1.373)

อนึ่ง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ข้างต้นซึ่งผ่านการทดสอบตามเกณฑ์ทางเศรษฐศาสตร์ในระดับที่น่าพอใจนั้นใช้ราคาต่าง ๆ เป็นมูลค่าจากราคาตลาด หากพิจารณาเปลี่ยนมูลค่าดังกล่าวเป็นราคาทางเศรษฐศาสตร์ ก็อาจสรุปผลโดยไม่ต้องวิเคราะห์จริงได้ว่า โครงการระบบบำบัดน้ำเสียจะยิ่งมีความเหมาะสมและสามารถยอมรับได้ในระดับที่สูงกว่าขึ้นไปอีก ทั้งนี้ก็เนื่องจากว่าราคาตลาดและราคาทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ตีค่าผลประโยชน์นั้นถือได้ว่าไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนราคาที่ใช้ตีมูลค่าการลงทุนนั้นราคาตลาดที่สูงกว่าราคาทางเศรษฐศาสตร์ในทุกรายการเช่น ค่าใช้จ่ายของโครงการที่เป็นค่าก่อสร้างมี Conversion Factor (CF) เป็น 0.74 และค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษามี CF เป็น 0.721 เป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนี้มูลค่าของผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายที่ใช้ ราคาทางเศรษฐศาสตร์ก็จะสูงกว่าที่ประเมินไว้เดิมอีก

2.4.2 Sensitivity Analysis

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปรตรรชนีของความคุ้มทุน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในด้านค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการ ได้ดำเนินการในกรณีต่าง ๆ กัน คือ

(ก) การเปลี่ยนแปลงด้านค่าใช้จ่ายโดยผลประโยชน์ไม่เปลี่ยน
- (ก-1) ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20% ของกรณีศึกษาปกติ
- (ก-2) ค่าก่อสร้างลดลง 20% ของกรณีศึกษาปกติ
- (ก-3) คิดมูลค่าซาก (Salvage Value) ของทรัพย์สินทุน ซึ่งจะรวมเป็นผลประโยชน์ของโครงการเมื่อใช้งานในปีสุดท้ายแล้ว

(ข) การเปลี่ยนแปลงด้านผลประโยชน์โดยค่าใช้จ่ายไม่เปลี่ยน
- (ข-1) ผลประโยชน์รวมเพิ่มขึ้น 20% ของผลประโยชน์รวมของกรณีศึกษาปกติ
- (ข-2) ผลประโยชน์รวมลดลง 20% ของผลประโยชน์รวมกรณีศึกษาปกติ
- (ข-3) คิดผลประโยชน์ด้านประมงลดลงจากกรณีปกติ โดยถือว่าผลผลิตและรายได้การจับสัตว์น้ำในอ่าวชลบุรีในอนาคตเป็น 1.5 เท่าของมูลค่าที่จับได้ในปีพ.ศ.2528
- (ข-4) คิดผลประโยชน์ด้านประมงลดลงโดยประเมินจากรายได้จากผลผลิตเฉพาะของหอย ปู กุ้งต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่เฉพาะในอ่าวชลบุรี

ตารางที่ 5-8

สรุปค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ของโครงการกรณีต่าง ๆ

ปีงบประมาณ	ค่าใช้จ่าย,ล้านบาท			ผลประโยชน์,ล้านบาท				
	ค่าก่อสร้าง	ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษา	ค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์	* กรณีศึกษาปกติ	* กรณีคิดผลประโยชน์ประมงที่เพิ่ม1.5เท่าของผลผลิตปี2528	* กรณีคิดผลประโยชน์ประมงที่รวมเฉพาะหอยปู กุ้ง	กรณีผลประโยชน์เป็น 120%ของกรณีศึกษาปกติ	กรณีผลประโยชน์เป็น 80%ของกรณีศึกษาปกติ
2531	89.339							
2532	18.670	2.636	-	14.220	12.220	8.420	17.064	11.376
2533	18.670	2.792	-	22.475	18.475	10.875	26.970	17.980
2534	18.670	3.155	-	30.752	24.752	13.352	36.902	24.602
2535	18.670	3.317	-	38.967	30.966	15.766	46.760	31.173
2536	18.670	3.474	-	47.181	37.181	18.181	56.617	37.755
2537	41.285	3.636	2.486	55.458	43.458	20.658	66.550	44.366
2538	18.670	4.548	-	63.798	49.796	23.198	76.557	51.038
2539	51.836	4.712	-	72.121	56.121	25.721	86.545	57.697
2540	18.670	5.149	-	80.157	62.157	27.957	96.188	64.126
2541	18.670	5.315	-	88.356	68.356	30.356	106.027	70.684
2542	18.670	5.479	-	88.416	68.416	30.416	106.100	70.733
2543	18.670	5.645	3.115	88.790	68.790	30.790	106.548	71.032
2544	18.670	5.842	-	88.976	68.976	30.976	106.771	71.181
2545	18.670	6.216	0.634	89.287	69.287	31.287	107.144	71.430
2546	18.670	6.407	-	89.598	69.598	31.598	107.518	71.678
2547	18.670	6.587	-	89.784	69.784	31.784	107.741	71.827
2548	-	6.783	-	90.398	70.398	32.398	108.477	72.318

* รายละเอียดดูในตารางที่ 5-7

(ค) การเปลี่ยนแปลงทั้งด้านค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์

(ค-1) ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20% และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 20%

(ค-2) ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20% และผลประโยชน์ลดลง 20%

(ค-3) ค่าก่อสร้างลดลง 20% และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 20%

(ค-4) ค่าก่อสร้างลดลง 20% และผลประโยชน์ลดลง 20%

ผลการวิเคราะห์ค่า B/C และ IRR ในกรณีข้างต้นโดยใช้ค่าผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายที่แสดงในตารางที่ 5-7 และ 5-8 ได้แสดงรวมกันไว้ในตารางที่ 5-9 ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

(1) การเปลี่ยนแปลงค่าก่อสร้างเพียงอย่างเดียวในช่วง 20% ไม่มีผลกระทบต่อความคุ้มทุนของโครงการมากนักคือ โครงการยังมีความคุ้มทุนอยู่ยกเว้นกรณีที่ค่าก่อสร้างสูงขึ้น 20% แต่ผลประโยชน์รวมกลับลดลง 20% ซึ่งในกรณีดังกล่าวโครงการจะมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ไม่ดีนักคือ มีค่าอัตราผลตอบแทนเพียงประมาณ 10.17%

(2) การเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์ของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลประโยชน์ด้านประมงมีผลต่อความคุ้มทุนของโครงการค่อนข้างมาก กล่าวคือหากค่าลงทุนไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีที่ศึกษาปกติ การลดผลประโยชน์ประมงลงโดยประเมินเฉพาะประโยชน์จากหอยกุ้ง ปู จะพบว่าค่า B/C มีเพียง 0.519 ส่วนการเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์อื่น ๆ ที่ศึกษาแม้จะทำให้อัตราผลตอบแทนต่ำลง แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ยกเว้นกรณีที่ผลประโยชน์ลดลง 20% พร้อมกับค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20% ซึ่งจะทำให้มีอัตราผลตอบแทนเพียง 10.77% เท่านั้น

(3) เนื่องจากอายุใช้งานของโครงการนี้ได้ประเมินไว้ 17 ปี ดังนั้นเมื่อสิ้นปีสุดท้ายส่วนประกอบโครงการต่าง ๆ จึงยังมีอายุการใช้งานเหลืออยู่หากประเมินว่าระบบท่อทั้งหมด และอาคารต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC (ยกเว้นอุปกรณ์เครื่องกลทั้งหมด) มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 30 ปี จะสามารถประเมินมูลค่าซากของระบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

ระบบท่อประธานท่อหลักและท่อกิ่งซอย	216.867	ล้านบาท
ระบบบำบัด	10.904	ล้านบาท
รวมมูลค่าซาก	227.771	ล้านบาท

เมื่อคิดอัตราส่วนลด 12% ประเมินมูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซากนี้ได้ 29.619 ล้านบาท ซึ่งเมื่อเอาไปรวมเป็นผลประโยชน์ของโครงการจะทำให้ประเมินค่า B/C และ IRR ได้ 1.480 และ 21.75 ตามลำดับ ดังนั้นหากคิดมูลค่าซากของอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย โครงการนี้ก็จะยิ่งมีความคุ้มทุนสูงขึ้นด้วย

2.5 ข้อสรุปด้านความคุ้มต่อการลงทุน

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้บรรยายในเรื่องการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ สรุปได้ว่า

(ก) การวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ โดยใช้ B/C Ratio และ IRR เป็นเกณฑ์ในการวัดนั้น ปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในระดับที่น่าพอใจ เป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในทางด้านเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือผลประโยชน์ตอบแทนทางตรงของโครงการนั้นมีมูลค่าเกินกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการลงทุนในโครงการ นอกจากผลประโยชน์โดยตรงแล้วโครงการยังก่อให้เกิดผล

ตารางที่ 5-9

ผลวิเคราะห์ Sensitivity Analysis

กรณีที่ศึกษา	B/C	IRR, %
กรณีศึกษาปกติ (Base case)	1.373	20.78
(ก-1) ค่าก่อสร้างเพิ่ม 20%	1.166	16.12
(ก-2) ค่าก่อสร้างลด 20%	1.669	26.98
(ก-3) ถ้าคิดมูลค่าซาก (Salvage value)	1.480	21.75
(ข-1) ผลประโยชน์รวมเพิ่ม 20%	1.647	26.25
(ข-2) ผลประโยชน์รวมลด 20%	1.098	14.55
(ข-3) ผลประโยชน์ประมงจากผลผลิตปกติ 1.5 เท่า	1.078	14.09
(ข-4) ผลผลิตประมงเฉพาะจากหอย กุ้ง ปู	0.519	-
(ค-1) ค่าก่อสร้างเพิ่ม 20% ผลประโยชน์เพิ่ม 20%	1.399	21.22
(ค-2) ค่าก่อสร้างเพิ่ม 20% ผลประโยชน์ลด 20%	0.933	10.17
(ค-3) ค่าก่อสร้างลด 20% ผลประโยชน์เพิ่ม 20%	2.002	33.09
(ค-4) ค่าก่อสร้างลด 20% ผลประโยชน์ลด 20%	1.335	20.14

ประโยชน์ทางอ้อมอื่น ๆ อีกหลายประการในด้านต่าง ๆ ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นเงินได้เช่น ปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น อันจะมีผลต่อสุขภาพอนามัยตลอดจนสุขภาพจิตประชาชนปลอดภัยจากโรค มีอายุที่ยืนยาวขึ้น ทางด้านสภาพแวดล้อมที่สะอาดและสวยงามขึ้น ก็จะเป็นการช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ด้วย

(ข) แม้ว่าการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ โดยใช้ราคาตลาดสำหรับตีมูลค่าข้างต้นนั้นให้ผลที่น่าพอใจ ถ้าหากเปลี่ยนราคาในการคิดมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์มาเป็นราคาเศรษฐศาสตร์แล้วก็จะยิ่งทำให้ผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ดียิ่งขึ้น ก็เป็นเครื่องชี้ที่สนับสนุนได้ว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียนี้จะสามารถก่อประโยชน์ที่แท้จริงให้แก่สังคมโดยส่วนรวม

3. การวิเคราะห์และประเมินผลด้านการเงิน

การศึกษาวิเคราะห์กระแสเงินทุน (Flow of Funds) หรืองบที่มาและใช้เงินทุน (Sources and Uses of Funds Statement) จะทำให้ทราบว่าเมื่อเริ่มดำเนินงานตามโครงการจะต้องการเงินสดมากน้อยเพียงใด เงินสดจะขาดมือหรือไม่ ในช่วงใด และจะต้องการเงินกู้ในเวลาใด เมื่อทราบสภาวะการณ์ทางการเงิน (เงินสด) ในอนาคตของโครงการแล้ว ก็จะสามารถนำมาใช้เพื่อการวางแผนดำเนินงานตามโครงการได้ตามความเหมาะสมต่อไป

3.1 ที่มาของเงินทุน

เงินทุนของโครงการนี้ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าควรจะมาจากแหล่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ งบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น เงินกู้จากต่างประเทศและ/หรือภายในประเทศ เงินซึ่งจัดเก็บเป็นค่าบริการจากผู้ได้รับประโยชน์จากโครงการ

(ก) งบประมาณของรัฐบาล

ได้พิจารณาเห็นว่า เงินลงทุนสำหรับโครงการระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองชลบุรีนี้ส่วนใหญ่น่าจะเป็นเงินงบอุดหนุนจากรัฐบาล เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการประเภทบริหารสาธารณะ (Public Service Project) รัฐบาลน่าจะมีส่วนร่วมในเรื่องค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก เพื่อให้มีความสมดุลย์กับรายได้ด้านภาษีที่รัฐบาลได้จัดเก็บจากจังหวัดชลบุรีเช่น ในปีงบประมาณพ.ศ.2528 การจัดเก็บภาษีอากรจากจังหวัดชลบุรีมีมูลค่าถึงประมาณ 790 ล้านบาท ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณ 231 ล้านบาทเป็นภาษีอากรที่จัดเก็บจากอำเภอเมืองชลบุรี (ตารางที่ 5-10) แต่เงินอุดหนุนที่จัดให้แก่เทศบาลเมืองชลบุรีมีเพียงประมาณ 3 ล้านบาทเท่านั้น

(ข) เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น

หน่วยงานส่วนท้องถิ่นที่พิจารณาในที่นี้ได้แก่ เทศบาลเมืองและสุขาภิบาลต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตพื้นที่โครงการ รวมทั้งองค์การบริหารส่วนจังหวัดด้วย ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จะได้รับประโยชน์จากโครงการนี้ เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่นเหล่านี้จะต้องมีการจัดเก็บในรูปของภาษี ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างภาษีของท้องถิ่น รวมทั้งวิธีการจัดเก็บภาษีด้วย การจัดเก็บภาษีของเทศบาลเมืองชลบุรีในปีงบประมาณ 2528 สำหรับภาษีประเภทต่าง ๆ ได้แสดงไว้เพื่ออ้างอิงในตารางที่ 5-11 ซึ่งรวมทุกรายการเป็นเงินที่เก็บได้ประมาณ 29 ล้านบาท เงินทุนที่จะสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่นต่าง ๆ จะเป็นเงินทุนส่วนหนึ่งสำหรับเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาโครงการภายหลังจากปีที่ 5 ที่ได้ใช้งานจากโครงการ และใช้ในการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเสียในโครงการ

ตารางที่ 5-10

การจัดเก็บภาษีอากรของจังหวัดชลบุรีและอำเภอเมืองชลบุรี
ในปีงบประมาณ 2528

รายการ	มูลค่าภาษี ล้านบาท	ร้อยละ
ภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา	384.86	48.69
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	49.39	6.25
ภาษีการเดินทาง	0.02	0
ภาษีการค้า	329.51	41.69
อากรแสตมป์	23.32	2.95
อากรมหรสพ	0.59	0.07
รายได้อื่น ๆ	2.71	0.34
รวมของจังหวัดชลบุรี	790.41	100.0
ภาษีอากรทุกประเภทรวมของ อำเภอเมืองชลบุรี	231.58	
(คิดเป็นร้อยละของจังหวัดชลบุรี)	(29.30)	
เงินอุดหนุนทั่วไปจากรัฐบาลให้กับเทศบาลเมืองชลบุรีสำหรับปีงบประมาณ 2528	3 032 763 */	

ที่มา: กรมสรรพากร

*/ เทศบาลเมืองชลบุรี

สำหรับปี 2526 10 450 713 บาท

สำหรับปี 2527 3 169 167 บาท

ตารางที่ 5-11

รายได้ภาษีที่สำคัญของเทศบาลเมืองชลบุรี

ประจำปีงบประมาณ 2528

รายการ	มูลค่าภาษี บาท	ร้อยละ
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน	5 061 239	17.49
ภาษีการค้า	12 210 528	42.18
ภาษีและค่าธรรมเนียมรถยนต์และล้อเลื่อน	9 371 920	32.38
ภาษีอื่น ๆ	2 296 725	7.94
รวม	28 947 530	100.0

ที่มา : เทศบาลเมืองชลบุรี

(ค) <u>เงินกู้</u>

เงินกู้จากต่างประเทศและ/หรือจากภายในประเทศเพื่อเป็นเงินทุนของโครงการ ควรจะกระทำผ่านทางรัฐบาล เงินทุนส่วนนี้ควรมีการพิจารณาเงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้เงินกู้จำนวนนี้เกิดประโยชน์สูงสุด และไม่เป็นภาระต่อสังคมในอนาคต

(ง) <u>เงินเก็บจากค่าบริการ</u>

เงินที่เก็บจากค่าบริการเป็นแหล่งเงินทุนที่ต้องเก็บจากผู้รับประโยชน์จากโครงการโดยตรง การจะเก็บค่าบริการเท่าไร และเก็บจากใครต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมและเป็นไปได้ให้ถ่องแท้เสียก่อน

กลุ่มเป้าหมายสำหรับการเก็บค่าบริการ ได้แก่

- ชาวบ้านทั่วไป ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากโครงการอาจจะเก็บค่าบริการด้วยการบวกเพิ่มเข้ากับค่าน้ำประปา ขยะ หรือค่าภาษีโรงเรือนหรือภาษีอื่นหรือวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถใช้ปฏิบัติได้
- ชาวประมง ที่ได้รับอนุญาตให้ทำการประมงในเขตที่อนุญาตในบริเวณพื้นที่โครงการ ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาข้อมูลพบว่าผลประโยชน์จากการมีโครงการเป็นจำนวนมากตกอยู่กับชาวประมงเหล่านี้ ค่าบริการที่จัดเก็บ อาจจะผันแปรไปตามรายได้จากการประมงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าบริการในระยะแรก ๆ ของโครงการไม่สูงนัก และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของรายได้ประมงที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลดีที่จะเป็นการสร้างความคุ้นเคยให้กับชาวประมงถึงวิธีการจัดเก็บค่าบริการนี้ด้วย

3.2 <u>การใช้ไปของเงินทุน</u>

การใช้ไปของเงินทุนในโครงการนี้ได้แก่

(ก) ค่าก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายของโครงการส่วนใหญ่ เป็นค่าก่อสร้างระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมถึงค่าใช้จ่ายในการเตรียมงานและออกแบบโครงการ ควรจะมาจากเงินงบอุดหนุนจากรัฐบาลและ/หรือเงินกู้จากต่างประเทศ (หรือจากภายในประเทศ) โดยผ่านรัฐบาล

(ข) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงรักษา (O&M) ตลอดอายุของโครงการ อาจแยกพิจารณาได้ว่าในระยะแรกของโครงการควรจะมาจากรัฐบาลอีกเช่นกัน เมื่อเวลาผ่านไปได้สักระยะหนึ่ง (5 ปีภายหลังจากเริ่มโครงการ) จึงจะมอบความรับผิดชอบให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่น ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องสูบทดแทนทั้ง 3 ครั้งด้วย แต่ทั้งนี้และทั้งนั้นจะต้องทำการพิจารณา Balance of Cash Flows ประกอบด้วย

(ค) การใช้คืนเงินกู้ รวมถึงการใช้คืนเงินต้นและดอกเบี้ย เป็นไปตามเงื่อนไขการให้กู้ ซึ่งในที่นี้อาจจะเป็น Soft Loan ในระยะเวลา 20 ปี ดอกเบี้ยไม่เกินร้อยละ 3.5 โดยยังไม่ต้องชำระดอกเบี้ยในระยะปลอดหนี้ (Grace Period) ในช่วง 5 ปีแรกของโครงการ ค่าใช้คืนเงินจำนวนนี้ควรมาจากการเก็บค่าบริการ

3.3 กระแสเงินสดของโครงการ (Project Cash Flow)

3.3.1 กระแสเงินสดไหลออก (Cash Outflow)

ประกอบด้วยรายการใช้ไปของเงินทุนในปีต่าง ๆ ตลอดอายุของโครงการ กล่าวคือค่าก่อสร้าง (ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและดูแลบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนเครื่องสูบน้ำเสีย และจำนวนเงินใช้คืนเงินกู้ การใช้ไปของเงินทุนเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 5-12 ซึ่งได้แก่

ค่าก่อสร้างรวม		443.840	ล้านบาท
ระบบบำบัด	63.658		ล้านบาท
ท่อหลักและท่อประธาน	62.791		ล้านบาท
ท่อกิ่งท่อซอย	317.390		ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา		81.693	ล้านบาท
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องสูบทดแทน		6.235	ล้านบาท
จำนวนการใช้คืนเงินกู้		220.275	ล้านบาท

สัดส่วนของเงินกู้โดยผ่านรัฐบาลนั้น กำหนดให้เป็นร้อยละ 40 ของค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างรวม ซึ่งเป็นมูลค่า 443.8X.40 เท่ากับ 177.5 ล้านบาท โดยมีเงื่อนไขการกู้ยืมดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้อ 3.2 (ค)

3.3.2 กระแสเงินสดไหลเข้า (Cash Inflow)

เป็นจำนวนเงินสดจากแหล่งที่มาของเงินทุนต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาตลอดอายุของโครงการ ได้แก่ จากงบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินกู้จากต่างประเทศ เงินสมทบจากหน่วยงานของท้องถิ่น และการเก็บค่าบริการ

เงินงบอุดหนุนจากรัฐบาล ซึ่งจะครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับค่าก่อสร้างร้อยละ 60 ของค่าก่อสร้างรวมเป็นเงิน 266.34 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายดำเนินงานและดูแลบำรุงรักษาในช่วง 5 ปีแรกของโครงการเป็นเงินรวม 15.374 ล้านบาท ดังนั้นจำนวนเงินสดจากงบอุดหนุนจากรัฐบาลรวม 281.714 ล้านบาท

เงินสมทบจากหน่วยงานในระดับท้องถิ่น จะใช้ไปเพื่อการดำเนินงานและบำรุงรักษา ภายหลังจากปีที่ 5 ของโครงการตลอดไปจนสิ้นสุดอายุของโครงการ มีมูลค่าเท่ากับ 66.319 ล้านบาทและในส่วนของค่าติดตั้งเครื่องสูบทดแทนคิดเป็นเงิน 6.235 ล้านบาท รวมจำนวนเงินสดสมทบจากหน่วยงานของท้องถิ่น 72.554 ล้านบาท

เงินกู้จากต่างประเทศหรือในประเทศโดยรัฐบาลเป็นผู้กระทำการกู้ยืมคิดเป็นร้อยละ 40 ของค่าก่อสร้างรวมเป็นเงิน 177.5 ล้านบาท

เงินสดที่ได้จากการเก็บค่าบริการ จะใช้ไปเพื่อการชำระคืนเงินกู้ตลอดอายุของโครงการเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 220.275 ล้านบาท แม้ว่าการชำระหนี้คืนจะเริ่มในปีที่ 6 แต่การเก็บค่าบริการจะ

ตารางที่ 5-12

กระแสเงินไหลออกของโครงการ

หน่วย : ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าก่อสร้าง			ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษา	ค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเสีย	ใช้คืนเงินกู้
	ระบบบำบัด	ท่อสายหลักและท่อประธาน	ท่อซอยและท่อกิ่ง			
2531	41.044	29.625	18.670	-	-	-
2532	0	0	18.670	2.636	-	-
2533	0	0	18.670	2.792	-	-
2534	0	0	18.670	3.155	-	-
2535	0	0	18.670	3.317	-	-
2536	0	0	18.670	3.474	-	-
2537	22.615	0	18.670	3.636	2.486	49.108
2538	0	0	18.670	4.548	-	17.631
2539	0	33.166	18.670	4.712	-	17.217
2540	0	0	18.670	5.149	-	16.803
2541	0	0	18.670	5.315	-	16.389
2542	0	0	18.670	5.479	-	15.975
2543	0	0	18.670	5.645	3.115	15.561
2544	0	0	18.670	5.842	-	15.146
2545	0	0	18.670	6.216	0.634	14.732
2546	0	0	18.670	6.407	-	14.319
2547	0	0	18.670	6.587	-	13.904
2548	0	0	-	6.783	-	13.490
รวม	63.659	62.791	317.390	81.693	6.235	220.275*

* หมายเหตุ: ยังมีหนี้ค้างชำระอีก 3 ปี ภายหลังสิ้นสุดอายุใช้งานที่ประเมินในโครงการนี้แล้ว

กระทำตั้งแต่ปีแรกเมื่อโครงการเริ่มดำเนินงาน ทั้งนี้เพราะเพื่อเป็นการกระจายภาระค่าบริการแก่ผู้จ่ายนั่นเอง โดยเริ่มเก็บในอัตราต่ำในช่วงแรก ๆ แล้วจึงค่อยเพิ่มสูงขึ้น

3.4 การใช้คืนเงินกู้

เนื่องจากโครงการนี้ต้องอาศัยเงินกู้จากต่างประเทศหรือในประเทศ การชำระคืนเงินกู้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เงินต้นและดอกเบี้ย ในที่นี้เงินกู้เป็นจำนวนรวม 177.5 ล้านบาท ตามเงื่อนไขการกู้ยืมอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3.5 ในระยะเวลา 20 ปี ทั้งนี้ไม่ต้องชำระดอกเบี้ยในระยะปลอดหนี้ในช่วง 5 ปีแรกของโครงการ แต่จะนำไปสะสมกับการชำระหนี้ในปีที่ 6 เงินต้นใช้คืนเท่ากันเป็นระยะเวลา 15 ปี สำหรับการคำนวณการชำระคืนเงินกู้ แสดงไว้ในตารางที่ 5-13

3.5 การเก็บค่าบริการ

การจัดเก็บค่าบริการได้พิจารณาแบ่งออกเป็น 2 วิธีการด้วยกันคือ

(ก) เก็บค่าบริการทั้งหมดจากประชาชนผู้ซึ่งได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากระบบบำบัดน้ำเสีย

(ข) เก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมง และส่วนที่เหลือเก็บจากกลุ่มชาวบ้านเช่นเดียวกับในวิธีการในข้อ (ก)

ทั้ง 2 วิธีของการจัดเก็บจะมียอดการชำระหนี้คืนเงินกู้ในตารางที่ 5-13 เป็นเป้าหมายของการจัดเก็บค่าบริการ

ตารางที่ 5-14 แสดงการคำนวณค่าบริการทั้งหมดที่เรียกเก็บจากประชาชนผู้รับผลประโยชน์โดยตรง ในช่วง 6 ปีแรกของโครงการจะเก็บค่าบริการในลักษณะของการกระจายที่เพิ่มขึ้นในอัตราแบบเส้นตรง (linear) โดยกำหนดว่าปีแรกจะเรียกเก็บเป็นจำนวนเงินเพียง 1 ล้านบาท ซึ่งผลการคำนวณค่าบริการรายเดือนต่อครอบครัวตลอดอายุของโครงการมีค่าต่ำสุด 10.71 บาทในปีแรก และสูงสุด 114.94 บาท ในปีที่ 7 หลังจากที่โครงการเริ่มดำเนินงาน และหลังจากนั้นก็ค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับ

ส่วนในวิธีการที่ 2 ของการเก็บค่าบริการซึ่งถือว่าชาวประมงเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์เป็นเงินจากการมีโครงการโดยตรงและเป็นจำนวนค่อนข้างมาก เริ่มด้วยการเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมง สมมุติว่าเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของรายได้จากประมงที่เพิ่มขึ้น (ดูตารางที่ 5-15) หลังจากนั้นนำไปหักออกจากยอดการชำระหนี้คืนเงินกู้ เพื่อคำนวณหาค่าบริการส่วนที่จะเรียกเก็บจากประชาชนผู้ได้รับบริการจากโครงการต่อไป ผลการคำนวณปรากฏว่าชาวบ้านจะต้องจ่ายค่าบริการในจำนวนต่ำสุดครัวเรือนละ 2.14 บาทต่อเดือน และสูงที่สุดคือ 79.40 บาท ดังแสดงในตารางที่ 5-16

3.6 ข้อสรุปและเสนอแนะ

จากการวางแผนและวิเคราะห์ด้านการเงินของโครงการ ตามรายละเอียดที่บรรยายข้างต้นมีข้อสรุปและเสนอแนะดังนี้

(1) การวิเคราะห์ทางด้านการเงิน ชี้ให้เห็นถึงที่มาของเงินทุนและการใช้ไปของเงินทุน โดยที่มาของเงินทุนประกอบด้วย งบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น เงินกู้โดย

ตารางที่ 5-13

การชำระหนี้เงินกู้

หน่วย : ล้านบาท

ปีงบประมาณ	เงินกู้	ชำระหนี้คืน		
		เงินต้น	ดอกเบี้ย	รวม
2537	177.5	11.833	37.275	49.108
2538	165.667	11.833	5.798	17.631
2539	153.834	11.833	5.384	17.217
2540	142.001	11.883	4.970	16.803
2541	130.168	11.833	4.556	16.389
2542	118.335	11.833	4.142	15.975
2543	106.502	11.833	3.728	15.561
2544	94.669	11.883	3.313	15.146
2545	82.836	11.883	2.899	14.732
2546	71.003	11.833	2.486	14.319
2547	59.170	11.833	2.071	13.904
2548	47.337	11.833	1.657	13.490
2549	35.504	11.833	1.243	13.076
2550	23.671	11.833	0.828	12.661
2551	11.838	11.833	0.414	12.247

ตารางที่ 5-14

การเก็บค่าบริการทั้งหมดจากประชาชนผู้รับบริการทั้งหมด

ปีงบประมาณ	จำนวนประชากร (คน) 1/	จำนวนครัวเรือน 2/	เป้าหมายค่าบริการ, ล้านบาท 3/	ค่าบริการ บาท/ครัวเรือน/เดือน
2531	38 250	7 217	-	-
2532	41 250	7 783	1.000	10.71
2533	45 000	8 491	3.207	31.47
2534	49 250	9 292	6.414	57.52
2535	53 750	10 142	9.621	79.05
2536	58 000	10 943	12.828	97.69
2537	62 500	11 792	16.035	113.32
2538	67 750	12 783	17.631	114.94
2539	72 750	13 726	17.217	104.53
2540	78 000	14 717	16.803	95.15
2541	83 000	15 660	16.389	87.21
2542	87 750	16 557	15.975	80.40
2543	93 500	17 642	15.561	73.50
2544	99 750	18 821	15.146	67.06
2545	107 000	20 189	14.732	60.81
2546	114 750	21 651	14.319	55.11
2547	122 500	23 113	13.904	50.13
2548	130 750	24 670	13.490	45.57

1/ ประชาชนที่ได้รับประโยชน์จากระบบบำบัดน้ำเสีย

2/ ขนาดครอบครัว =5.3 คนต่อครัวเรือน (อ้างอิง 2)

3/ เท่ากับจำนวนเงินใช้คืนหนี้เงินกู้ (จากตารางที่ 5-13) โดยที่ 6 ปีแรกจะกระจายการเก็บเพื่อแบ่งภาระให้กับผู้จ่ายมิให้ต้องจ่ายมากในปีที่ 6

ตารางที่ 5-15

การเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมง

หน่วย : ล้านบาท

ปีงบประมาณ	รายได้ประมงที่เพิ่มขึ้น	ค่าบริการที่เรียกเก็บ 1/
2531	-	-
2532	8	0.8
2533	16	1.6
2534	24	2.4
2535	32	3.2
2536	40	4.0
2537	48	4.8
2538	56	5.6
2539	64	6.4
2540	72	7.2
2541	80	8.0
2542	80	8.0
2543	80	8.0
2544	80	8.0
2545	80	8.0
2546	80	8.0
2547	80	8.0
2548	80	8.0

1/ คิดเป็นร้อยละ 10 ของรายได้ประมงที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5-16

การเก็บค่าบริการบางส่วนจากประชาชนผู้รับบริการ
เมื่อเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมงแล้ว

ปีงบประมาณ	เป้าหมาย 1/ ค่าบริการ, ล้านบาท	ค่าบริการ บาท/ครัวเรือน/เดือน
2531	-	-
2532	0.2	2.14
2533	1.607	15.77
2534	4.014	36.00
2535	6.421	52.76
2536	8.828	67.23
2537	11.235	79.40
2538	12.031	78.43
2539	10.817	65.67
2540	9.603	54.38
2541	8.389	44.64
2542	7.975	40.14
2543	7.561	35.71
2544	7.146	31.64
2545	6.732	27.79
2546	6.319	24.32
2547	5.904	21.29
2548	5.490	18.54

1/ เท่ากับจำนวนยอดการชำระหนี้เงินกู้ลบด้วยค่าบริการที่เก็บจากชาวประมง ตามรายละเอียดในตารางที่ 5-15

ผ่านรัฐบาลจากต่างประเทศ (หรือภายในประเทศ) และการเก็บค่าบริการ ส่วนการใช้ไปของเงินทุน ได้แก่ ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษา ค่าเปลี่ยนทดแทนเครื่องสูบน้ำเสียและการใช้คืนเงินกู้

การหาความสมดุลย์ของกระแสเงินสด (Cash Balance) กระทำโดยกำหนดว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของค่าก่อสร้าง และค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษาในระยะ 5 ปีแรกของโครงการจะใช้งบอุดหนุนจากรัฐบาล ส่วนอีกร้อยละ 40 ของค่าก่อสร้างที่เหลือจะเป็นเงินกู้ ค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษาตั้งแต่ปีที่ 6 จนสิ้นสุดโครงการ และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนเครื่องสูบน้ำเสียทั้ง 3 ครั้ง จะได้มาจากเงินสมทบของหน่วยงานในท้องถิ่น และการชำระหนี้คืนจะเป็นเงินที่ได้จากการเก็บค่าบริการชาวบ้านและ/หรือชาวประมงผู้ได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากโครงการ

(2) ข้อเสนอแนะในส่วนที่เกี่ยวกับแหล่งที่มาของเงินทุนต่อรายการค่าใช้จ่ายของโครงการนั้น มีเหตุผลประกอบด้วยดังนี้

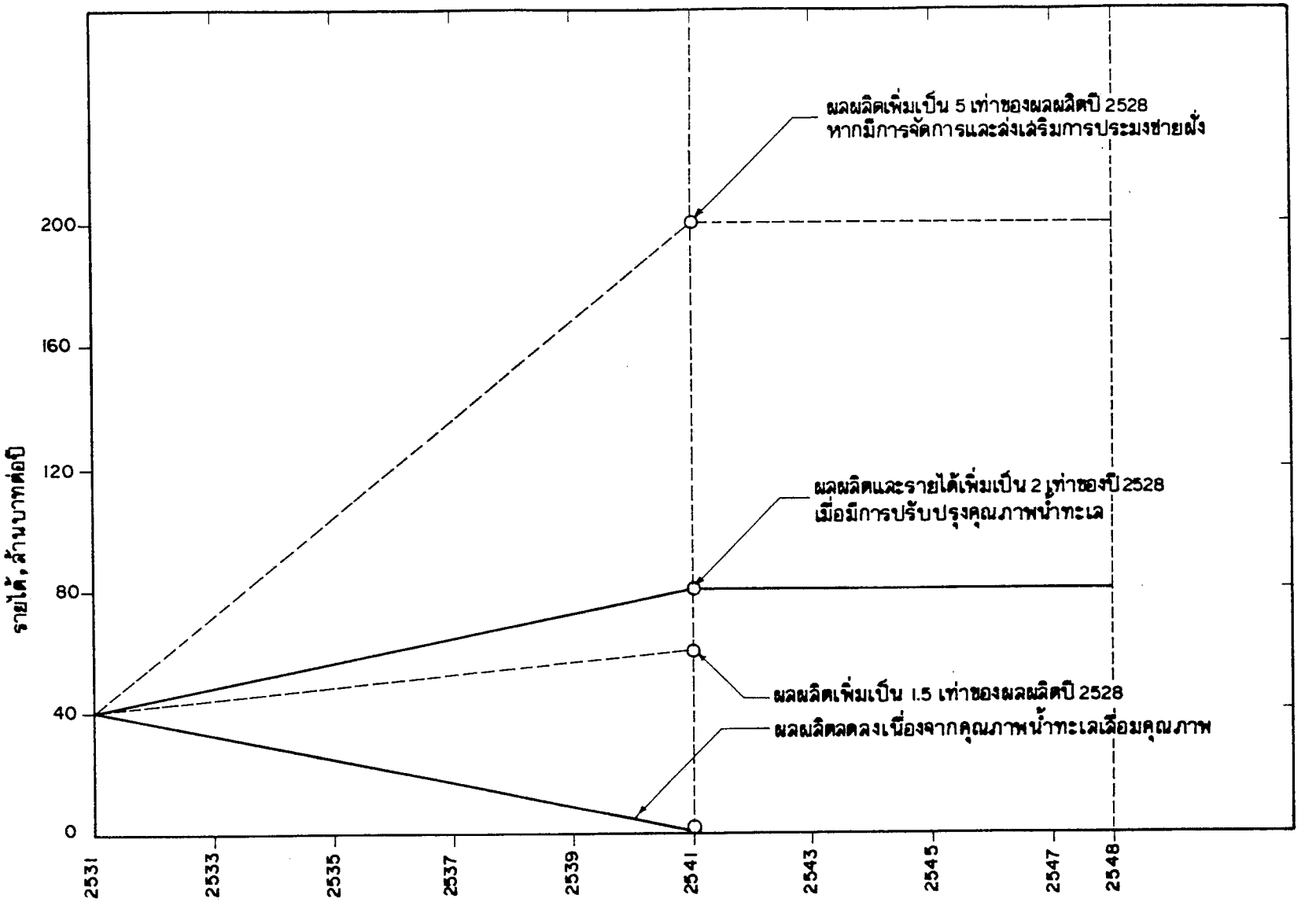
(ก) งบอุดหนุนจากรัฐบาล: เป็นจำนวนเงินรวม 281.71 ล้านบาท เป็นการใช้เพื่อการลงทุนในกิจกรรมสาธารณูปโภค จึงเห็นว่ารัฐบาลน่าที่จะเข้ามามีส่วนร่วมโดยตรง ถ้าจะพิจารณาถึงความสามารถในการจ่าย จากรายได้ภาษีอากรที่รัฐบาลเก็บได้จากส่วนของจังหวัดชลบุรี (โครงการครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอ.เมืองฯ) ในปีงบประมาณ2528 แล้ว พบว่ามีมูลค่าถึง 790.41 ล้านบาท โดยที่ร้อยละ 29.3 เก็บจากอำเภอเมืองชลบุรี

(ข) เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น: เป็นจำนวนเงิน 72.55 ล้านบาท ซึ่งจะได้มาจากการปรับปรุงโครงสร้างและการเก็บภาษีที่ใช้อยู่ ในปี 2528 เฉพาะเทศบาลเมืองชลบุรีมีรายได้จากภาษีอากร เป็นจำนวนเงิน 28.95 ล้านบาท ดังนั้นเมื่อรวมกับหน่วยงานท้องถิ่นอื่น ๆ แล้วก็น่าที่จะมีความสามารถในการจ่ายได้ แต่อาจต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างและการจัดเก็บภาษีบ้าง

(ค) การกู้เงินและการใช้คืนเงินกู้: เงินกู้ที่ผ่านรัฐบาลจากต่างประเทศ (หรือจากภายในประเทศเองแล้วแต่ความเหมาะสมและเป็นไปได้) มีมูลค่า 177.5 ล้านบาท เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของค่าก่อสร้างนั้น เหตุผลประการหนึ่งจะสามารถช่วยประหยัดเงินคงคลังของรัฐบาล ในประการต่อไปนั้นก็เนื่องจากว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียสามารถก่อให้เกิดรายได้หรือผลประโยชน์โดยตรงได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries) เหล่านี้ ควรที่จะต้องรับภาระการชำระหนี้คืนไม่มากก็น้อย

(ง) ค่าบริการ: การเก็บค่าบริการเพื่อนำมาใช้ชำระหนี้เงินกู้ รวมเป็นจำนวน 220.28 ล้านบาท แยกออกเป็น 2 กลุ่มเป้าหมายในการจัดเก็บคือ ประชาชนที่ได้รับบริการโดยตรงจากโครงการ และชาวประมง ถ้าจะพิจารณาฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่โครงการแล้ว พบว่าประชาชนกลุ่มที่มีรายได้ค่อนข้างต่ำมีรายได้เฉลี่ยต่อครอบครัวเท่ากับ 4 480 บาทต่อเดือน (อ้างอิง 3) เมื่อพิจารณาถึงอัตราค่าบริการที่จัดเก็บโดย 2 วิธีการ วิธีแรกเก็บค่าบริการทั้งหมดจากชาวบ้านผู้ใช้บริการ คำนวณได้ว่าอัตราเฉลี่ยเป็นเงิน 72.01 บาท/ครัวเรือน/เดือน หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 1.6 ของรายได้ครอบครัว ส่วนอัตราของวิธีการที่สอง ซึ่งจัดเก็บค่าบริการบางส่วนจากชาวประมงและบางส่วนที่เหลือจากชาวบ้านผู้ได้รับบริการนั้น มีค่าเฉลี่ยต่อครอบครัว 40.93 บาทต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.9 ของรายได้เฉลี่ยเท่านั้น

(3) ข้อเสนอแนะในการจัดเก็บค่าบริการ การเก็บค่าบริการกรณีเก็บทั้งหมดจากประชาชนผู้ใช้บริการเป็นอัตราค่าบริการเฉลี่ยตลอดอายุของโครงการ 72.01 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน และในกรณีที่เก็บจากชาวประมงบางส่วนและชาวบ้านผู้รับบริการในส่วนที่เหลือนั้น อัตราค่าบริการเฉลี่ยเท่ากับ 40.93 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน ซึ่งอัตราค่าบริการทั้ง 2 วิธีการ อาจจะเก็บในแต่ละปีตามอัตราที่คำนวณหามาได้ก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ของกระแสการไหลเวียนของเงินสด และอัตราคำนวณดังกล่าวก็สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาของระบบการเก็บค่าบริการอยู่แล้วคือ เริ่มเก็บจากน้อยไปหามาก แต่ในช่วงท้ายของโครงการมีอัตราที่ลดน้อยลงเนื่องจากผลของเรื่องของการประหยัดขนาด (Economy of Scale) หรืออีกวิธีหนึ่งอาจพิจารณาเก็บในอัตราอื่นที่เหมาะสมและจูงใจให้ผู้จ่ายสามารถจ่ายได้ โดยมีมูลค่าเท่าเทียมกันกับเป้าหมายการจัดเก็บเพื่อใช้คืนเงินกู้



รูปที่ 5-1

การประเมินรายได้จากการประมงในอ่าวชลบุรี

รูปที่ 5-1

บทที่ 6

การศึกษาและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1. บทนำ

การศึกษาและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากโครงการระบบบำบัดน้ำเสียนี้ เป็นการประเมินและตรวจสอบขั้นต้น (Initial Environmental Examination or IEE) ซึ่งการดำเนินการในระดับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ และระบุความมากน้อยของผลกระทบด้านต่าง ๆ ต่อสิ่งแวดล้อม และ/หรือของสิ่งแวดล้อมต่อการดำเนินโครงการ ทั้งนี้เพื่อบ่งชี้สิ่งแวดล้อมด้านที่น่าจะมีผลกระทบมาก และบ่งชี้มาตรการป้องกันต่าง ๆ ที่ควรดำเนินการ เพื่อมิให้เกิดผลกระทบอันไม่พึงประสงค์ ในกรณีที่เห็นว่าสมควรที่จะมีการศึกษาและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขั้นที่ละเอียดยิ่งขึ้น ก็จะกำหนดขอบเขตและประเด็นที่สำคัญที่ควรเน้นในการศึกษาขั้นต่อไปนั้นด้วย

เนื่องจากอ่าวชลบุรีเป็นแหล่งรับน้ำเสียขั้นสุดท้ายจากชุมชนชลบุรี ไม่ว่าจะมีหรือไม่มีโครงการนี้ก็ตาม ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถคาดคะเนแนวโน้มของผลกระทบด้านคุณภาพของน้ำทะเลได้ จึงได้มีการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการแพร่กระจายของมลสารในอ่าวชลบุรีในการศึกษานี้ด้วย ผลของการดำเนินงานในด้านนี้ในประเด็นที่เกี่ยวกับผลกระทบของการปล่อยทิ้งน้ำเสียจากชุมชนต่อคุณภาพของน้ำทะเล ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ได้สรุปไว้ในตอนต่อไป ส่วนรายละเอียดการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวกที่ 9 ของรายงานนี้แล้ว

2. การประเมินคุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรีโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์

2.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำทะเล

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินการแพร่กระจายของมลสารในน้ำทะเลหลังจากที่ปล่อยมลสารสู่ทะเลในรายงานนี้ ใช้หลักการการกระจายของมลสารโดยขบวนการพัดพา การแพร่กระจายและการสลายของมลสาร โดยถือว่าท้องทะเลในพื้นที่โครงการตื้น และมีการผสมผสานอย่างทั่วถึงในแนวดิ่งตลอดความลึก ดังนั้นจึงพิจารณาการแพร่กระจายเฉพาะแนวราบในสองมิติ (อ้างอิง 41) การคำนวณการแพร่กระจายของมลสารที่คำนวณโดยแบบจำลองเป็นการแพร่กระจายในสภาพคงตัว (Steady State) สำหรับกรณีที่กระแสน้ำทะเลอยู่ในทิศทางที่ขนานกับชายฝั่งและสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในน้ำทะเลมีค่าเท่ากันทั้งในแนวขนานและตั้งฉากกับชายฝั่ง

ก่อนที่จะใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณการแพร่กระจายของมลสารในทะเล ได้ทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ และข้อมูลที่จำเป็นต่าง ๆ ทั้งจากการตรวจวัดในอ่าวชลบุรีในโครงการนี้ และจากข้อมูลในบริเวณใกล้เคียงที่มีอยู่แล้ว แล้วจึงทำการกำหนดและปรับค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยเปรียบเทียบผลที่คำนวณได้กับสภาพการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบในการสำรวจในอ่าวชลบุรีในโครงการนี้

เนื่องจากข้อจำกัดในด้านข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดและปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง จึงทำให้มีข้อจำกัดในการคาดคะเนสภาพในอนาคตโดยแบบจำลองนี้อยู่บ้าง แต่เมื่อพิจารณาว่าวัตถุประสงค์หลักของการใช้แบบจำลองนี้ก็เพื่อประเมินผลเปรียบเทียบสภาพการแพร่ของมลสารใน

สภาพรวมและในระยะยาวของอ่าวในกรณีที่มีและไม่มีโครงการระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว ก็นับว่าแบบจำลองที่ใช้มีความพอเพียงที่จะบ่งชี้ถึงแนวโน้มด้านคุณภาพของน้ำทะเลที่จะเกิดขึ้นในกรณีต่าง ๆ อีกประการหนึ่ง การศึกษาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดมากครั้งนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อไปของหน่วยงานที่รับผิดชอบและเกี่ยวข้อง ในอันที่จะพัฒนาต่อไปทั้งในด้านการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม และด้านการพัฒนารูปแบบของแบบจำลองที่ละเอียดถูกต้องยิ่งขึ้น เพื่อใช้งานในขั้นต่อไปด้วย

2.2 คุณภาพน้ำทะเลในอนาคต

การประเมินคุณภาพน้ำทะเลในอนาคต ได้ประเมินโดยใช้ดรรชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญสองอย่าง คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดี และการประเมินคุณภาพน้ำทะเลในอนาคตได้ประเมินไว้สำหรับกรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย และกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งแบ่งออกเป็นสองระบบคือ ระบบบำบัดแบบทุติยภูมิที่ตั้งอยู่บนฝั่ง และระบบบำบัดแบบฉีดปล่อยน้ำเสียซึ่งผ่านการบำบัดเพียงขั้นปฐมภูมิออกสู่ทะเลที่บริเวณที่ห่างจากชายฝั่ง (Submarine Outfall)

องค์ประกอบที่สำคัญต่อสภาพการแพร่กระจายของมลสารในอนาคตได้แก่ อัตราการปล่อยของเสียลงสู่ทะเลในอนาคต ในสภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียได้ประเมินว่าน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ทะเลในอนาคต (พ.ศ.2548) มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนประมาณ $2X10^6$ MPN/100 มล และมีบีโอดี 150 มก/ล และมีปริมาณการไหลของน้ำเสียลงสู่ทะเลเป็น 70% ของปริมาณน้ำเสียที่ประเมินว่าจะเกิดขึ้น ส่วนอีก 30% ถือว่าซึมหายไม่ลงสู่ทะเล สำหรับกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิที่ปากคลองละมุ น้ำเสียที่ออกสู่ทะเลโดยตรงก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับกรณีที่ไม่มีระบบบำบัด แต่มีปริมาณลดลงตามสัดส่วนของปริมาณน้ำเสียที่ส่งเข้าสู่ระบบบำบัด ในกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Submarine Outfall ก็จะมีน้ำเสียบางส่วนที่ออกสู่ทะเลโดยตรงบริเวณชายฝั่งทะเลเหมือนกับในกรณีที่มีระบบบำบัดแบบทุติยภูมิ ส่วนน้ำเสียที่ปล่อยนอกชายฝั่ง ซึ่งผ่านการบำบัดขั้นปฐมภูมิประมาณว่าจะมีบีโอดีและโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลง 20% ดังนั้นหากไม่มีการฆ่าเชื้อต่อด้วยคลอรีนน้ำเสียส่วนที่ปล่อยนอกชายฝั่งจะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนประมาณ $1.6X10^6$ MPN/100 มล และมีบีโอดี 120 มก/ล และมีปริมาณ 70% ของปริมาณน้ำเสียที่ประมาณว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่นเดียวกับกรณีที่ใช้ระบบบำบัดแบบทุติยภูมิ

2.2.1 คุณภาพน้ำทะเลหากไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ สำหรับการแพร่กระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีในอ่าวชลบุรีในอนาคตในปี พ.ศ.2548 แสดงในรูปที่ 6-1 ซึ่งจะเห็นว่าถ้าไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในอนาคต สภาพความสกปรกบริเวณแนวชายฝั่งอ่าวชลบุรีจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ตามอัตราการเติบโตของเมืองในอนาคต โดยเฉพาะปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จะมีการกระจายอยู่ในระดับสูงเกิน 1000 MPN/100 มล โดยขยายออกเป็นวงกว้างตลอดแนวชายฝั่งเยื้องลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามทิศทางกระแสน้ำ และในบริเวณเขตชุมชนหนาแน่นจะมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินกว่า 5000 MPN/100 มล ตลอดแนวฝั่ง ส่วนการกระจายของบีโอดีในอนาคตก็อยู่ในลักษณะคล้ายกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แต่ว่าอยู่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำ ซึ่งเป็นไปตามข้อเท็จจริงที่ว่าท้องทะเลโดยทั่วไปมีความสามารถรับบีโอดีได้มาก เนื่องจากมีการเพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำทะเลจากอากาศได้ตลอดเวลา

2.2.2 คุณภาพน้ำทะเลเมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิบนฝั่ง

สภาพโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีในปี พ.ศ.2548 เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิบนฝั่งที่ปากคลองละมุที่คำนวณได้แสดงไว้ในรูปที่ 6-2 จะเห็นว่าเมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว คุณภาพน้ำทะเลจะดีขึ้นมากคือ มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเหลืออยู่น้อยมากเฉพาะในบริเวณที่ปล่อยน้ำหลังบำบัดลงสู่ทะเลเท่านั้น แต่คุณภาพน้ำทั้งอ่าวโดยส่วนรวมจะดีมากคือ ตลอดแนวชายฝั่งย่านชุมชนไม่มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียปรากฏให้เห็นเหมือนกรณีที่ไม่มีระบบบำบัด

2.2.3 คุณภาพของน้ำทะเลเมื่อมีระบบบำบัดแบบ Submarine Outfall

ที่บริเวณจุดฉีดปล่อยน้ำเสียจะมีสภาพของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีในปี พ.ศ.2548 ดังแสดงในรูปที่ 6-3 ซึ่งจะเห็นว่ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงในบริเวณจุดฉีดปล่อยน้ำเสียแต่จะลดลงเหลือเพียงไม่เกิน 10 MPN/100 มล ที่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมให้มีได้สำหรับกิจกรรมการเลี้ยงหอย และการเล่นน้ำทะเล ปริมาณบีโอดีก็มีอยู่น้อยเช่นเดียวกัน ส่วนในบริเวณแนวฝั่งหน้าอ่าวชลบุรีในปี พ.ศ.2548 ไม่มีมลสารลงสู่ทะเล ดังนั้นน้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวจะมีสภาพดีคล้ายกับกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิ

จากผลการคำนวณที่ได้แสดงข้างต้นพอสรุปได้ว่า จากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ถ้าไม่มีการจัดสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย สภาพความสกปรกของน้ำในอ่าวชลบุรีจะดำเนินต่อไป โดยเสื่อมโทรมมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามอัตราการเจริญเติบโตของชุมชนในอนาคต ซึ่งจะทำให้อาณาบริเวณที่น้ำทะเลมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินเกณฑ์อันตรายขยายออกไปเรื่อย ๆ แต่ในอนาคตหลังจากที่มีระบบบำบัดน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นแบบทุติยภูมิ หรือแบบ Submarine Outfall ก็ตาม สภาพน้ำทะเลในบริเวณอ่าวชลบุรีจะค่อย ๆ ดีขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณน้ำเสียที่รับเข้าบำบัดที่ระบบบำบัดที่เพิ่มขึ้น แต่ในกรณีที่ใช้ระบบ Submarine Outfall จะมีการแพร่กระจายโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นบริเวณกว้างนอกชายฝั่งทะเลบริเวณที่ทิ้งน้ำเสียนอกชายฝั่ง แต่ที่ใกล้ชายฝั่งโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเหลืออยู่เป็นปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อกิจกรรมเลี้ยงหอยและการเล่นน้ำทะเล

3. การประเมินและตรวจสอบเบื้องต้นด้านสิ่งแวดล้อม

การประเมินและตรวจสอบเบื้องต้นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรีนี้ จัดทำขึ้นโดยอาศัยแนวทางการจัดทำรายงานตรวจสอบเบื้องต้นด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนะนำโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (วล.) ในอ้างอิง 40 โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวกับโครงการประกอบกับการตรวจสอบสถานที่จริงเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมินและตรวจสอบเบื้องต้น

3.1 สภาพพื้นที่โครงการในปัจจุบัน

พื้นที่โครงการได้แก่ บริเวณเทศบาลเมือง เขตสุขาภิบาลบางทราย เขตสุขาภิบาลบ้านสวน และพื้นที่บางส่วนของบริเวณนอกเขตสุขาภิบาลของอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีเนื้อที่โครงการประมาณ 43.6 ตารางกิโลเมตร แต่มีเพียงประมาณ 26% ของพื้นที่เท่านั้นที่จัดว่าเป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ โดยมีประชากรประมาณ 116 400 คน (สถิติสิ้นปี พ.ศ.2527)

แหล่งน้ำใช้ที่สำคัญได้แก่ น้ำประปาจากการประปาชลบุรี และมีการใช้น้ำจากบ่อน้ำตื้น และน้ำฝนบ้างเป็นส่วนน้อย ปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่โครงการประมาณ 23 000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (8.25 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) เกือบ 70% ของปริมาณน้ำทั้งหมดเป็นน้ำใช้สำหรับบ้านเรือนที่อยู่อาศัย

ในปัจจุบันระบบบำบัดและระบายน้ำเสียของโครงการนี้ประกอบด้วยระบบบำบัดน้ำเสียที่ออกแบบและติดตั้งโดยเฉพาะกับโรงงานอุตสาหกรรมและโรงแรมต่าง ๆ สำหรับอาคารบ้านเรือนจะมีบ่อเกรอะบ่อซึมสำหรับบำบัดน้ำเสียจากห้องส้วมแยกต่างหากจากน้ำเสียอื่น ๆ ที่ทิ้งจากแต่ละครัวเรือน น้ำเสียจากการอาบ ซักล้าง และการประกอบอาหารจะปล่อยระบายลงสู่ระบบท่อระบายน้ำฝนสาธารณะ แล้วระบายลงสู่ลำคลองสำคัญที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนหนาแน่นซึ่งได้แก่ คลองสังเขป คลองบางปลาสร้อย คลองโรงพยาบาล-คลองเกลือ คลองละมุ คลองกระโดน ห้วยยายเม้า ห้วยสุขบท และห้วยเจ้าคุณเฒ่า (รูปที่ 1-11) ในบางแห่งจะมีการต่อท่อระบายน้ำสาธารณะเพื่อระบายน้ำฝนและน้ำเสียลงสู่ทะเลริมชายหาดของอ่าวชลบุรีโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณชุมชนดั้งเดิมที่ตั้งอยู่ริมทะเล จะมีการระบายน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลลงสู่ทะเลโดยตรง

ปัญหาภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับน้ำเสียในพื้นที่โครงการในปัจจุบันได้แก่

(ก) น้ำล้นจากบ่อเกรอะบ่อซึมและสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ เข้าสู่ระบบระบายน้ำฝน ทำให้เกิดภาวะที่ไม่ถูกสุขลักษณะเป็นอย่างยิ่ง

(ข) การจัดการเกี่ยวกับกากของเสียที่ดูดจากบ่อเกรอะบ่อซึมไม่ดีพอ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค

(ค) บ้านเรือนของชุมชนดั้งเดิมที่ตั้งอยู่บนพื้นที่เลนชายทะเลปล่อยน้ำเสียและของเสียลงสู่ทะเลโดยตรง ก่อให้เกิดสภาพที่ไม่ถูกสุขลักษณะ และทำให้คุณภาพน้ำทะเลเสื่อมโทรมลง

(ง) คุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมโทรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลสูงเกินเกณฑ์กำหนดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเลี้ยงหอย และการประมงในอ่าวชลบุรี

3.2 สรุปโครงการที่เสนอแนะ

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวกับน้ำเสียในพื้นที่โครงการดังกล่าวข้างต้น ในการศึกษาในโครงการนี้เสนอแนะดังนี้

(ก) จัดให้มีระบบรวบรวมน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนในพื้นที่โครงการ ซึ่งมีทั้งระบบท่อแยก (Separate System) สำหรับชุมชนนอกเขตเทศบาลเมืองหรือบริเวณพื้นที่รอบนอก และระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแบบท่อดัก (Intercepting Sewer) สำหรับรับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำฝนสาธารณะในบริเวณเขตเทศบาลหรือบริเวณชุมชนแออัด ระบบท่อดังกล่าวจะมีการจัดสร้างท่อกิ่งท่อซอย เพื่อรับน้ำเสียและกากของเสียจากอาคารบ้านเรือนเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียด้วย และอนุญาตให้ระบายน้ำเสียตลอดจนสิ่งปฏิกูลลงสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านบ่อเกรอะบ่อซึม ส่วนในพื้นที่ซึ่งใช้ท่อระบายน้ำเดิมรับน้ำเสียเพื่อระบายลงสู่ท่อดัก เช่นในกรณีของเขตชุมชนหนาแน่นจำเป็นต้องมีการใช้บ่อเกรอะบ่อซึม แต่อนุญาตให้ต่อท่อปล่อยให้น้ำเสียจากบ่อเกรอะบ่อซึมล้นออกสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้กากของแข็งระบายลงสู่ระบบท่อ

และลงสู่ทะเลโดยตรงในกรณีที่มีฝนตกหนัก และจำเป็นต้องมีการไหลล้นออกสู่ทะเล และป้องกันมิให้มีการทับถมของสิ่งปฏิกูลในท่อระบายน้ำสาธารณะ ซึ่งไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับให้มีความเร็วของน้ำในท่อสูงพอที่จะพัดพากากตะกอนของเสียออกไปได้

(ข) จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียที่รับน้ำเสียจากระบบรวบรวมน้ำเสีย โดยได้พิจารณาออกแบบเปรียบเทียบกันในขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการสำหรับ 2 ระบบคือ ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Ponds-SP) และระบบบำบัดแบบ Rotating Biological Contactor (RBC) เพื่อบำบัดน้ำเสียรวม ก่อนระบายลงสู่อ่าวชลบุรีบริเวณปากคลองละมุ และได้สรุปเสนอแนะให้เลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ด้วยเหตุผลที่สำคัญคือ มีที่ดินซึ่งสามารถใช้เป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียที่บริเวณปากคลองละมุ ซึ่งเป็นที่ดินขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ส่วนระบบบำบัดแบบบ่อผึ่งแม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่า แต่ก็จะต้องมีการจัดซื้อหรือเวนคืนที่ดินซึ่งเป็นกรรมสิทธิ์ของราษฎรจำนวนมากเป็นเนื้อที่รวมกันประมาณ 190 ไร่

3.3 การประเมินผลกระทบเบื้องต้นต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาและการตรวจสอบสภาพจริงของพื้นที่โครงการสามารถกำหนดรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม และระดับความรุนแรงของผลกระทบในแต่ละประเด็นอันเนื่องจากการดำเนินงานตามข้อเสนอแนะของโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี ดังสรุปได้ในตารางที่ 6-1 โดยมีรายละเอียดของแต่ละประเด็นดังนี้

(ก) ดินและชายหาด

ผลการศึกษาพบว่ามีการสะสมของดีเทอเจนต์ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง นิเกิ้ล และโครเมียมในตัวอย่างตะกอนดินบริเวณอ่าวชลบุรี โครงการที่ศึกษานี้จะช่วยลดอัตราการสะสมของมลสารเหล่านี้ลดลง และเป็นการจำกัดบริเวณระบายน้ำเสียหลังการบำบัดแล้วให้อยู่ในบริเวณปากคลองละมุเพียงแห่งเดียว

(ข) คุณภาพน้ำผิวดิน

เนื่องจากน้ำเสียที่ระบายลงสู่อ่าวชลบุรีในสภาพปัจจุบัน ส่วนใหญ่ได้แก่น้ำเสียที่มาจากเขตชุมชนซึ่งมิได้ผ่านระบบบำบัดที่เหมาะสม หรือเกิดการล้นออกมาจากบ่อเกรอะบ่อซึม จึงทำให้คุณภาพน้ำผิวดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำในคลองสายต่าง ๆ ในเขตชุมชนและน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมลงเป็นอย่างมาก ผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทะเลมากกว่า 1000 MPN/100 ml ในเกือบทุกบริเวณซึ่งชี้บ่งว่าคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีไม่เหมาะสมต่อการใช้อาบ เล่นกีฬาทางน้ำ หรือการประมงชายฝั่งเช่น การเพาะเลี้ยงหอยนางรม เป็นต้น โครงการนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการแก้ไขความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าว แม้จะมีการใช้คลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัด ซึ่งอาจเกิดปัญหาสารประกอบคลอรีนอินทรีย์ที่อาจเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อพิสูจน์ถึงความรุนแรงที่แน่ชัด

(ค) คุณภาพน้ำใต้ดิน

อาจจะมีการเจือปนของมลสารจากระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียโดยการซึมผ่านชั้นดินเข้าไปสู่น้ำใต้ดินได้บ้าง ในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าระดับน้ำเสีย แต่ไม่ควรจะเป็นปัญหาที่สำคัญเนื่องจากชั้นของดินจะเป็นตัวกลางที่กรองมลสารได้ด้วยตัวเองโดยธรรมชาติอยู่แล้ว ผลกระทบนี้จึงควรจะมีน้อย

ตารางที่ 6-1

สรุปผลกระทบสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการดำเนินงานตามโครงการในเมืองชลบุรี

องค์ประกอบของโครงการ		องค์ประกอบสิ่งแวดล้อม																	
		ดินและธาตุหิน	คุณภาพน้ำผิวดิน	คุณภาพน้ำใต้ดิน	ชีววิทยาของสัตว์และพืชน้ำ	การประมงชายฝั่ง	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การควบคุมน้ำเสีย	การท่องเที่ยว	การจราจร	การถือครองที่ดินและแนวเขตที่ดิน	การพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรม	การควบคุมน้ำท่วม	เศรษฐกิจ-สังคม	คุณภาพอากาศ	เสียง	ทัศนียภาพ	ไฟฟ้าและการสื่อสาร	ระบบระบายน้ำและสิ่งปฏิกูล
1. ระบบรวบรวมน้ำเสีย		+1	0	+1	0	0	0	+1	+1	-2/0	0	0	0	+1/0	-1/0	+1	0	+1	-1/0	+1
2. ระบบบำบัดน้ำเสีย	SP	+2	+3	-1	+2	+3	-2	+2	+2	0	-2	-2	0	+1	0	+1	0	+2	-1/0	0
	RBC	+2	+3	0	+2	+3	-1	+2	+2	0	0	0	0	+1	0	+1	0	+2	-1/0	-1

หมายเหตุ

(1) + แสดงผลกระทบที่เป็นผลดี - แสดงผลกระทบที่เสียหาย

(2) 1, 2, และ 3 แสดงระดับผลกระทบ "น้อย" "ปานกลาง" และ "มาก" ตามลำดับ

(3) 0 หมายถึง ไม่เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างเด่นชัดจนสามารถประเมินระดับผลกระทบได้

(4) -2/0 ในที่นี้ -2 หมายถึงผลกระทบเสียหายปานกลางระหว่างการก่อสร้าง 0 หมายถึงไม่มีผลกระทบเมื่อสิ้นสุดการก่อสร้าง

(ง) <u>ชีววิทยาของสัตว์น้ำและพืชน้ำ</u>

เนื่องจากการดำรงอยู่ของสัตว์และพืชน้ำจะมีความสัมพันธ์กับสภาพของดินและน้ำในถิ่นอาศัย ดังนั้นผลกระทบในด้านดีเนื่องจากโครงการนี้จึงควรใกล้เคียงกับกรณีของดินและชายหาด

(จ) <u>การประมงชายฝั่ง</u>

ผลการศึกษาประเมินว่า หากปล่อยให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่อ่าวชลบุรีดังสภาพปัจจุบันต่อไปแล้ว ผลผลิตด้านการประมงชายฝั่งในอ่าวชลบุรีซึ่งมีมูลค่าประมาณ 40 ล้านบาท ใน พ.ศ.2528 จะสูญเสียโดยสิ้นเชิงภายในระยะเวลาประมาณ 10 ปี (ภายใน พ.ศ.2541) ดังนั้นโครงการนี้จึงก่อผลกระทบที่ดีมากต่อการประมงชายฝั่ง

(ฉ) <u>การใช้ประโยชน์ที่ดิน</u>

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง จะใช้พื้นที่ประมาณ 190 ไร่ ในขณะที่ระบบ RBC จะใช้พื้นที่เพียงประมาณ 22 ไร่ ดังนั้นการใช้ระบบบ่อผึ่งจะเป็นผลให้เกิดการสูญเสียการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ๆ ได้อย่างเด่นชัด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในเขตเมืองชลบุรี จึงเป็นพื้นที่ที่มีราคาค่อนข้างสูงและอาจนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ หรือเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ ที่ให้ผลประโยชน์ตอบแทนสูงกว่าได้ สำหรับระบบ RBC นั้นหากจะจัดสร้างก็จะใช้ที่ดินขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี ซึ่งยังเป็นที่ว่างอยู่และมีเนื้อที่ไม่มากนัก จึงก่อผลเสียต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินได้น้อยกว่า

(ช) <u>การควบคุมน้ำเสีย</u>

โครงการนี้จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการควบคุมน้ำเสียจากชุมชนในพื้นที่โครงการ เนื่องจากเป็นส่วนที่สำคัญของวัตถุประสงค์ในโครงการนี้อยู่แล้ว อย่างไรก็ดีความสำเร็จในการควบคุมน้ำเสียนี้ยังต้องขึ้นอยู่กับการยอมรับและความร่วมมือของชุมชนด้วย

(ซ) <u>การท่องเที่ยว</u>

การจัดทำระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวจะสร้างความรู้สึกที่ดีต่อบรรยากาศการท่องเที่ยว ทั้งในบริเวณอ่าวชลบุรีและบริเวณใกล้เคียง เช่น หาดบางแสน เนื่องจากน้ำทะเลที่สะอาด หาดทรายที่สวยงามปราศจากสิ่งปฏิกูลเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้สถานที่ดังกล่าวสามารถดึงดูดใจนักท่องเที่ยวได้

(ฌ) <u>การจราจร</u>

การขุดเจาะถนนในเขตชุมชนของพื้นที่โครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเทศบาลเมืองชลบุรี จะก่อให้เกิดปัญหาด้านการจราจรติดขัดหรือไม่คล่องตัวขึ้นในช่วงระหว่างการก่อสร้างวางท่อระบายน้ำเสีย สำหรับการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง หรือ RBC นั้น จะกระทำในสถานที่เฉพาะแต่อาจจะมีปัญหาด้านการจราจรเนื่องจากรถบรรทุกดินหรืออุปกรณ์ก่อสร้างบ้าง แต่คาดว่าจะไม่มีความสำคัญมากนัก

(ฎ) <u>การถือครองที่ดินและการเวนคืนที่ดิน</u>

เฉพาะพื้นที่ที่จะทำการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งจะต้องทำการจัดซื้อหรือเวนคืนที่ดินจากเอกชนมากกว่า 40 ราย จึงคาดว่าจะก่อให้เกิดปัญหาและความไม่สะดวกในการจัดเตรียมที่ดินที่จะต้องใช้ในการก่อสร้างตามโครงการอย่างแน่นอน

(ฐ) การพิพาทเพื่อสิทธิในที่ดิน

ปัญหาที่อาจจะติดตามมาสำหรับการเตรียมที่ดินเพื่อใช้เป็นสถานที่ก่อสร้างในกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง คือ การเกิดกรณีพิพาทในสิทธิที่ดินระหว่างเอกชนผู้ถือกรรมสิทธิ์ที่ดินด้วยกันเอง หรือกับหน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินการก่อสร้างโครงการ

(ฑ) การควบคุมน้ำท่วม

เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียจะมาจากน้ำใช้ของชุมชน อัตราการไหลของน้ำเสียจึงมิได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ตกหนักจนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้านการระบายน้ำ ดังนั้นการดำเนินงานตามโครงการจึงไม่ควรส่งผลกระทบใด ๆ ต่อการควบคุมน้ำท่วมในพื้นที่โครงการ

(ด) เศรษฐกิจ-สังคม

ผลการศึกษาพบว่าโครงการนี้จะอำนวยผลประโยชน์ตอบแทนในรูปของเงินตราต่อชุมชนในเขตพื้นที่โครงการ เนื่องจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการประมงชายฝั่งเพราะคุณภาพน้ำทะเลที่ดีขึ้นจนเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยนางรม สุขภาพของประชาชนจะดีขึ้นเนื่องจากสามารถควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อโรคที่มากับน้ำเสีย เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและเพิ่มรายได้ที่ตามปกติอาจจะต้องสูญเสียไปหากหยุดงานเนื่องจากเจ็บป่วย ในทางตรง การมีโครงการนี้จะเป็นการสร้างงานให้แก่คนจำนวนหนึ่งอีกด้วย

(ต) คุณค่าความสวยงาม

การขุดเจาะถนนอาจทำให้เส้นทางหรือถนนบางสายเสียความสวยงามจากสภาพเดิมไปบ้าง สำหรับการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียทั้งแบบบ่อผึ่ง และ RBC นั้นจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทัศนีภาพความสวยงามของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากพื้นที่ที่จะจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเป็นที่ว่างเปล่าและบริเวณใกล้เคียงก็มิได้มีความสวยงามแตกต่างไปจากบริเวณอื่น ๆ ในพื้นที่โครงการแต่อย่างไร

(ถ) สาธารณสุข

โดยเหตุผลที่สืบเนื่องจากคุณภาพน้ำผิวดินและการควบคุมน้ำเสีย โครงการนี้จะให้ผลประโยชน์ในด้านการบำบัดน้ำเสีย และสิ่งปฏิกูลอย่างถูกวิธีซึ่งจะช่วยให้การสาธารณสุขของชุมชนโดยส่วนรวมดีขึ้น

(ท) โบราณสถานและวัตถุ

พื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียมิได้มีโบราณสถานหรือโบราณวัตถุ โครงการนี้จึงไม่มีผลกระทบใด ๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับหัวข้อนี้

(ธ) ความสะอาดของชุมชน

ระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียจะลดปัญหาด้านการสะสมและเน่าเหม็นของอินทรีย์สารในท่อระบายน้ำสาธารณะในปัจจุบัน ลดปัญหาเรื่องการระบายน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลลงสู่ลำคลองและทะเล จะทำให้สภาพแวดล้อมของชุมชนโดยทั่วไปดีขึ้นอย่างเด่นชัด

(น) <u>เสียงรบกวน</u>

เสียงรบกวนจากเครื่องจักรในกิจกรรมก่อสร้างจะเกิดขึ้น แต่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อย เช่นเดียวกันกับกรณีของกิจกรรมก่อสร้างโดยทั่วไป และจะก่อให้เกิดผลกระทบเฉพาะช่วงเวลาของการก่อสร้าง

(ป) <u>กลิ่นและน้ำเสียในระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย</u>

การจัดทำระบบท่อรวบรวมน้ำเสียจะลดปัญหาด้านกลิ่นและการตกค้างของน้ำเสียในระบบท่อระบายน้ำสาธารณะที่ใช้ในปัจจุบันได้ ในด้านของระบบบำบัดน้ำเสียนั้น RBC จะก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นของน้ำเสียได้ง่ายกว่าการเลือกใช้ระบบบ่อผึ่ง อย่างไรก็ดีปัญหาเรื่องกลิ่นนี้จะจำกัดผลกระทบเฉพาะกับสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเท่านั้น และจะได้รับการป้องกันแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นในขั้นตอนของการออกแบบไว้เรียบร้อยแล้ว

3.4 <u>ข้อสรุปและเสนอแนะ</u>

3.4.1 <u>ข้อสรุป</u>

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการจัดทำระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียตามโครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรี ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 6-1 โดยส่วนรวมสรุปได้ว่าแสดงถึงผลกระทบที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่โครงการอย่างชัดเจน ในบางประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมอาจได้รับความเสียหายเดือดร้อนจากการดำเนินตามโครงการบ้างแต่ก็เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งไม่รุนแรงและสามารถกำหนดมาตรการป้องกันหรือลดผลกระทบดังกล่าวได้

ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Statement-EIS) เนื่องจากการจัดทำรายงาน IEE นี้สามารถประเมินหรือชี้บ่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมได้ และมีความสมบูรณ์เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.4.2 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

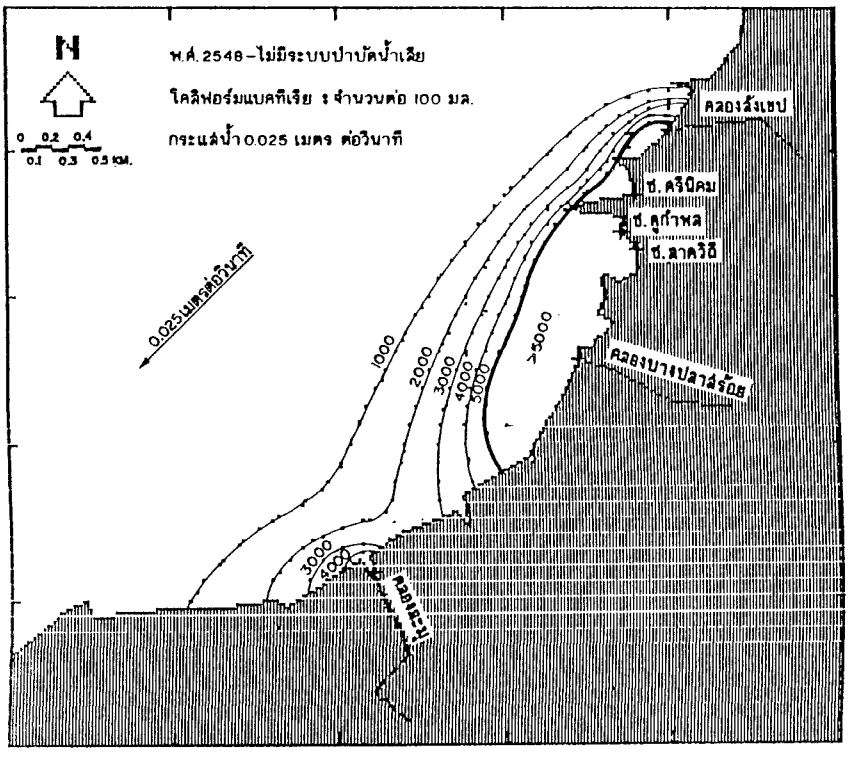
ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการที่ศึกษานี้มีดังนี้

(ก) ควรจัดให้มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินความแตกต่างระหว่างการมีและไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียเมืองหลักชลบุรีได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น และยังสามารถใช้อ้างอิงเป็นประโยชน์สำหรับโครงการอื่นประเภทเดียวกันของแหล่งชุมชนหรือเมืองริมทะเลแห่งอื่น ๆ ได้อีกด้วย

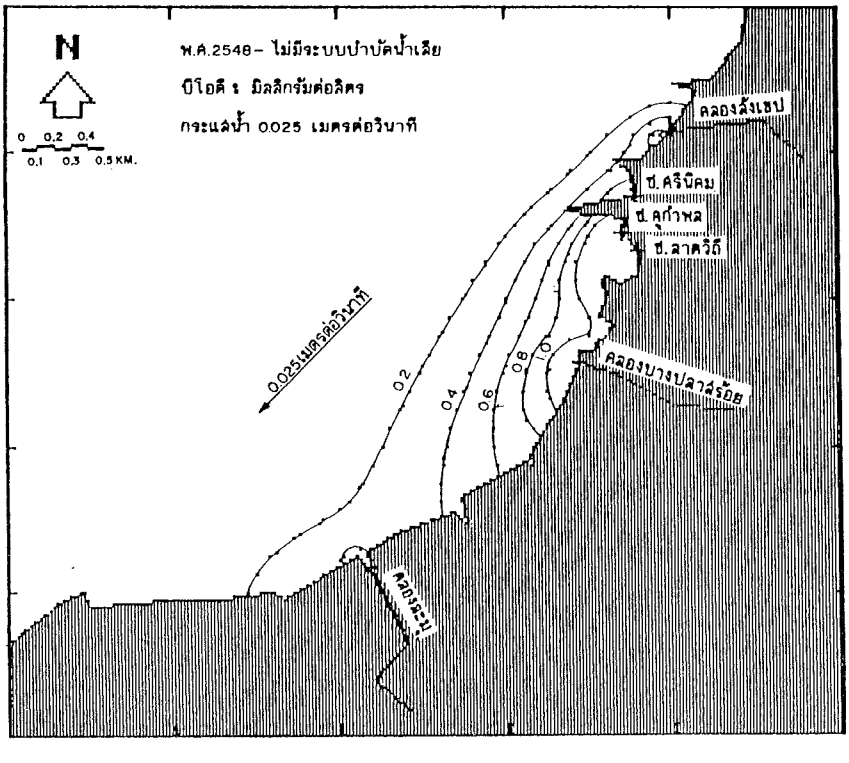
(ข) ปัญหาด้านการจราจรติดขัดหรือไม่คล่องตัว เนื่องจากการขุดถนนเพื่อวางท่อระบายและรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่โครงการเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นชั่วคราว การดำเนินงานก่อสร้างโดยเร็ว การขุดและวางท่อเป็นช่วง ๆ ละ 50 ถึง 100 เมตร การจัดเจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจราจร การเปลี่ยนเส้นทางทางเดินรถชั่วคราว หรือใช้การเดินรถทางเดียว และการจัดหาเครื่องหมายสัญญาณจราจรต่าง ๆ ที่มองเห็นได้ง่ายทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนในปริมาณที่พอเพียง และการห้ามจอดรถในช่วงของถนนที่มีการวางระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย เป็นวิธีการที่จะช่วยแก้ไขปัญหาด้านการจราจรได้

(ค) ปัญหาเกี่ยวกับการถือครองที่ดิน การเวนคืนที่ดินและการพิพาทเพื่อสิทธิในที่ดิน จะต้องอาศัยวิธีการทางกฎหมายเป็นบรรทัดฐานในการแก้ไข อย่างไรก็ดีหากจะได้มีการเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับปัญหาข้างต้นให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด ก็จะช่วยลดจำนวนปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้

(ง) ในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพความสวยงามของผิวจราจรในถนนที่ได้มีการขุดเพื่อวางท่อรวบรวมน้ำเสีย สามารถแก้ไขได้โดยการกวดขันให้ผู้รับเหมางานวางท่อทำการซ่อมแซมผิวจราจรให้อยู่ในสภาพใกล้เคียงกับสภาพเดิมหรือดีกว่า การละเลยเพิกเฉยต่อการควบคุมงานของเจ้าของโครงการเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ไม่สามารถมีการปรับแต่งผิวจราจรให้คืนสู่สภาพเดิมหรือใกล้เคียงได้

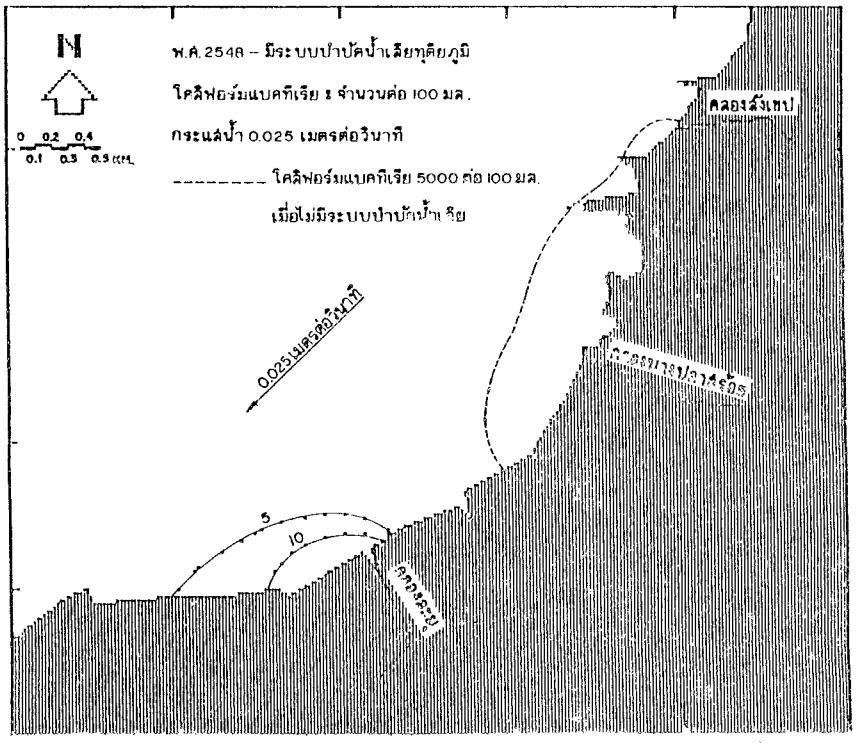


โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

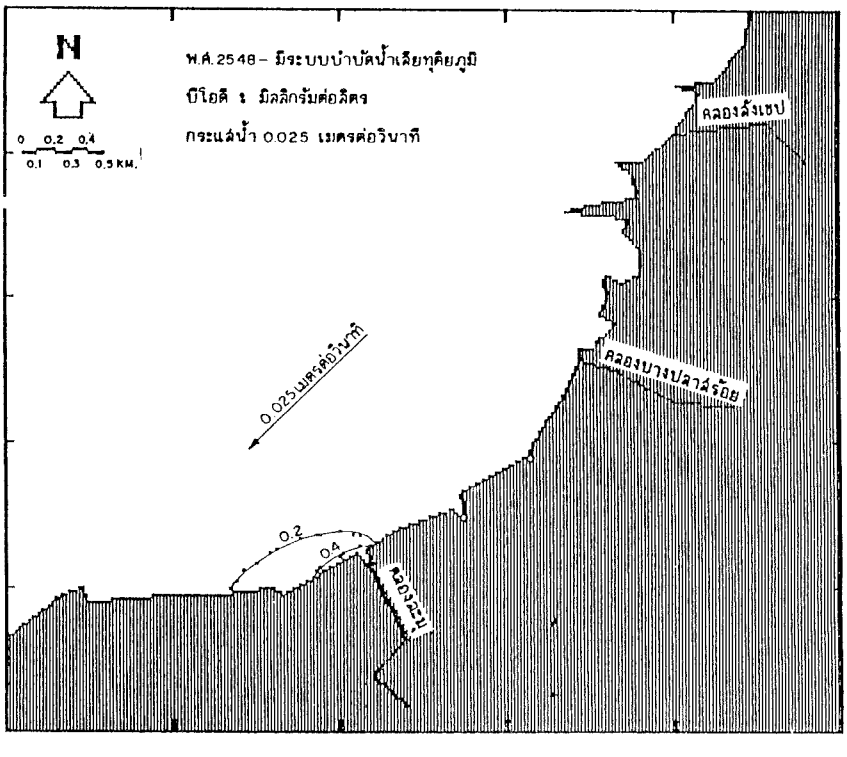


บีโอดี

รูปที่ 6-1
คุณภาพน้ำทะเลในปี พ.ศ. 2548
เมื่อไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

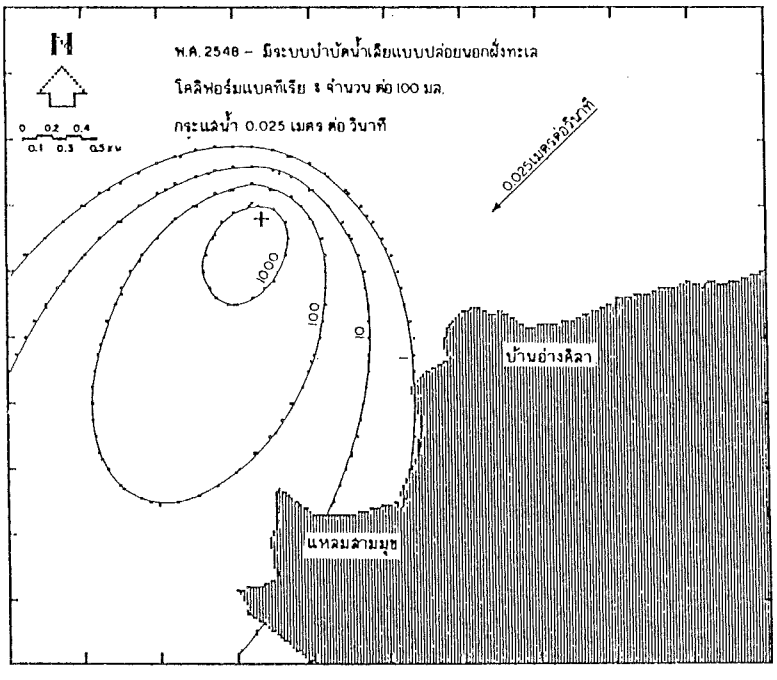


โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

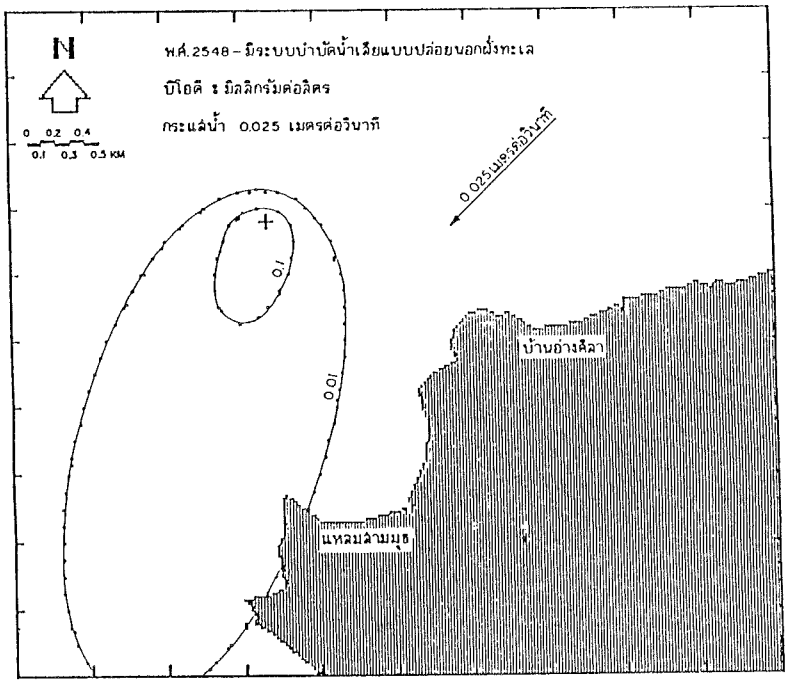


บีโอดี

รูปที่ 6-2
คุณภาพน้ำทะเลในปี พ. ศ. 2548
เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบทุติยภูมิ



โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



บีโอดี

รูปที่ 6-3
คุณภาพน้ำทะเลในปี พ. ศ. 2548
เมื่อมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SUBMARINE OUTFALL

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสุดท้ายของรายงานฉบับนี้ เป็นการสรุปประเด็นที่สำคัญต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงในรายละเอียดไว้แล้วในบทอื่น ๆ ของรายงาน พร้อมกับได้สรุปข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้เป็นแนวทางในการดำเนินการต่อไปจนสามารถบรรลุเป้าหมายหลักของโครงการนี้ ซึ่งได้แก่การจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลสำหรับเมืองหลักชลบุรี เพื่อขจัดปัญหาที่เกี่ยวข้องในด้านภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเสื่อมโทรมลงในอนาคต อันจะเป็นผลส่งเสริมให้การพัฒนาเมืองหลักชลบุรีและพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกโดยส่วนรวมบรรลุเป้าหมายที่ได้วางแผนไว้

การสรุปและเสนอแนะในตอนต่อไป ได้แยกไว้เป็นประเด็นที่สำคัญคือ ความเหมาะสมของโครงการในด้านวิศวกรรมและการลงทุน การเงินของโครงการ การดำเนินงานขั้นต่อไป และการสรุปประเด็นที่สำคัญอันเป็นผลของการศึกษาโครงการนี้

1. ความเหมาะสมโครงการระบบบำบัดน้ำเสีย

1.1 โครงการที่เสนอแนะ

จากการพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ ทั้งในด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ และอื่น ๆ ได้เสนอแนะให้จัดทำระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองหลักชลบุรี ซึ่งประกอบด้วย ระบบรวบรวมน้ำเสีย และโรงบำบัดน้ำเสีย

ระบบรวบรวมน้ำเสียประกอบด้วย ระบบรวบรวมสายหลักซึ่งรับน้ำเสียจากท่อกิ่งท่อซอยเพื่อส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย และระบบท่อกิ่งท่อซอยซึ่งรับน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนเพื่อระบายลงสู่ระบบรวบรวมสายหลัก ตำแหน่งของท่อต่าง ๆ เหล่านี้แสดงในรูปที่ 4-8 ซึ่งประกอบด้วย

ท่อหลักและท่อประธาน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-1.0 เมตร ยาวรวมประมาณ 20 480 เมตร
ท่อดัก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เมตร ยาวรวมประมาณ 2 475 เมตร
ท่อกิ่งและท่อซอย	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20-0.25 เมตร รับน้ำเสียจากพื้นที่ประมาณ 12.5 ตารางกิโลเมตร

โรงบำบัดน้ำเสียที่เสนอแนะเป็นแบบ Rotating Biological Contactors (RBC) ตั้งอยู่บนที่ดิน 21.75 ไร่ ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี อยู่ติดกับทะเลบริเวณปากคลองละมุ

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโครงการเหล่านี้มีความพอเพียงสำหรับบริการประชากรส่วนใหญ่ในพื้นที่โครงการ จากปัจจุบันถึงปีพ.ศ.2548 มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ของโครงการทั้งสิ้นประมาณ 450 ล้านบาท ซึ่งแบ่งเป็นระบบรวบรวมน้ำเสียประมาณ 381 ล้านบาท และโรงบำบัดน้ำเสียประมาณ 69 ล้านบาท (ประมาณ 61 ล้านบาทหากไม่รวมค่าที่ดินขององค์การบริหารส่วนจังหวัดฯ) การก่อสร้างของส่วนประกอบของโครงการแบ่งดำเนินการเป็นระยะ ๆ สำหรับระยะที่ 1 ซึ่ง

จะพอเพียงไปจนถึงพ.ศ.2537 มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นประมาณ 201 ล้านบาท (ประมาณ 63 ล้านบาทหากไม่รวมค่าใช้จ่ายท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) ดังมีรายละเอียดดังนี้

รายการ	โครงการระยะที่ 1 ล้านบาท	โครงการระยะที่ 2 ล้านบาท	รวม ล้านบาท
ระบบท่อหลัก ท่อประธาน และท่อดัก	29.625	33.800	63.425
ระบบท่อกิ่งและท่อซอย	130.690	186.700	317.390
โรงบำบัดน้ำเสียแบบ RBC			
- รวมค่าที่ดิน	41.044	28.216	69.260
- ไม่รวมค่าที่ดิน	33.124	28.216	61.340
รวมค่าใช้จ่ายทุกรายการ	201.359	248.716	450.075
รวมค่าใช้จ่ายยกเว้นค่าที่ดินและท่อกิ่งท่อซอย	62.749	62.016	124.765

ในด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษา ได้ประมาณการว่า หากมีการใช้งานระบบต่าง ๆ ตามที่วางแผนไว้ จะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้รวมทั้งสิ้นประมาณ 2.64 ล้านบาทในปีแรกที่เริ่มใช้งาน และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 6.78 ล้านบาทต่อปีในปีพ.ศ.2548 เมื่อมีการใช้งานเต็มโครงการ

ดังนั้น เมื่อคิดเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรผู้ได้รับบริการเมื่อมีการใช้งานเต็มโครงการ ค่าก่อสร้างรวมค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์คิดเป็นเงินประมาณ 3 390 บาทต่อคน (ประมาณ 940 บาทต่อคน หากไม่รวมค่าท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) และค่าดำเนินการรวมซ่อมบำรุงรักษาเป็นเงินประมาณ 4.26 บาทต่อคนต่อเดือน หรือประมาณ 0.71 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

เพื่อเป็นการเร่งแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลซึ่งเป็นปัญหาเรื้อรัง ได้เสนอแนะให้ดำเนินการที่จำเป็นต่าง ๆ เพื่อให้มีการก่อสร้างโครงการในปีงบประมาณพ.ศ.2531 โดยใช้เวลาการก่อสร้างไม่เกิน 1 ปี เพื่อเปิดให้บริการในปีถัดไป

1.2 ความเหมาะสมโครงการ

จากผลการสำรวจในพื้นที่และการวางแผนออกแบบส่วนประกอบของโครงการสรุปได้ว่า โครงการนี้มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม ไม่มีแนวโน้มใดที่จะเป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการดำเนินงานทางวิศวกรรมในขั้นต่อไป

ในด้านเศรษฐศาสตร์ของการลงทุน ผลการวิเคราะห์ค่าลงทุนและผลประโยชน์โดยตรงของโครงการ สรุปได้ว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือผลประโยชน์ตอบแทนโดยตรงของโครงการมีมูลค่าเกินกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการลงทุนในโครงการ ซึ่งแสดงได้โดยค่าอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายถึงประมาณ 1.37 และอัตราส่วนผลตอบแทนประมาณ 20.78% ต่อปี นอกจากผลประโยชน์โดยตรงแล้วโครงการนี้ยังก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางอ้อมอื่น ๆ ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นเงินได้อีกหลายประการ เช่น การปรับปรุงภาวะแวดล้อมอันมีผลให้คุณภาพชีวิตของประชากร

ดีขึ้น ทำให้มีการสาธารณสุขของชุมชนดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ประชากรมีสุขภาพดีขึ้น ปลอดภัยจากโรค และมีอายุยืนยาวขึ้น และปรับปรุงคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวชลบุรีซึ่งปัจจุบันมีสภาพเสื่อมโทรมให้ดีขึ้นจนเหมาะแก่กิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ รวมทั้งเป็นการส่งเสริมการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำต่าง ๆ ซึ่งจะออกไปเจริญเติบโตในอ่าวไทย เป็นต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงการระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหลักชลบุรี มีความเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน จึงควรมีการดำเนินการที่จำเป็นต่าง ๆ เพื่อให้มีการก่อสร้างและใช้ประโยชน์จากโครงการตามที่ได้วางแผนไว้

2. <u>การเงินและเงินทุน</u>

แหล่งที่มาของเงินทุนของโครงการนี้ประกอบด้วย งบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น เงินกู้โดยผ่านทางรัฐบาล และค่าบริการซึ่งจัดเก็บจากผู้ที่ได้รับประโยชน์โดยตรงจากโครงการ โดยที่จำนวนและการใช้จ่ายเงินทุนจากแต่ละแหล่งได้แก่

<u>แหล่งเงินทุน</u>	<u>จำนวน,ล้านบาท</u>	<u>การใช้จ่ายเงินทุน</u>
งบอุดหนุนจากรัฐบาล	281.714	- เงินสมทบ 60% ของค่าก่อสร้าง - ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาระบบสำหรับ 5 ปีแรกของการใช้งาน
เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น	72.554	- ค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาระบบตั้งแต่ปีที่ 6 ของการใช้งานจนสิ้นสุดโครงการ - ค่าเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์สูบน้ำเสีย
เงินกู้	177.50	- เงินสมทบ 40% ของค่าก่อสร้าง
ค่าบริการจากผู้รับประโยชน์โดยตรงจากโครงการ	220.275	- ชำระหนี้เงินกู้

ในด้านการจัดหาเงินทุนของหน่วยงานส่วนท้องถิ่นเพื่อสมทบเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการนั้นอาจทำได้โดยการปรับปรุงโครงสร้างการเก็บภาษีให้เหมาะสม รวมทั้งปรับปรุงวิธีการจัดเก็บภาษีด้วย ส่วนการเก็บค่าบริการจากผู้รับประโยชน์จากโครงการโดยตรงอาจพิจารณาจัดเก็บจาก 2 กลุ่มเป้าหมายในการจัดเก็บคือ จากประชาชนที่ได้รับบริการจากโครงการนี้โดยตรง และจากชาวประมงซึ่งมีกิจการเกี่ยวกับการประมงในบริเวณอ่าวชลบุรี เหตุผลที่พิจารณาจัดเก็บค่าบริการจากชาวประมงดังกล่าวเนื่องจากจะเป็นผู้ที่จะได้รับผลประโยชน์เป็นเงินจากการมีโครงการโดยตรง โดยจะมีรายได้จากการประมงเพิ่มขึ้นและเป็นจำนวนที่ประเมินว่าค่อนข้างมากด้วย และไม่ว่าจะมีการเก็บเงินสมทบจากกลุ่มชาวประมงหรือไม่ก็ตาม อัตราค่าบริการที่ต้องเรียกเก็บจากประชาชนผู้ได้รับบริการจากโครงการก็มีค่าไม่สูงนัก คือเฉลี่ยประมาณ 41-72 บาทต่อครัวเรือนต่อเดือน ซึ่งเมื่อเทียบกับรายได้เฉลี่ยของกลุ่มประชากรในเขตโครงการพวกที่มีรายได้ค่อนข้างต่ำซึ่งมีค่า 4 480 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือนแล้ว จะเห็นว่าค่าบริการที่จะเรียกเก็บมีค่าเพียงประมาณ 0.9-1.6% ของรายได้เฉลี่ยเท่านั้น

3. การดำเนินงานขั้นต่อไป

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเมืองหลักชลบุรีตามที่ได้วางแผนไว้ ควรมีการดำเนินการในเรื่องที่จำเป็นต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการติดตามและดำเนินการต่อไปหลังจากที่ได้เสร็จสิ้นการศึกษาตามโครงการนี้แล้ว การพิจารณาหาแหล่งเงินทุนและการจัดหาที่ดิน

3.1 การจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบหลัก

เนื่องจากงานประเภทระบบบำบัดน้ำเสียที่เป็นโครงการใหญ่ขนาดโครงการที่ศึกษานี้ ยังไม่มีการดำเนินการกันแพร่หลายในประเทศ ดังนั้นเพื่อให้โครงการนี้บรรลุเป้าหมายและเป็นแบบอย่างของชุมชนอื่นในประเทศต่อไป จึงควรที่จะมีการมอบหมายให้หน่วยงานที่เหมาะสมเป็นผู้รับผิดชอบหลักของงานในโครงการนี้ พร้อมกับให้มีการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง หน่วยงานที่รับผิดชอบหลักมีหน้าที่ในการดำเนินงานต่อไปทั้งในงานขั้นเตรียมการ ขั้นก่อสร้างโครงการ และขั้นใช้งานและติดตามผลการดำเนินงานของโครงการ

ในขั้นเตรียมการหน้าที่ของหน่วยงานรับผิดชอบหลักได้แก่

- เสนอ ติดตาม และประสานงานเพื่อให้มีการอนุมัติโครงการ
- วางแผน ติดตาม และประสานงานในการหาแหล่งเงินกู้รวมทั้งเงินสนับสนุนจากแหล่งเงินทุนต่าง ๆ ที่วางแผนไว้
- จัดให้มีการออกแบบรายละเอียดสำหรับก่อสร้าง และกำหนดรายละเอียดประกอบแบบ
- วางแผนและจัดเตรียมแผนการดำเนินงานต่อไปในขั้นก่อสร้างโครงการ รวมทั้งจัดเตรียมรูปแบบในการดำเนินการควบคุมและบริหารการก่อสร้าง
- จัดเตรียมและเสนอแนะรูปแบบและแนวทางในการดำเนินการ และบริหารโครงการเมื่อก่อสร้างเสร็จ
- ประสานงานกับหน่วยงานส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้ได้รับความร่วมมืออย่างจริงจังในการมีส่วนร่วมในโครงการในทุกขั้นตอนต่อไป ตั้งแต่การออกแบบรายละเอียดเพื่อก่อสร้าง การควบคุมและบริหารงานก่อสร้าง การดูแลและซ่อมแซมบำรุงรักษาและการเก็บค่าบริการ

ในขั้นการก่อสร้างโครงการ การควบคุมดูแลระบบ การซ่อมบำรุงและการบริหารด้านการเงินตลอดจนการจัดเก็บค่าบริการ และการติดตามผลการดำเนินงาน ควรกำหนดให้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานส่วนท้องถิ่น ซึ่งควรมีการตั้งหน่วยงานรับผิดชอบเฉพาะงานทางด้านนี้โดยตรง และอยู่ในความควบคุมดูแลของหน่วยงานส่วนท้องถิ่นซึ่งประกอบด้วยตัวแทนจากทุกหน่วยงาน (เทศบาล สุขาภิบาล และองค์การบริหารส่วนจังหวัด) หน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นนี้ควรประกอบด้วยฝ่ายต่าง ๆ ดังนี้คือ

- ฝ่ายธุรการและการเงิน
- ฝ่ายดำเนินการและควบคุมระบบบำบัด
- ฝ่ายวิเคราะห์น้ำเสีย และ
- ฝ่ายซ่อมบำรุง

ในการดำเนินงานตั้งแต่ขั้นก่อสร้างเป็นต้นไป หน่วยงานรับผิดชอบหลักจะทำหน้าที่ให้การสนับสนุนทางวิชาการ และทางด้านอื่น ๆ เท่าที่จำเป็นโดยต้องเน้นหนักในเรื่องการติดตามผลงาน และสามารถเสนอแนะหรือใช้มาตรการที่จำเป็นเพื่อช่วยให้การดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานของโครงการ ตามที่ได้วางแผนไว้

เมื่อพิจารณาถึงประสบการณ์ ความพร้อมในด้านบุคลากร และความคุ้นเคยกับปัญหาของเมืองชลบุรี คณะทำงานโครงการนี้มีความเห็นว่าหน่วยงานรับผิดชอบหลักสำหรับโครงการนี้ควรได้แก่ กรมโยธาธิการ และหน่วยงานอื่นที่ควรให้ความสนับสนุนและร่วมมือ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงบประมาณ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข และสำนักผังเมือง สำนักงานพัฒนาเมือง เป็นต้น

3.2 การหาแหล่งเงินทุน

เนื่องจากการก่อสร้างตามโครงการนี้ต้องใช้จ่ายเงินจำนวนมาก ซึ่งเกินกว่าที่หน่วยงานส่วนท้องถิ่นหรือจังหวัดชลบุรีจะรับภาระได้ทั้งหมด จึงจำเป็นที่รัฐบาลหรือกรมโยธาธิการจะต้องเป็นผู้หาแหล่งเงินกู้ เพื่อให้ท้องถิ่นกู้เพื่อสมทบกับเงินงบอุดหนุนจากรัฐบาลเพื่อทำการก่อสร้าง โดยรัฐบาลอาจหาแหล่งเงินกู้จากต่างประเทศหรือในประเทศที่มีอัตราดอกเบี้ยต่ำ และมีเงื่อนไขที่น่าสนใจ และเมื่อท้องถิ่นเริ่มมีรายได้จากการให้บริการ จึงทยอยใช้คืนเงินกู้ หลักการนี้น่าจะเหมาะสมกว่าการให้เงินอุดหนุนการก่อสร้างแบบให้เปล่าทั้งโครงการ โดยกำหนดให้ท้องถิ่นรับภาระเฉพาะค่าบริหารงานและเดินระบบ เนื่องจากหลักการช่วยโดยให้เปล่าในการก่อสร้างทั้งหมดนี้ทำให้ความรู้สึกเป็นเจ้าของและการรับผิดชอบที่จะทำให้โครงการทำงานได้ตามที่วางแผนไว้น้อยลงไป จนในที่สุดงานก่อสร้างที่ลงทุนไปก็จะสูญเปล่าไม่เกิดประโยชน์ในการใช้งานอย่างจริงจัง

3.3 การจัดหาที่ดิน

แม้ว่าที่ดินซึ่งกำหนดให้เป็นที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ขนาดประมาณ 22 ไร่ ที่บริเวณปากคลองละมุจะได้รับความเห็นชอบจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีให้เป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียตามโครงการนี้ แต่ก็ยังมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่ควรมีการดำเนินการต่อไปเพื่อให้มีความแน่นอนในการสงวนที่ดินแปลงดังกล่าวไว้เพื่อใช้เป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสีย การดำเนินงานที่ควรเร่งทำในขั้นต่อไปได้แก่

(ก) ติดต่อกับหน่วยงานส่วนท้องถิ่นซึ่งได้แก่ องค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรีอย่างเป็นทางการ เพื่อขอให้กำหนดแน่นอนให้สงวนที่ดินแปลงดังกล่าวไว้สำหรับเป็นที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสียตามโครงการนี้

(ข) ติดต่อแจ้งความประสงค์ไปยังสำนักผังเมือง เพื่อให้ปรับปรุงแก้ไขประเภทการใช้ที่ดินบริเวณปากคลองละมุ ที่แปลงซึ่งกำหนดให้เป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสีย ให้เปลี่ยนจากการใช้ที่ดินประเภทเดิมที่กำหนดไว้ ให้เป็นที่ดินประเภทที่สามารถใช้เป็นที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียได้

4. สรุปผลการศึกษาความเหมาะสมโครงการ

ประเด็นสำคัญที่เป็นผลและตรวจพบจากการศึกษาความเหมาะสมโครงการระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหลักชลบุรี สรุปได้ดังนี้

(1) ผลจากการปล่อยน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลจากชุมชนลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ นอกจากจะทำให้เกิดสภาพที่ไม่ถูกสุขลักษณะอย่างยิ่งในชุมชนแล้ว ยังทำให้น้ำทะเลในอ่าวชลบุรีเสื่อมคุณภาพลง จนอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งต่อการทำกิจกรรมที่ต้องมีการสัมผัสกับน้ำทะเล และการเลี้ยงหอยและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ

(2) การพิจารณาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียได้จัดทำเพื่อให้พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของชุมชนในพื้นที่โครงการจนถึงปีพ.ศ.2548 ซึ่งประมาณว่าจะมีน้ำเสียเกิดขึ้น 26 600 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือเทียบเท่า 200 ลิตรต่อคนต่อวัน และจากการประเมินลักษณะคุณภาพน้ำเสียที่สำรวจในพื้นที่โครงการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่าง ๆ ที่มักใช้กันในการออกแบบ ได้สรุปว่าน้ำเสียที่ออกแบบบำบัดมีดรรชนีความสกปรกคือ บีโอดี 150 มิลลิกรัมต่อลิตร Suspended Solids 127.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย $2X10^6$ MPN/100มล และเมื่อผ่านการบำบัดแล้วดรรชนีความสกปรกดังกล่าวจะลดลงโดยเหลือบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร Suspended Solids ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่บริเวณฟาร์มหอยต้องไม่เกิน 70 MPN/100มล

(3) จากการออกแบบเบื้องต้นเพื่อประเมินราคาเปรียบเทียบกันระหว่างระบบรวบรวมหลายรูปแบบ พบว่าระบบที่เหมาะสมที่สุดกับสภาพโครงการได้แก่ ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกท่อ (Separate System) สำหรับพื้นที่นอกเขตชุมชนแออัดในปัจจุบัน ส่วนในเขตชุมชนแออัดควรใช้ระบบท่อดัก (Intercepting Sewer) รับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำ เพื่อส่งไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียบริเวณปากคลองละมุ

(4) จากการออกแบบเบื้องต้นเพื่อประเมินราคาเปรียบเทียบระหว่างโรงบำบัดน้ำเสียประเภททุติยภูมิ 5 ประเภท และแต่ละประเภทตั้งอยู่ที่ที่ตั้งแห่งเดียว และแยกเป็น 2 โรงอยู่ที่ปากคลองละมุและที่บริเวณบางทราย สรุปได้ว่าการใช้โรงบำบัดน้ำเสียแห่งเดียวที่บริเวณปากคลองละมุมีความเหมาะสมและประหยัดกว่า และโรงบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดที่สุด แต่เนื่องจากมีความต้องการที่ดินขนาดโตมากถึงประมาณ 200 ไร่ ซึ่งอาจมีปัญหาในการจัดหา จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบต่อในขั้นที่ละเอียดยิ่งขึ้นโดยใช้โรงบำบัดแบบบ่อผึ่ง และโรงบำบัดแบบ RBC (Rotating Biological Contactors) ซึ่งต้องการที่ดินขนาดเล็กกว่าและมีความเหมาะสมในระดับรองลงไปจากโรงบำบัดแบบบ่อผึ่ง

(5) ผลของการออกแบบเบื้องต้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Submarine Outfall ซึ่งเป็นท่อนำน้ำเสียซึ่งผ่านการบำบัดเพียงเบื้องต้นด้วยระบบปฐมภูมิบนฝั่งไปฉีดปล่อยในทะเลที่ห่างชายฝั่งประมาณ 4 700 เมตร พบว่าระบบนี้สามารถลดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียจนเหลือไม่เกินเกณฑ์กำหนดได้ แต่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบทุติยภูมิที่ออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบ จึงสรุปได้ว่าควรพิจารณาต่อไปเฉพาะระบบบำบัดแบบทุติยภูมิที่ตั้งอยู่บนฝั่ง

(6) จากผลการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียในขั้นรายงานความเหมาะสมโครงการสรุปผลได้ว่า ระบบท่อประธานและท่อหลักที่ใช้ทั้งสิ้นเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อพีวีซี มีความยาวรวมทั้งสิ้นประมาณ 20 480 เมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.2-1.0 เมตร และท่อดักที่ใช้รับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำสาธารณะเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร ยาวประมาณ 2 475 เมตร นอกจากนั้นยังมีระบบท่อกิ่งและท่อซอย ซึ่งรับน้ำจากอาคารบ้านเรือนจากพื้นที่ประมาณ 12.5 ตารางกิโลเมตร พื้นที่บางส่วนในเขตเทศบาลซึ่งกำหนดให้ใช้ท่อระบายน้ำเดิมเพื่อระบายน้ำเสียจากส้วมลงสู่ท่อดักนั้น ได้กำหนดให้ใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมต่อไปเพื่อป้องกันมิให้กากและตะกอนจากส้วมเข้าสู่ระบบท่อระบายน้ำ เพื่อป้องกันปัญหาการสะสมของตะกอนในท่อระบายน้ำเดิม ซึ่งไม่ได้ออกแบบไว้สำหรับระบายกากตะกอน ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเหล่านี้ได้ออกแบบให้บริการแก่ประชากรทั้งสิ้นประมาณ 132 730 คน ในพื้นที่ 13.24 ตารางกิโลเมตร

(7) จากการออกแบบและประเมินราคาเปรียบเทียบขั้นศึกษาความเหมาะสมโครงการของโรงบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งและแบบ RBC ที่ตั้งอยู่บริเวณปากคลองละมุ พบว่าโรงบำบัดแบบบ่อผึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าโรงบำบัดแบบ RBC แต่เมื่อพิจารณาเหตุผลที่ว่าค่าใช้จ่ายไม่แตกต่างกันมากนัก และโรงบำบัดน้ำเสียแบบ RBC มีความพร้อมในด้านการจัดหาที่ดินเพื่อเป็นที่ตั้งของโรงบำบัดน้ำเสียมากกว่า ซึ่งจะทำให้การดำเนินการเพื่อการก่อสร้างโครงการมีความแน่นอนกว่า จึงได้เสนอแนะให้เลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC ในการดำเนินการขั้นต่อไป

(8) ส่วนประกอบของโครงการนี้มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์เป็นเงินรวมทั้งสิ้นประมาณ 450 ล้านบาท ซึ่งแบ่งเป็นระบบรวบรวมน้ำเสียประมาณ 381 ล้านบาท และโรงบำบัดน้ำเสียประมาณ 69 ล้านบาท (ประมาณ 61 ล้านบาทหากไม่รวมค่าที่ดินซึ่งเป็นขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี) การก่อสร้างโครงการแบ่งเป็นระยะสำหรับระยะที่ 1 ซึ่งจะพอเพียงไปจนถึงพ.ศ.2537 มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นประมาณ 201 ล้านบาท (ประมาณ 63 ล้านบาทหากไม่รวมค่าใช้จ่ายท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) นอกจากค่าก่อสร้างแล้วการดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาจะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 2.64 ล้านบาทในปีแรกที่เริ่มใช้งาน และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 6.78 ล้านบาทต่อปี เมื่อใช้งานเต็มโครงการ ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์คิดเป็นเงินประมาณ 3 ๑๑๐ บาทต่อคนที่ได้รับบริการ (ประมาณ 940 บาทต่อคนหากไม่รวมค่าท่อกิ่งท่อซอยและค่าที่ดิน) ส่วนค่าดำเนินการรวมซ่อมแซมบำรุงรักษาคิดเป็นเงิน 4.26 บาทต่อคนต่อเดือน

(9) ในการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการได้ประเมินผลประโยชน์โดยตรงของโครงการจากการเพิ่มรายได้จากการกิจกรรมการประมงในพื้นที่อ่าวชลบุรีอันเนื่องมาจากการสร้างโครงการ จากการลดค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยที่ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวกับน้ำและระบบทางเดินอาหารเนื่องจากจำนวนผู้ป่วยลดลงจากการมีโครงการนี้ จากการเพิ่มรายได้ของผู้ที่ไม่ป่วยจากการทำงาน และจากการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อเกรอะบ่อซึมซึ่งไม่จำเป็นต้องสร้างเมื่อมีโครงการ จากการประเมินผลประโยชน์ข้างต้น ได้ทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ พบว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมและเป็น

ไปได้ทางเศรษฐศาสตร์โดยมีผลตอบแทนทางตรงของโครงการที่มีมูลค่าสูงกว่าค่าลงทุน (B/C เป็น 1.37) และมีอัตราผลตอบแทนที่น่าพอใจ (อัตราส่วนผลตอบแทน 20.78%)

(10) ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน สรุปว่าแหล่งเงินทุนของโครงการนี้ควรประกอบด้วยงบอุดหนุนจากรัฐบาล เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่น เงินกู้ผ่านทางรัฐบาล และค่าบริการซึ่งจัดเก็บจากผู้ที่รับประโยชน์โดยตรงจากโครงการ งบอุดหนุนจากรัฐบาลทั้งสิ้น 281.714 ล้านบาท ใช้ในการสมทบเป็นค่าก่อสร้างในอัตราส่วน 60% ของค่าก่อสร้างและเป็นค่าดำเนินการและซ่อมแซมบำรุงรักษาใน 5 ปีแรกของการใช้งาน เงินสมทบจากหน่วยงานส่วนท้องถิ่นจำนวน 72.554 ล้านบาท ใช้สำหรับเป็นค่าดำเนินการและซ่อมบำรุงรักษาระบบตั้งแต่ปีที่ 6 จนสิ้นสุดโครงการ และเพื่อเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ตลอดโครงการ เงินกู้จำนวน 177.5 ล้านบาท ใช้เป็นค่าก่อสร้างโครงการ (40%) ส่วนค่าบริการจำนวน 220.275 ล้านบาท ใช้เป็นเงินชำระหนี้เงินกู้ การจัดเก็บค่าบริการได้เสนอแนะให้พิจารณาเก็บจาก 2 กลุ่มเป้าหมายคือประชาชนผู้ใช้บริการ และชาวประมงผู้ประกอบกิจการในพื้นที่อ่าวชลบุรี อัตราค่าบริการจากผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยเป็นเงินประมาณ 41-72 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน ขึ้นอยู่กับว่าจะมีการเก็บเงินจากกลุ่มชาวประมงหรือไม่ ค่าบริการดังกล่าวมีค่าประมาณ 0.9-1.6% ของรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่แออัดของพื้นที่โครงการเท่านั้น

(11) การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการ ซึ่งเป็นการประเมินในขั้นเบื้องต้นได้ผลว่า ผลกระทบโดยส่วนรวมเป็นผลกระทบที่มีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่โครงการอย่างชัดเจน ในบางประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมอาจได้รับความเสียหายเดือดร้อนจากการดำเนินตามโครงการบ้าง แต่ก็เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งไม่รุนแรงและสามารถกำหนดมาตรการป้องกันหรือลดผลกระทบดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Statement-EIS) เนื่องจากรายงานเบื้องต้นที่จัดทำนี้สามารถประเมินหรือชี้บ่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเด็นขององค์ประกอบสิ่งแวดล้อมได้ และมีความสมบูรณ์เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารอ้างอิง

1. "Eastern Seaboard Study-Projects I Cholburi Laem Chabang Housing Environment Water". Prepared for the National Economic & Social Development Board by Coopers & Lybrand Associates with Maunsell Consultants, Sindhu Pulsirivong & Associates, Huszar Brammah & Associates, September 1982.

2. "โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดระบบระบายน้ำและการป้องกันน้ำท่วมเมืองหลักชลบุรี". จัดทำโดยศูนย์บริการวิศวกรรมที่ปรึกษา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เสนอต่อ กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย, มิถุนายน 2528.

3. "Water Quality Criteria". Prepared for the National Technical Advisory Committee to the Secretary of the Interior, FWPCA Washington, D.C., 1 April 1968.

4. "Biological Waste Treatment". W.W. Eckenfelder, Jr. and D.J. O'Connor, Pergamon Press, New York, 1961.

5. "Industrial Water Pollution Control". W.W. Eckenfelder, Jr., Mc.Graw-Hill Book Company, 1966.

6. "Sewage Treatment Plant Design". Prepared by a Joint Committee of the Water Pollution Control Federation and American Society of Civil Engineers, WPCF Manual of Practice No.8 Washington, D.C., 1967.

7. "Water and Wastewater Engineering Vol.2 Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal". G.M. Fair, J.C. Geyer and D.A. Okun, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1968.

8. "Liquid Waste of Industry Theories, Practice, and Treatment". N.L. Nemerow, Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1971.

9. "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers". Prepared by a Joint Committee of the American Society of Civil Engineers and the Water Pollution Control Federation, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No.37, New York, 1969.

10. "Wastewater Collection and Disposal for Communities in Developing Countries". D.A. Okun for publication by WHO, Draft 1970.

11. "EPA Design Manual Municipal Wastewater Stabilization Ponds". Prepared by USEPA, EPA-625/1-83-015, Office of Research and Development, 1983.

12. "Technical Forum on Sewage Works and Related Technologies". Prepared by International Engineering Consultants Association (Japan), Japan Sewage Works Association, Technology Transfer Institute, No Date.

13. "มลพิษ-การควบคุมดูแลระบบป้องกันมลพิษโรงงาน". โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2528.

14. "เอกสารประกอบการฝึกอบรม ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2, เล่ม 1". โดยคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และฝ่ายวิชาการ กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2527.

15. "เอกสารประกอบการฝึกอบรมผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2, เล่ม 2". โดยคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และฝ่ายวิชาการ กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ตุลาคม 2527.

16. "การฝึกอบรมการควบคุมดูแลระบบป้องกันมลพิษโรงงาน ครั้งที่ 1". โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ตุลาคม 2528.

17. "Asean/UNEP Study Tour & Technical Workshop on Water Quality Monitoring and Management Report". Singapore, December 1981.

18. "Wastewater Engineering-Collection Treatment Disposal". Prepared by Metcalf & Eddy, Inc., New Delhi, 1974.

19. "กำจัดน้ำเสีย". โดยนายทิวา ใจวัฒนาสวัสดิ์ และคณะ, วิทยานิพนธ์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, เมษายน 2519.

20. "น้ำเสียและวิธีการกำจัด". โดยนายไชยณรงค์ ตั้งกิจวาระฐี และคณะ, วิทยานิพนธ์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, เมษายน 2519.

21. "Urban Sewerage & Excreta Disposal Planning for Chonburi and Thailand Vol.II. National Excreta Disposal Plan". Prepared by Seatec International, April 1983.

22. "การกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน". งานคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กุมภาพันธ์ 2528.

23. "ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2525) เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน". กระทรวงอุตสาหกรรม, 2525.

24. "รายงานแผนประธานการใช้ประโยชน์ที่ดินชายทะเลจังหวัดชลบุรี". โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, เมษายน 2528.

25. "คุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน". โดย เกรียงศักดิ์ สายธนูและคณะ, เอกสารการสัมนาครั้งที่ 3, การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย ระหว่างวันที่ 26-28 มีนาคม 2527, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2527.

26. "Chonburi Water Supply Project Vol.IV Phase III Feasibility Study Report". Kocks Consult GmbH Germany and TPEC Engineering Consultants Thailand, July 1985.

27 "การศึกษาความเหมาะสมของโครงการถมทะเลเทศบาลเมืองชลบุรี". จัดทำโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย เพื่อเสนอต่อบริษัท โรเบิร์ตอาร์ นาธาน แอสโซซิเอท, มีนาคม 2522.

28. "Data Profiles for Chemicals for the Evaluation of Their Hozards to the Environment of the Mediteranean Sea". International Register of Potentially Toxic Chemicals, United Nations Environment Programme, IRPTC Data Profile Series Number One, Vol.1, 1978.

29. "Waste Dispersion in the Upper Gulf of Thailand". Suphat Vongvisessomjai and Winai Liengcharernsit, J.Sci.Soc. Thailand, V.7, pp.136-146,1981.

30. "A Mathematical Model of Oil Spill Movement Upper Gulf of Thailand". Suphat Vongvisessomjai, Anat Arbhabirama, and Yin Fuh, Research Report No.73, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, August 1978.

31. "Thermal Diffusion-Ao Phai". Suphat Vongvisessomjai, Anat Arbhabhirama, Prida Thimakorn, Huynh Ngoc Phien, and Henk Jan Overbeek, Research Report No.101, conducted for the Electricity Generating Authority of Thailand Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand, December 1980.

32. "Oceanography and Coastal Morphdogy of Ao Phai". Siripong Siriswatdibutr, Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, 1982.

33. "Coastal Water Pollution Survey of Chonburi Province". M.G. McGarry, N.Shuto, T.W. Whitaker, and L.Chavanich for Esso Standard Thailand Limited, AIT Report, Bangkok, No date.

34. "Nuclear Power Project Hydrographic Survey". Prepared by Survey Division, Planning Department, Electricity Generating Authority of Thailand, June 1970.

35. "ผังเมืองรวมเมืองชลบุรี". โดยสำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.

36. "ASEAN/UNEP Study Tour and Workshop on Water Quality Monitoring and Management Report". December 1981.

37. "North Wirral Authority and Hoylake U.D.C. Long Sea Outfall". D.G.M. Roberts, J.D.Summerton, O.Palmann, and V.G.Thompson, The Institute of Civil Engineers, North Wirral Authority, November 1971.

38. "Preliminary Agricultural Planning and Identification of Most Efficient Distribution System of the Nine Zone Project". Prepared for Royal Irrigation Department by Southwest Pipe & Supply Co., May 1982.

39. "Areawide Assessment Procedures Manual Vol.I.". USEPA, EPA-600/9-76-014, July 1976.

40. "Manual of NEB Guidelines for Preparation of Environmental Impact Evaluations". Prepared by the National Environment Board, Bangkok, April 1979.

41. "Engineering Approachs for Lake Management Volume 2 Mechanistic Modeling". S.C.Chapra and K.H.Reckhow, Butter worth Publishers, London, 1983.

42. "Water Quality Management Plan for the Rayong-Map Ta Phut Development Planning Area, Thailand". Prepared for the Office of the National Environment Board by R.J.Hoffer, Final Report, June 1984.

43. "Feasibility Study Report for Pattaya Sewage System (Final Report) Vol.II.". Japan International Agency, December 1978.

44. "Sewage Treatment in Hot Climates". Duncan Mara, John Wiley & Sons, 1982.

45. "Full List of Conversion Factors". The World Bank, Unpublished Paper, Washington D.C., No Date.

46. "Urban Sewerage & Excreta Disposal Planning for Chonburi and Thailand Vol.I. National Excreta Disposal Plan". Prepared by Seatec International, April 1983.

ภาคผนวกที่ 1

การสำรวจปริมาณน้ำใช้ในพื้นที่โครงการ

ภาคผนวกที่ 1

การสำรวจปริมาณน้ำใช้ในพื้นที่โครงการ

1. การสำรวจ

การสำรวจปริมาณน้ำใช้ในปัจจุบันของกิจกรรมประเภทต่างๆนอกเหนือจากการใช้น้ำประเภทบ้านเรือนได้ดำเนินการโดยแยกประเภทแหล่งใช้น้ำในพื้นที่โครงการออกเป็นประเภทต่างๆดังนี้

ก. สถานที่ราชการและโรงพยาบาล

ข. โรงเรียนและสถานศึกษา

ค. วัด

ง. โรงแรม ศูนย์การค้าและโรงหนัง

จ. ตลาด

ฉ. โรงงานอุตสาหกรรม

เพื่อเป็นการสะดวกต่อการใช้งานในการประเมินปริมาณการใช้น้ำในอนาคตได้แยกประเภทแหล่งใช้น้ำในพื้นที่โครงการออกตามเขตการใช้น้ำ 6 เขต ซึ่งได้แสดงขอบเขตของแต่ละเขตโดยสังเขปในรูปที่ 1.1 ซึ่งประกอบด้วย :

เขต 1	เขตหนาแน่นปานกลางบางทราย
เขต 2	เขตเทศบาลเมือง
เขต 3	เขตทหาร
เขต 4	เขตหนาแน่นปานกลางบ้านสวน
เขต 5	เขตหนาแน่นน้อยเสม็ด (ชุมชนเมืองใหม่)
เขต 6	เขตชนบทและเกษตรกรรม

การสำรวจได้ดำเนินการโดยการแยกประเภทและรายชื่อของแหล่งใช้น้ำจากข้อมูลเอกสารรายงานจากหน่วยราชการต่างๆในจังหวัดชลบุรี และโดยการทำการสำรวจในพื้นที่โครงการด้วย

2. ผลการสำรวจ

รายชื่อของแหล่งใช้น้ำประเภทต่างๆในทั้ง 6 เขตได้รวบรวมแสดงไว้ในตารางที่ 1.1 ที่ตั้งของแหล่งใช้น้ำที่สำคัญในเขตเทศบาลเมืองปัจจุบันแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 1.2 และ 1.3 ส่วนของเขตอื่นๆแสดงในรูปที่ 1.4 และ 1.5

ผลการสำรวจปริมาณน้ำใช้ประเภทต่างๆไม่รวมน้ำใช้สำหรับบ้านเรือนในแต่ละเขตแสดงในตารางที่ 1.2 ซึ่งรวมทั้งสิ้นประมาณ 207 000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือนหรือประมาณ 30% ของน้ำใช้ทั้งหมดในปี พ.ศ.2528

อัตราการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมประเภทต่างๆสรุปได้โดยสังเขปดังนี้

ภัตตาคารและโรงแรม

ร้านอาหารยิ้มยิ้ม	125	ลิตร/โต๊ะ/วัน
ร้านอาหารคุณหญิง	159	ลิตร/โต๊ะ/วัน
วีวีโฮเต็ล	490	ลิตร/ห้องพัก/วัน
ไดมอนด์พาเลซ	227	ลิตร/ห้องพัก/วัน
โรงแรมขนาดธรรมดา (30-60 ห้อง)	348	ลิตร/ห้องพัก/วัน
โรงแรมขนาดใหญ่ (Eastern Hotel)		
มี 126 ห้อง	777	ลิตร/ห้องพัก/วัน

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล

ศาลากลางจังหวัดชลบุรี	44.1	ลิตร/เจ้าหน้าที่/วัน
ที่ทำการชุมสายโทรศัพท์	77.5	ลิตร/เจ้าหน้าที่/วัน
โรงพยาบาลชลบุรี	767	ลิตร/เตียง/วัน
โรงพยาบาลเอกชล	1 221	ลิตร/เตียง/วัน
โรงพยาบาลชลเวศ	508	ลิตร/เตียง/วัน

โรงเรียนและสถานศึกษา

โรงเรียนชลกันยานุกูล	38.9	ลิตร/คน/วัน

อื่นๆ

ตลาดใหม่ชลบุรี	14.2	ลิตร/ตารางเมตร/วัน
ตลาดสดทรัพย์สิน	4.9	ลิตร/ตารางเมตร/วัน
โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองชลบุรี	333.3	ลิตร/ตัว/วัน
บ้านพักอาศัย 79 ถึง 329 เฉลี่ย	194	ลิตร/คน/วัน
ร้านค้ารวมที่พักอาศัย 50 ถึง 536 เฉลี่ย	130	ลิตร/คน/วัน
สำนักงานธุรกิจ 30 ถึง 278 เฉลี่ย	158	ลิตร/คน/วัน

ตารางที่ 1.1

รายชื่อแหล่งใช้น้ำประเภทต่างๆในพื้นที่โครงการ

เขต 1 : หนาแน่นปานกลางบางทราย

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง, ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 สถานีอนามัยตำบลบางทราย	2.1 วิทยาลัยเทคนิคไทยสุริยะ 2.2 โรงเรียนวัดศรีพไลทัย 2.3 โรงเรียนเจริญศิลป์-ศึกษา 2.4 โรงเรียนวัดช่องลม 2.5 โรงเรียนสุทธวัตน์	3.1 วัดศรีพไลทัย 3.2 วัดช่องลม	-	5.1 ตลาดบางทราย	6.1 บ.วีระอุตสาหกรรม 6.2 เอี๊ยวเช่งเฮง 6.3 ผลไพบูลย์ 6.4 สี่แสงพาณิชย์ 6.5 บ.ไทยถาวรเครื่องเคลือบดินเผา จก. 6.6 บ.โรงงานไทยเครื่องเคลือบชลบุรี จก.

เขต 2 : เทศบาลเมือง

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง, ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 เทศบาลเมืองชลบุรี	2.1 เทศบาลวัดไพธิ์	3.1 วัดช่องลม	4.1 เฉลิมไทย	5.1 ตลาดใหม่	6.1 บ.ไพโรจน์ (ทังชังฮะ)
1.2 ศาลาประชาคม	2.2 อุทยานนท์	3.2 วัดไพธิ์	4.2 อพอลโล	5.2 ตลาดปลา	6.2 บ.อุตสาหกรรมไทยปรีดา จก.
1.3 ศาลากลางจังหวัด	2.3 วุฒิวิทยา	3.3 วัดน้อย	4.3 เพชรราษา	5.3 ตลาดทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์	6.3 บ.อุตสาหกรรมห้องเย็นชลบุรี
1.4 ที่ว่าการอำเภอเมือง	2.4 อินทปัญญา	3.4 วัดอุทยานนท์	4.4 เมืองสยาม	5.4 ตลาดบุรีทริบาล	6.4 นายมานะ อัศวะวิวัฒน์
1.5 เรือนจำจังหวัด	2.5 วิทยาลัยอาชีวะศึกษาวิทยาเขต	3.5 วัดราษฎร์	4.5 โรงแรมอิสเทิน		6.5 บ.ห้องเย็นสะพานคลอง
1.6 สถานีตำรวจอำเภอชลบุรี	2.6 อนุบาลชลบุรี 2.7 อนุบาลจังหวัดชลบุรี	3.6 วัดกลาง 3.7 วัดเครือวัลย์ 3.8 วัดกำแพง	4.6 เกษมไซเล็ล 4.7 แสงทอง 4.8 ศรีเมืองชล		6.6 จีงเชียวหลี

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

เขต 2 : เทศบาลเมือง (ต่อ)

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง,ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.9 กองบังคับการตำรวจภูธรเขต 2	2.8 ชลกันยานุกูล	3.9 วัดนอก	4.9 ลิขิต		6.7 หจก.โรงงานน้ำปลาจิตรสงวน
1.10 ศาลจังหวัดชลบุรี	2.9 เทศบาลวันเนินสุธาวาส	3.10 วัดแคทอลิก	4.10 บังกาโลสุขใจ		6.8 ไทยนิมิตร
1.11 สวนสาธารณะชายทะเล	2.10 สารพัดช่างชลบุรี	3.11 วัดใหม่พระบาททำ	4.11 นพรัตน์		6.9 บ.บุญนำเลิศรส
1.12 สำนักงานประถมศึกษา	2.11 กุลศิริศาสตร์				
1.13 กองดับเพลิงเทศบาล	2.12 เทคนิคเบญจชลบุรี	3.12 วัดอรัญญิการาม			6.10 ตั้งกิมเตียง
1.14 โรงฆ่าสัตว์เทศบาล	2.13 เทศบาลวัดกำแพง	3.13 วัดใหญ่อินทราราม			6.11 ค.สยามโครเมียม
1.15 การไฟฟ้าชลบุรี	2.14 ปรีชานุศาสตร์	3.14 วัดต้นสน			6.12 ตันเฮง
1.16 ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข	2.15 เทศบาลวัดใหญ่	3.15 มณฑปพระพุทธสิหิงค์			6.13 โรงกลึงเฮียฮ้อ
1.17 ที่ทำการไปรษณีย์	2.16 โรงเรียนวัดอรัญญิการาม	3.16 วัดเนินสุธาวาส			6.14 ย่งน่ำเฮ็ง
1.18 สถานีสื่อสารจังหวัดชลบุรี	2.17 เทศบาลชลราษฎร์นุเคราะห์				
1.19 โรงพยาบาลชลเวศ	2.18 อนุบาลศุทรรัตน์				
	2.19 โรงพลศึกษาเทศบาล				
	2.20 ศูนย์เยาวชน				

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

เขต 3 : ทหาร

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง, ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 ด่านป่าไม้บางทราย 1.2 สำนักงานขนส่ง-จังหวัด 1.3 สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันออก 1.4 โรงงานเขตการทาง-ฉะเชิงเทรา 1.5 เขตทหาร 1.6 การประปาเขตชลบุรี	2.1 วิทยาลัยพลศึกษาชลบุรี 2.2 ช่างกลชลบุรีพาณิชยการ 2.3 โรงเรียนห้วยสาริกา 2.4 โรงเรียนอนุบาลสุนันทา 2.5 โรงเรียนชลบุรีสิขาบท 2.6 โรงเรียนวัดเขาบาง-ทราย 2.7 โรงเรียนวัดธรรมนิมิตต์ 2.8 โรงเรียนศรีรัตนศึกษา 2.9 สนามกีฬาจังหวัดชลบุรี	3.1 วัดเขาทราย 3.2 วัดธรรมนิมิตต์ 3.3 พุทธสมาคมจีฮง	-	-	-

เขต 4 : หนาแน่นปานกลางบ้านสวน

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง, ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 ศูนย์สุขาภิบาลเขต 2 1.2 เรือนจำชั่วคราว 1.3 โรงฆ่าสัตว์บ้านสวน	2.1 ชลราษฎร์บำรุง 2.2 ชลพินิจพาณิชยการ 2.3 วิทยาลัยการสาธารณสุขภาคกลางชลบุรี	-	4.1 โรงหนังศรีบูรพา 4.2 โรงแรมชลบุรี	5.1 ตลาดบ้านสวน	6.1 บ.สันติภาพอุตสาหกรรม จก. 6.2 บุญรักษ์ เบเกอรี่ 6.3 สยามปิ่นทอง

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

เขต 4 : หนาแน่นปานกลางบ้านสวน (ต่อ)

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง, ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.4 เรือนจำชั่วคราว-บ้านสวน 1.5 สถานีตรวจอากาศชลบุรี 1.6 สำนักงานประปาเขต 2 1.7 สำนักงานเกษตรจังหวัด 1.8 สำนักงานพัฒนาชุมชนเขต 2 1.9 สถานีขนส่ง 1.10 โรงพยาบาลชลบุรี 1.11 โรงพยาบาลเอกชน 1.12 ศูนย์วัณโรคเขต 1 ชลบุรี 1.13 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี 1.14 สำนักงานตรวจและรักษาโรคสัตว์จังหวัด 1.15 แขวงการทางชลบุรี	2.4 ศูนย์อบรมอนามัยภาค-กลาง 2.5 โรงเรียนตำรวจภูธร 2	-			6.4 ทิพย์นิยม 6.5 เค็กฮะ 6.6 สามัคคีอาหารสัตว์ 6.7 วิสูตร 6.8 บ.เอเชีย (ประเทศ-ไทย) ผลิตเสื้อ จก. 6.9 สยามการช่าง 6.10 ชลนิยม สาขา 1 6.11 ชัยทัศน์ศิริรักษ์ 6.12 เชี้ยลิ้ม 6.13 รามรุ่งพลาสติก

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

เขต 5 : หนาแน่นน้อย เสม็ด (ชุมชนเมืองใหม่)

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง,ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 ศูนย์ช่างบำรุงเขต 1 ชลบุรี 1.2 สถานีอนามัยบ้านสวน 1.3 สำนักงานสรรพสามิต-เขต 2 1.4 สถานีอนามัยตำบลเสม็ด 1.5 สถานีไฟฟ้าย่อยเขต 2 1.6 สำนักงานดูแลเคหะ-ชุมชน	2.1 โรงเรียนอนุบาล-เปรมฤดี 2.2 โรงเรียนบ้านสวน (จันนุสรณ์) 2.3 โรงเรียนชุมชน-บ้านสวนอุดมวิทยา 2.4 โรงเรียนบ้านบางกะชิ 2.5 โรงเรียนตำรวจภูธรเขต 2 2.6 โรงเรียนวัดเสม็ด 2.7 โรงเรียนพระตำหนัก-มหาราช 2.8 โรงเรียนอนุบาล-สุดารัตน์ 2.9 โรงเรียนประภัสสร-วิทยา	3.1 วัดจรูญราษฎร์ 3.2 มูลนิธิส่งเสริมศีลธรรมชลบุรี 3.3 วัดเมืองใหม่ 3.4 วัดเสม็ด 3.5 สำนักสงฆ์เพ่งพิจารณาธรรม 3.6 สุสานไตรสรณพุทธสมคมชลบุรี	-	-	6.1 ศรีชัยพานิช

เขต 6 : ชนบทและเกษตรกรรม

สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	วัด	โรงหนัง,ศูนย์การค้า, โรงแรม	ตลาด	โรงงาน
1.1 สถานีไฟฟ้าย่อย 1.2 สถานีรถไฟชลบุรี 1.3 สำนักงานไปรษณีย์-โทรเลข	2.1 โรงเรียนธารทิพย์วิทยา 2.2 โรงเรียนบ้านชากพุทรา 2.3 โรงเรียนเมืองชลบุรี	-	-	-	-

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ตารางที่ 1.2

ปริมาณการใช้น้ำในปัจจุบันของกิจกรรมทุกอย่าง ยกเว้นน้ำใช้สำหรับบ้านพักอาศัย

พื้นที่	ภัตตาคารและโรงแรม $ม^3$/เดือน	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล $ม^3$/เดือน	โรงเรียนและสถานศึกษา $ม^3$/เดือน	(2) อุตสาหกรรม $ม^3$/เดือน	(5) อื่นๆ $ม^3$/เดือน	รวม $ม^3$/เดือน
เขต 1	-	(1)	(1)	210	300	510
เขต 2	9 080	9 385	8 475	3 300	3 000	33 240
เขต 3	-	108 615 (3)	12 475	-	-	121 090
เขต 4	1 670	29 615	11 025	4 110	300	46 720
เขต 5	885	-	-	615	-	1 500
เขต 6	-	4 285 (4)	-	-	-	4 285
	11 635	151 900	31 975	8 235	3 600	207 845

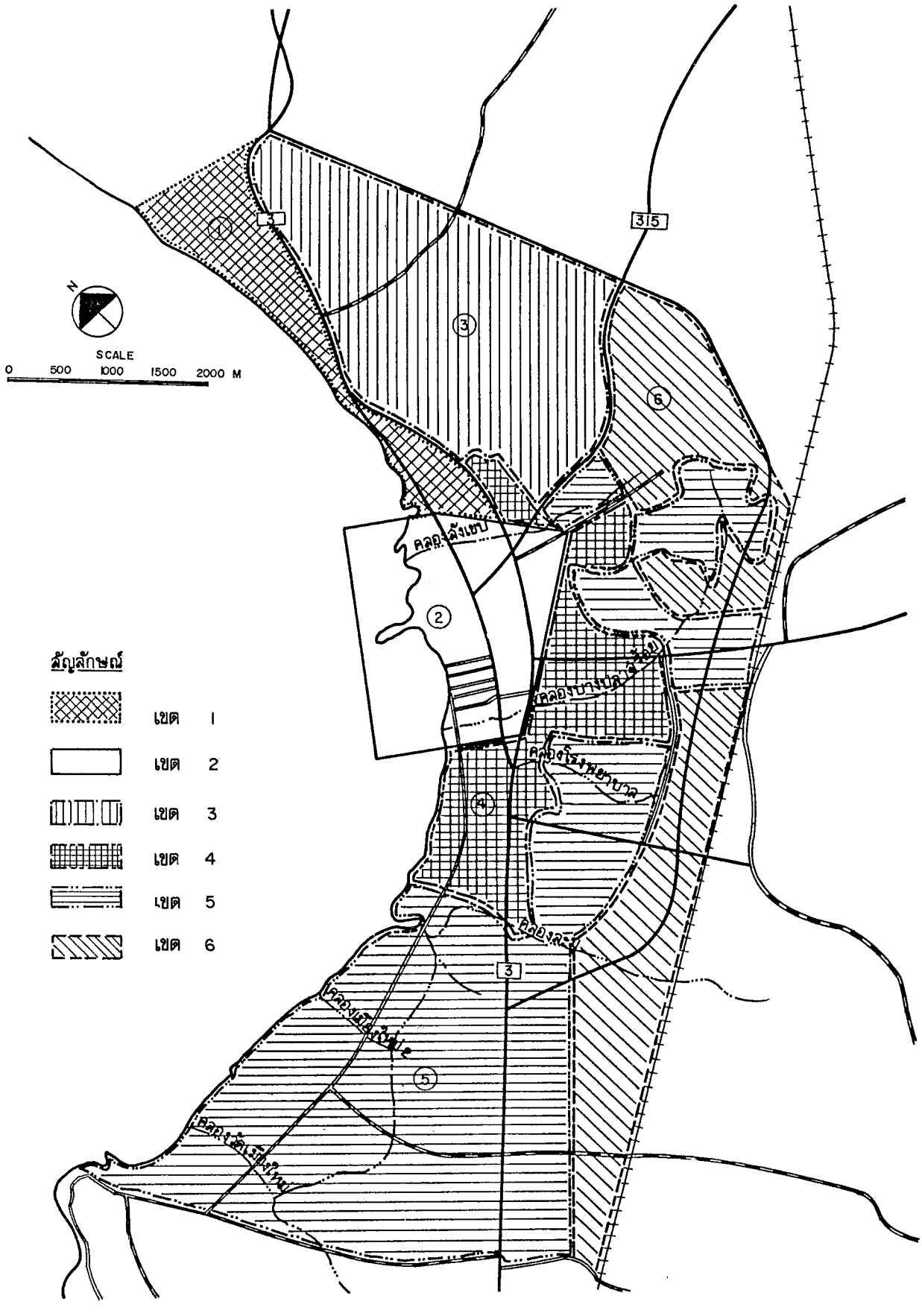
หมายเหตุ : (1) ปริมาณน้ำใช้รวมอยู่ในปริมาณน้ำใช้ของบ้านพักอาศัยแล้ว

(2) ปริมาณการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมต่างๆประเมินจากสถิติการใช้น้ำประปา ยกเว้นน้ำใช้อุตสาหกรรมซึ่งได้จากข้อมูลน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมของกองสิ่งแวดล้อมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรมและจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมโครงการประปาชลบุรีของการประปาภูมิภาค

(3) รวมน้ำใช้ของจังหวัดทหารบกชลบุรีทั้งหมดไว้ในน้ำใช้จากสถานที่ราชการและโรงพยาบาล

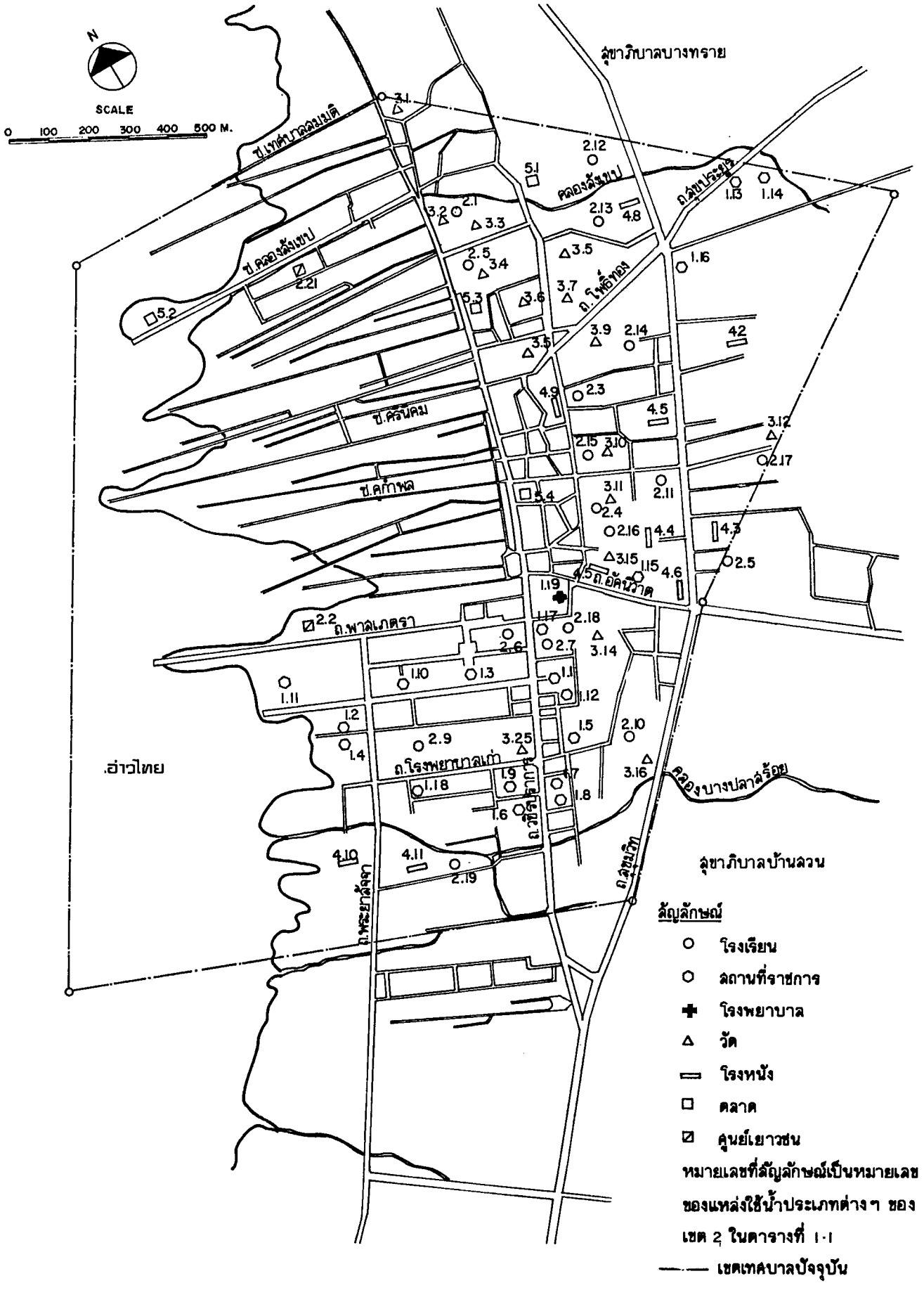
(4) รวมปริมาณน้ำใช้ของการปิโตรเลียมซึ่งอยู่ในเขตตำบลนาป่าด้วย

(5) ปริมาณน้ำใช้ในช่องอื่นๆหมายถึง น้ำใช้สำหรับตลาดสดและโรงฆ่าสัตว์



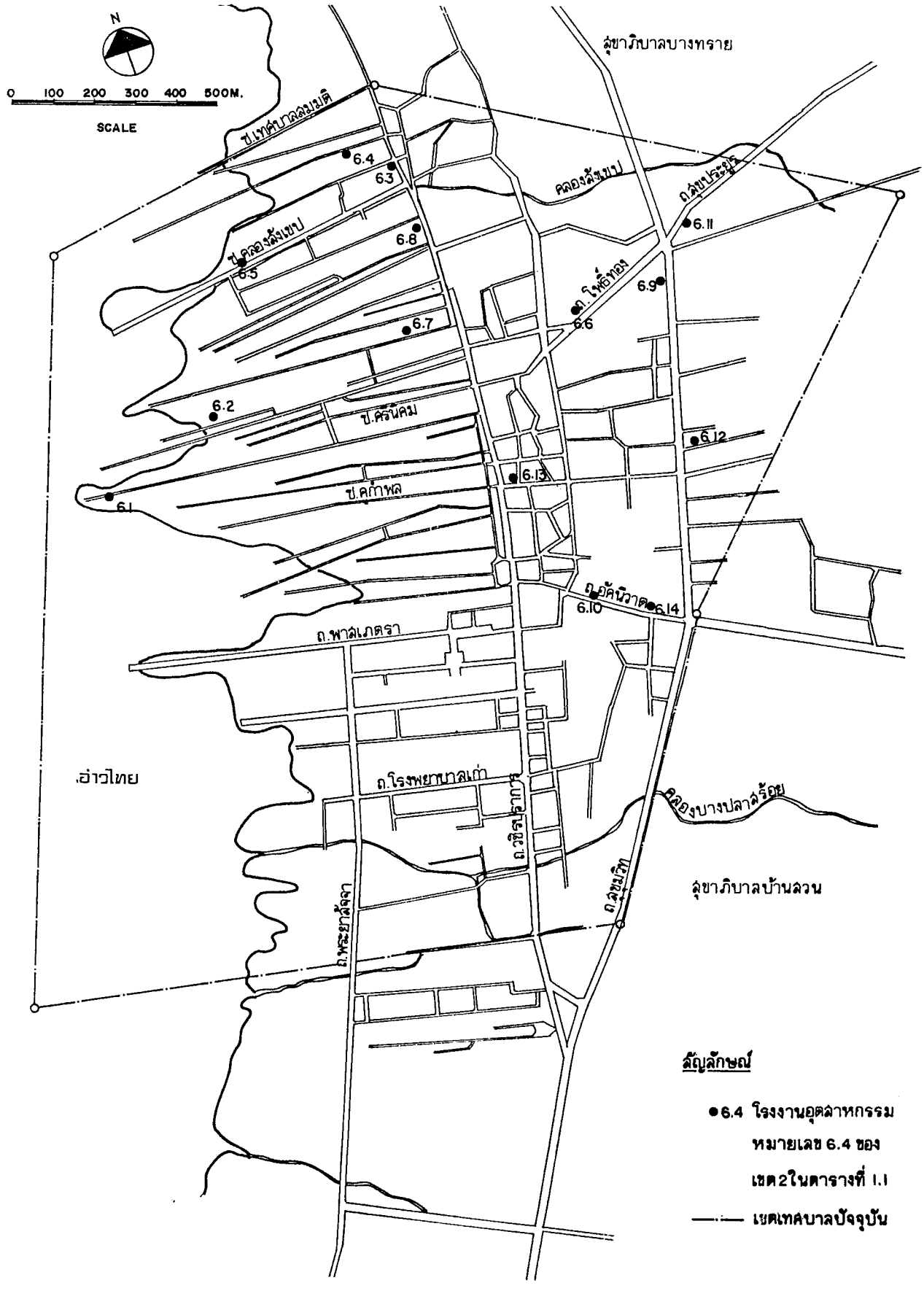
รูปที่ 1.1

การแบ่งเขตในพื้นที่โครงการเพื่อประเมินปริมาณน้ำใช้



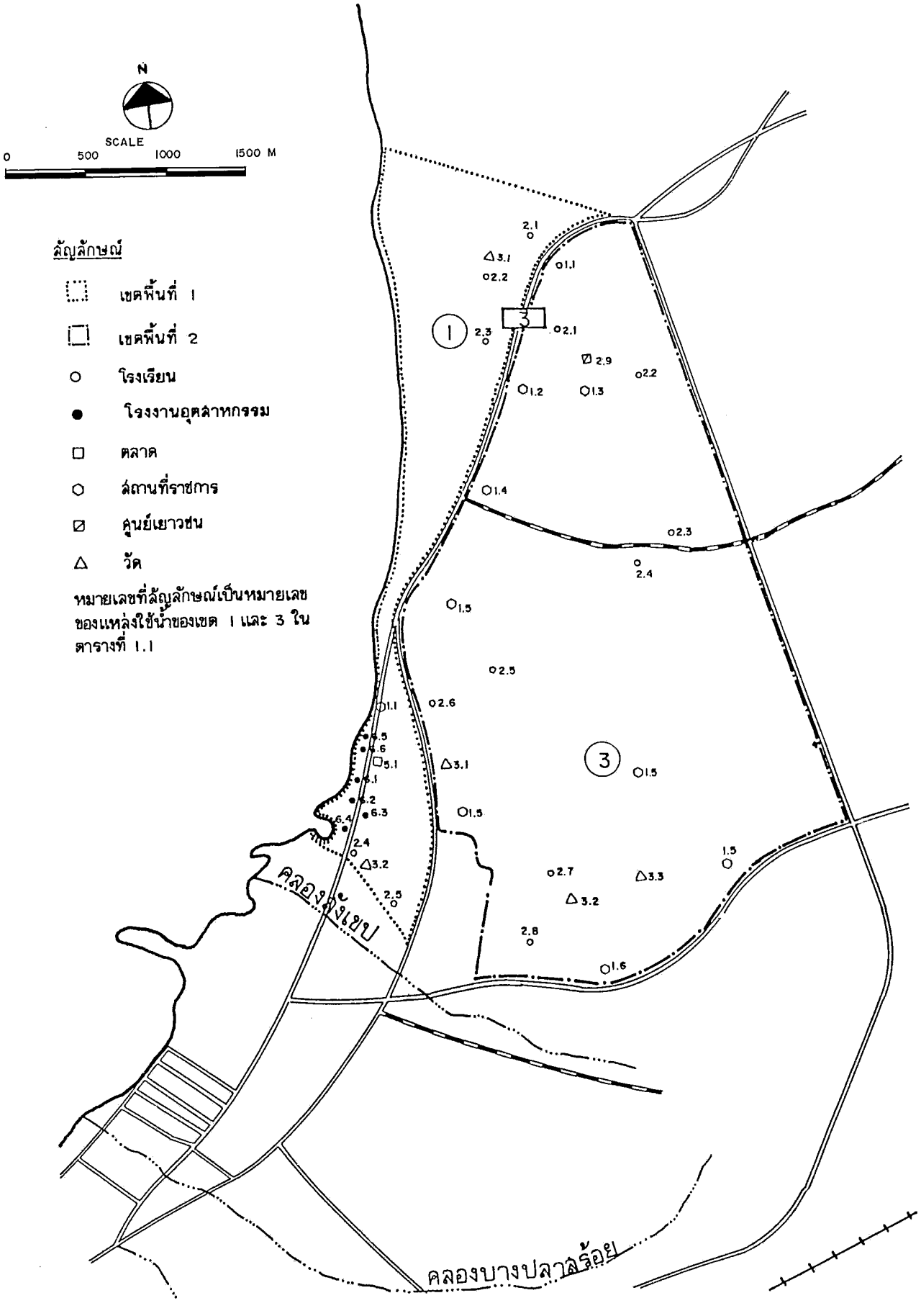
รูปที่ 1-2

ที่ตั้งแหล่งใช้น้ำที่สำคัญในเขตเทศบาล



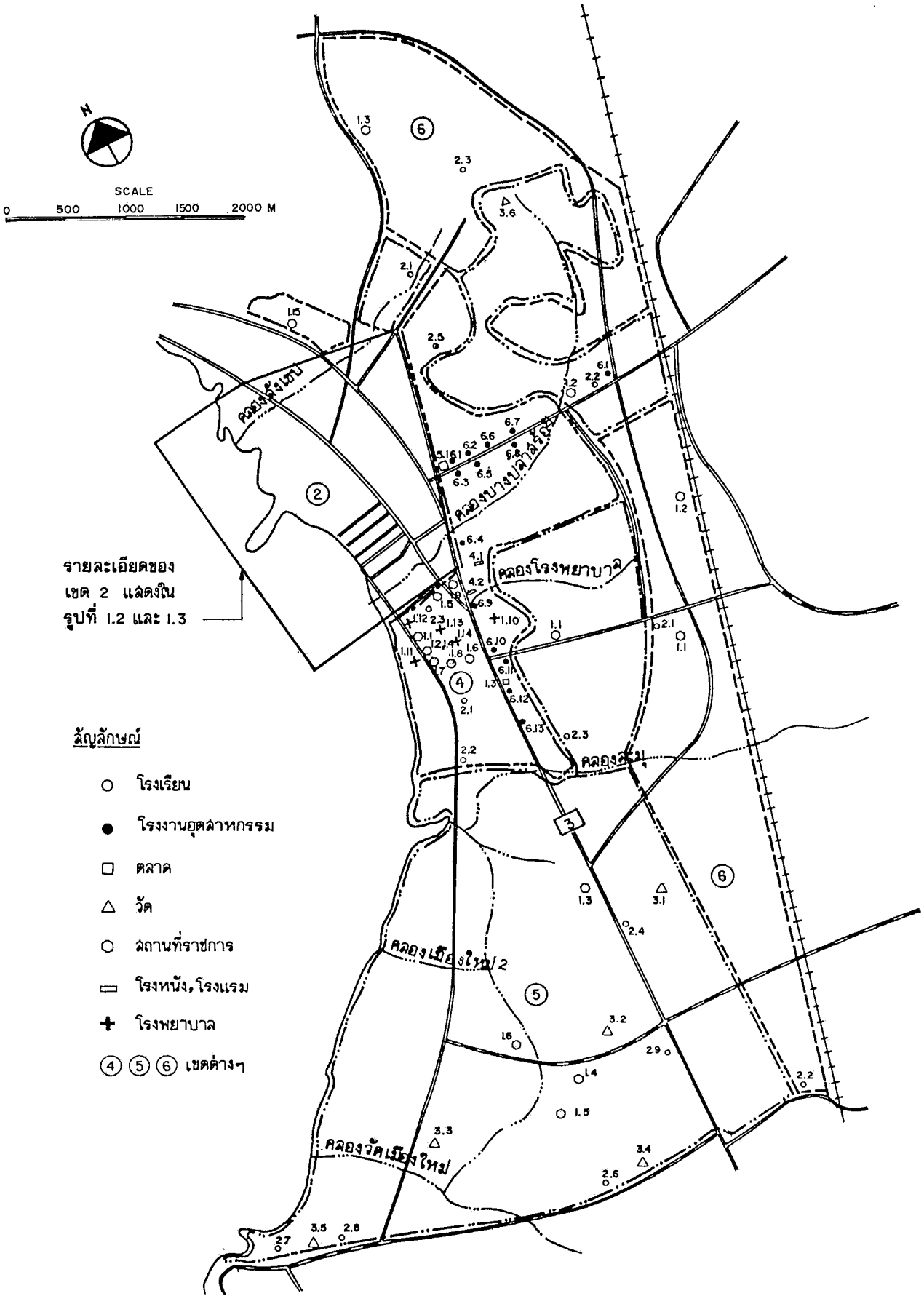
รูปที่ 1.3

ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในเขตเทศบาล



รูปที่ 1.4

ที่ตั้งของแหล่งน้ำใช้ที่สำคัญในเขตบางทรายและเขตทหาร



รูปที่ 1.5
ที่ตั้งของแหล่งใช้น้ำที่สำคัญในเขตบ้านลวน เสม็ด และเขตชนบทและเกษตรกรรม

ภาคผนวกที่ 2

การสำรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง น้ำทะเล และตะกอนท้องทะเล

ภาคผนวกที่ 2

การสำรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง น้ำทะเล และตะกอนท้องทะเล

การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนท้องทะเลเพื่อวิเคราะห์ลักษณะของน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามที่ได้วางแผนไว้ โดยมีการสำรวจ 2 ครั้ง ผลของการสำรวจและวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพน้ำต่าง ๆ ที่ดำเนินการนี้นำไปประกอบในการพิจารณากำหนดเกณฑ์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียร่วมกับข้อมูลอื่นด้วย รายละเอียดและผลการสำรวจวิเคราะห์ทั้ง 2 ครั้ง ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

1. <u>การสำรวจและวิเคราะห์ครั้งที่ 1</u>

การสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำครั้งที่ 1 นี้ ได้ดำเนินการในช่วงหลังฤดูฝนระหว่าง 18-29 พฤศจิกายน 2528

1.1 <u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

ก. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ ขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตรและ 1 ลิตร, ขวด BOD, ขวดแก้วฆ่าเชื้อแล้ว (Sterilized), ถุงพลาสติก, Water Sampler และ Sediment Sampler แบบ Ekman Dredge

ข. อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพในสนาม ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์และชุดวิเคราะห์ค่า DO

ค. อุปกรณ์เก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ถังใส่น้ำแข็งแช่เย็น 2 ใบ

ง. เครื่องมือประกอบงานสนามต่าง ๆ เช่น อีเตอร์ เหล็กชะแลง จอบ เสียม ตลับเมตร เป็นต้น

1.2 <u>การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง</u>

ก่อนการออกสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งครั้งนี้ ได้มีการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแหล่งน้ำทิ้งที่สำคัญในพื้นที่โครงการ และได้ออกสำรวจเบื้องต้นเมื่อวันที่ 12-13 พฤศจิกายน 2528 โดยการติดต่อและสอบถามรายละเอียดของแหล่งน้ำทิ้งต่าง ๆ เช่น สถานที่ราชการ โรงแรม ร้านอาหาร ตลาด เพื่อใช้พิจารณาประกอบการเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เหมาะสมทั้งในด้านลักษณะของน้ำทิ้งและความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง หลังจากที่ได้ตรวจสอบความเหมาะสมของจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งในสนามแล้ว จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งแบบจ้วงตัก (Grab) ในช่วงเวลาที่เหมาะสมหรือแบบ Composite ตามที่ได้วางแผนไว้

ในระหว่างการเก็บตัวอย่าง ได้ทำการตรวจวัดค่าอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำตัวอย่าง วิเคราะห์ค่า DO และสังเกตสีและความขุ่น ซึ่งเป็นลักษณะน้ำทิ้งในสนามไว้ด้วย ส่วนค่าสารมลพิษอื่น ๆ ของลักษณะน้ำทิ้ง ได้นำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.3 <u>รายละเอียดของแหล่งที่เก็บตัวอย่าง</u>

รายละเอียดของแหล่งน้ำทิ้งประเภทต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการเก็บตัวอย่างได้แสดงไว้โดยแยกตามประเภทของน้ำทิ้งดังต่อไปนี้

1.3.1 <u>น้ำทิ้งจากชุมชน</u>

ตัวอย่างน้ำทิ้งจากชุมชนได้ทำการเก็บจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ กลุ่มบ้านพักอาศัย โรงแรม ภัตตาคาร สถานที่ราชการ โรงเรียน ตลาดสดและกลุ่มอาคารพาณิชย์ โดยเก็บตัวอย่างแบบ Composite และมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทิ้งจากชุมชน

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
19 พย 28	CH1-C1	หมู่บ้านจินดาภัณฑ์ 1 ซอย 9 ถนนหนองข้างคอก	ท่อระบายน้ำริมถนน ø 30 ซม รับน้ำจากบ้าน 17 ครัวเรือน จากกิจกรรมทุกประเภท	
	CH1-C2	บ้านพักเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลชลบุรี	ปลายท่อระบายน้ำล้นจากบ่อซึมที่ปล่อยลงสู่บ่อสูบ	
	CH1-C3	หมู่บ้านจินดาภัณฑ์ 1	ปลายท่อน้ำทิ้งจากบ้านเรือนก่อนปล่อยลงสู่ท่อริมถนน	
20 พย 28	CH2-C1	โรงแรมไดมอนด์พาเลซ ถ.สุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	CH2-C2	โรงแรมไดมอนด์พาเลซ ถ.สุขุมวิท	น้ำอาบและน้ำใช้จากปลายท่อรวม ø 40 ซม	
	CH2-C3	โรงแรมอิสเทิน ชลบุรี ถ.สุขุมวิท	น้ำอาบ น้ำใช้และซักล้างจากปลายรางระบายรวมขนาด 22X22 ซม	

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
	CH2-C4	สวนอาหารยิ้มยิ้ม ถ.หนองข้างคอก	น้ำอาบ ซักล้างและปรุงอาหาร ราง เปิด ขนาด 20X40 ซม	
	CH2-C5	ร้านอาหารคุณหญิง ถ.วชิรปราการ	น้ำอาบ ซักล้างและปรุงอาหาร ราง เปิด ขนาด 10X24 ซม	
22 พย 28	CH4-C1	ชุมสายโทรศัพท์ชลบุรี	น้ำใช้จากห้องน้ำ ที่ปลายท่อรวม ϕ 20 ซม	
	CH4-C2	โรงเรียนชลกันยานุกูล	น้ำใช้จากห้องน้ำ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และน้ำฝน ท่อ ϕ 30 ซม	
	CH4-C3	ศาลากลางจังหวัดชลบุรี	น้ำใช้จากห้องน้ำ และน้ำฝนที่ปลายท่อ ϕ 40 ซม	
23 พย 28	CH5-C1	ตลาดใหม่ ถ.ราษฎร์ประสงค์	ปลายท่อรวมน้ำทิ้ง และน้ำล้างตลาด ϕ 60 ซม	
	CH5-C2	อาคารพาณิชย์ เลขที่ 751-765 ถ.เจตน์จำนงค์	ท่อระบายน้ำริมถนนเจตน์จำนงค์ ϕ 60 ซม	เป็นตัวอย่างในวันหยุดราชการ
12 มค 29	CH_5-C_3	อาคารพาณิชย์	ต้นท่อระบายน้ำ	วันหยุดราชการ
13 มค 29	CH_5-C_4	อาคารพาณิชย์	ปลายท่อระบายน้ำ	วันธรรมดา
	CH_5-C_5	อาคารพาณิชย์	ต้นท่อระบายน้ำ	วันธรรมดา

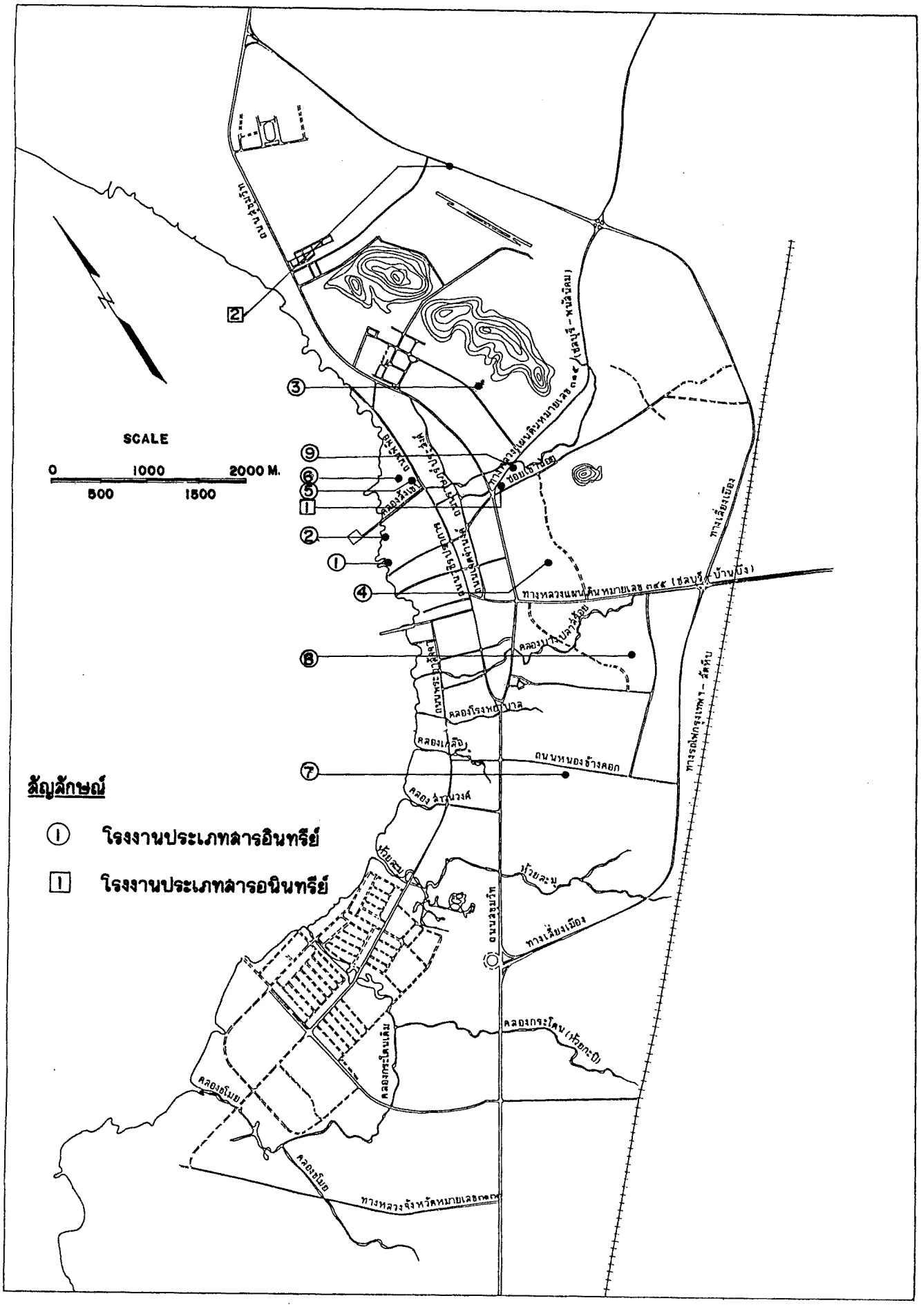
1.3.2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการเก็บแบบ Grab ทั้งหมด โดยเลือกจากโรงงานต่าง ๆ ทั้งประเภทสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ที่จุดก่อนเข้าระบบและ/หรือจุดออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย รายละเอียดต่างๆของแหล่งน้ำทิ้งประเภทโรงงานอุตสาหกรรมแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ส่วนตำแหน่งที่ตั้งโรงงานที่เก็บตัวอย่างแสดงไว้โดยสังเขปในรูปที่ 2.1

ตารางที่ 2.2

รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	ชื่อโรงงาน	รายละเอียด	จุดเก็บตัวอย่าง Inf.	จุดเก็บตัวอย่าง Eff.	ประเภทกิจการ	กำลังการผลิต	ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้
21 พย 28	CH3-G1 I	โรงงานซ๊อสพริก ไกสลพานิช	น้ำทิ้งจากการล้างขวด	✓		ซ๊อสพริก	1 000 ไหด/เดือน	Settling tank + Aerated Lagoon
	CH3-G1 E	โรงงานซ๊อสพริก ไกสลพานิช	น้ำทิ้งจากการล้างขวด		✓	ซ๊อสพริก		
	CH3-G2 I	บ.อุตสาหกรรมห้องเย็นชลบุรี จก.	น้ำทิ้งจากการล้างปลา	✓		ห้องเย็น	50 ตัน/วัน	Aerated Lagoon
	CH3-G2 E	บ.อุตสาหกรรมห้องเย็นชลบุรี จก.	น้ำทิ้งจากการล้างปลา		✓	ห้องเย็น		
	CH3-G3 I	โรงงานน้ำปลา บ.ไฟโรจน์ (ที่งชังยะ) จก.	น้ำทิ้งจากการล้างขวด	✓		น้ำปลา	166 666.7 ลิตร/เดือน	Activated Sludge
	CH3-G3 E	โรงงานน้ำปลา บ.ไฟโรจน์ (ที่งชังยะ) จก.	น้ำทิ้งจากการล้างขวด		✓	น้ำปลา		
	CH3-G4 I	โรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยว นายชัยศิลป์ ศิริรักษ์	น้ำแช่ข้าวและน้ำจาก Boiler	✓		เส้นก๋วยเตี๋ยว	1 ตัน/วัน	Stabilization Ponds
	CH3-G4 E	โรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยว นายชัยศิลป์ ศิริรักษ์	น้ำแช่ข้าวและน้ำจาก Boiler		✓	เส้นก๋วยเตี๋ยว		
	CH3-G5	โรงงานปลาป่น นายมานะ อัศวิรัฒน์	น้ำทิ้งจากกองปลา	✓		ปลาป่น	7.5 ตัน/เดือน	ไม่มี
	CH3-G6	โรงงานน้ำปลา บ.อุตสาหกรรมไทยปรีดา จก.	น้ำทิ้งจากการล้างขวด	✓		น้ำปลา	16 000 ลิตร/วัน	Stabilization Ponds
	CH3-G7	โรงงานซีอิ๊ว ไชดเจริญ	น้ำทิ้งจากการล้างขวด	✓		ซีอิ๊ว	4 ตัน/เดือน	Anaerobic Digestion (ไม่ปล่อยน้ำออก)
	CH3-G8	โรงชุบโครเมี่ยม ร้านสยามการช่าง	น้ำทิ้งจากการล้างชิ้นงาน	✓		ชุบโครเมี่ยม	20 000 ชิ้นงาน/ปี	
22 พย 28	CH3-G9	โรงงาน ช.เบเกอรี่,ก.เบเกอรี่, วราภรณ์	น้ำอาบ, ซักล้าง, และผลิตขนมไข่	✓		ขนมปัง,ขนมไข่	วัตถุดิบไข่ 1 500ฟอง/วัน แป้งสาลี 100 กก/วัน น้ำตาล 200 กก/วัน	ไม่มี
25 พย 28	CH3-G10	โรงงาน วโรดม	น้ำทิ้งจากการล้างโรงผสมสีเคลือบเครื่องปั้นดินเผา	✓		เครื่องปั้นดินเผา	400 ชิ้น/วัน	ไม่มี
29 พย 28	CH3-G1	โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองชลบุรี	น้ำทิ้งจากการล้างโรงงาน	✓		ฆ่าและชำแหละหมู,วัว,ควาย	หมู 60-80 ตัว/วัน ควาย 12 ตัว/ 2-3 วัน/ครั้ง	ไม่มี ไม่มี



รูปที่ 2.1

ที่ตั้งโรงงานที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

1.3.3 น้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำสายหลักและคลอง

การเก็บตัวอย่างเป็นแบบ Composite และมีการวัดอัตราการไหล เพื่อประเมินปริมาณน้ำเสียและของเสียที่ปล่อยออกสู่ทะเลต่อวัน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำสายหลัก 3 สาย และคลอง 3 สาย สายละ 2 จุด คือที่จุดก่อนย่านชุมนุมชน และที่ปลายทางก่อนปล่อยออกสู่ทะเล รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทิ้งแสดงในตารางที่ 2.3 ส่วนตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งโดยสังเขป แสดงในรูปที่ 2.2

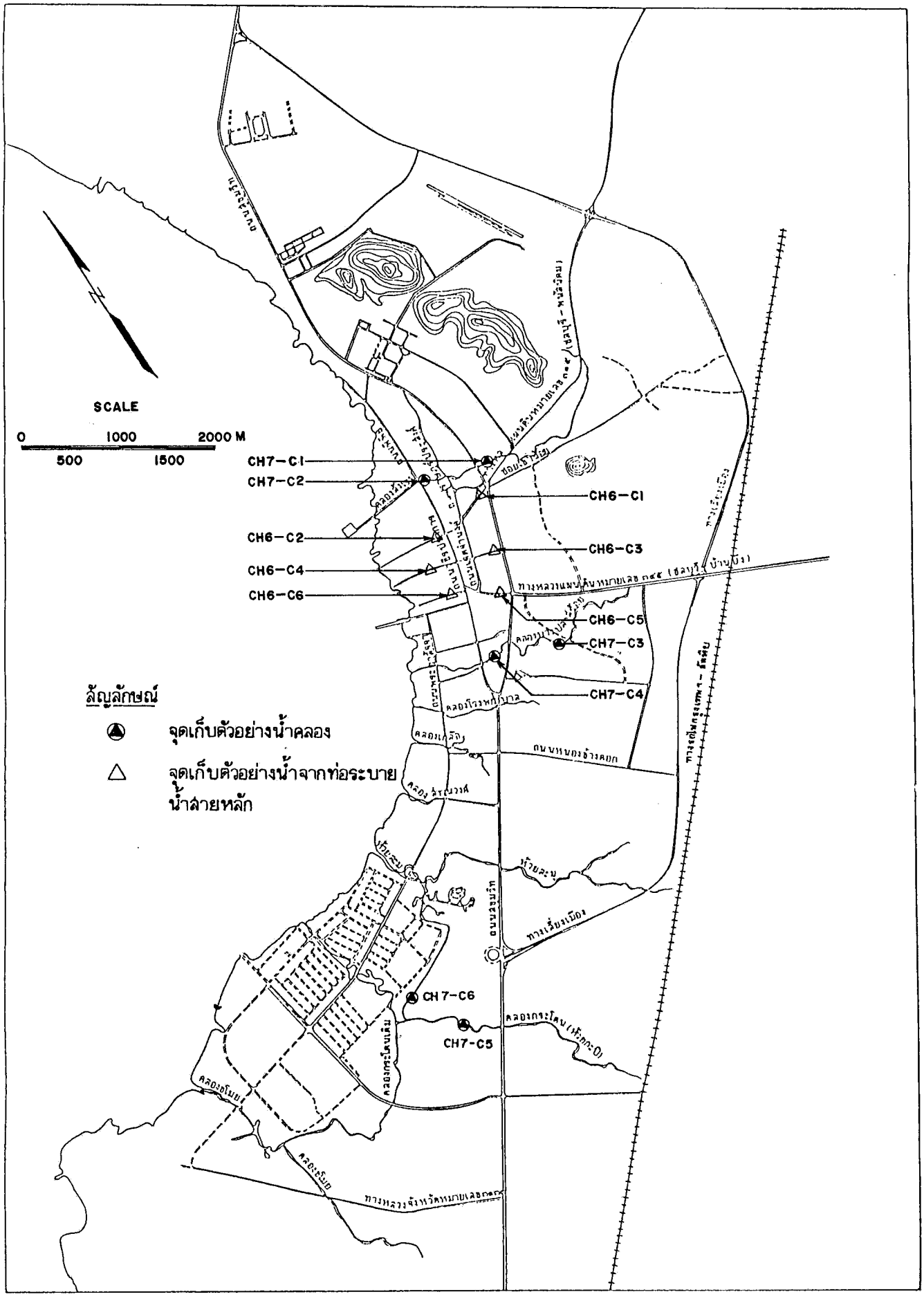
ตารางที่ 2.3

รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทิ้งท่อระบายน้ำสายหลักและคลอง

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
24 พย 28	CH6-C1	ท่อระบายน้ำหลัก ถ.โพธิ์ทอง หน้าร้านทีมบูติค 130 ม จาก ถ.สุขุมวิท	110 ซม slope=0.0055	
	CH6-C2	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซ.ศรีนิคม 60 ม จาก ถ.วชิรปราการ	110 ซม ตะกอนหนา 25 ซม slope=0.0023	
	CH6-C3	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถ.ชัยชนะ หน้าร้านข้าวมันไก่เทียนอัง 70 ม จาก ถ.สุขุมวิท	110 ซม 30 ซม ตะกอนหนา15ซม slope=0.0033	
	CH6-C4	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซ.คูกำพล หน้าบ้านเลขที่ 310/1ค.230 ม จาก ถ.วชิรปราการ	110 ซม 30 ซม ตะกอนหนา25ซม slope=0.00075	
25 พย 28	CH6-C5	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถ.อัคนิวาต หน้าร้านบันเทิงอีเลคโทรนิค 100 ม จาก ถ.สุขุมวิท	110 ซม ตะกอนหนา 10 ซม slope=0.0017	
	CH6-C6	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซ.ลาดวิถี 150 ม จาก ถ.วชิรปราการ	110 ซม 30 ซม ตะกอนหนา10ซม slope=0.0033	

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
26 พย 28	CH7-C1	คลองสังเขปตอนบน	หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 1.75 ม	
	CH7-C2	คลองสังเขปตอนล่าง	หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 3.00 ม	
	CH7-C3	คลองบางปลาสร้อยตอนบน	Rectangular Suppressed Weir มีสันยาว 2.6 ม	
	CH7-C4	คลองบางปลาสร้อยตอนล่าง	หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2.10 ม	
	CH7-C5	คลองกระโดนตอนบน	Rectangular Contracted Weir มีสันยาว 1.84 ม	
	CH7-C6	คลองกระโดนตอนล่าง	ท่อคอนกรีตรูปวงกลม ϕ = 0.80 ม ยาว 1.04 ม	



รูปที่ 2.2

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากท่อระบายน้ำหลักและคลอง

1.3.4 น้ำทะเลและตะกอนท้องทะเล

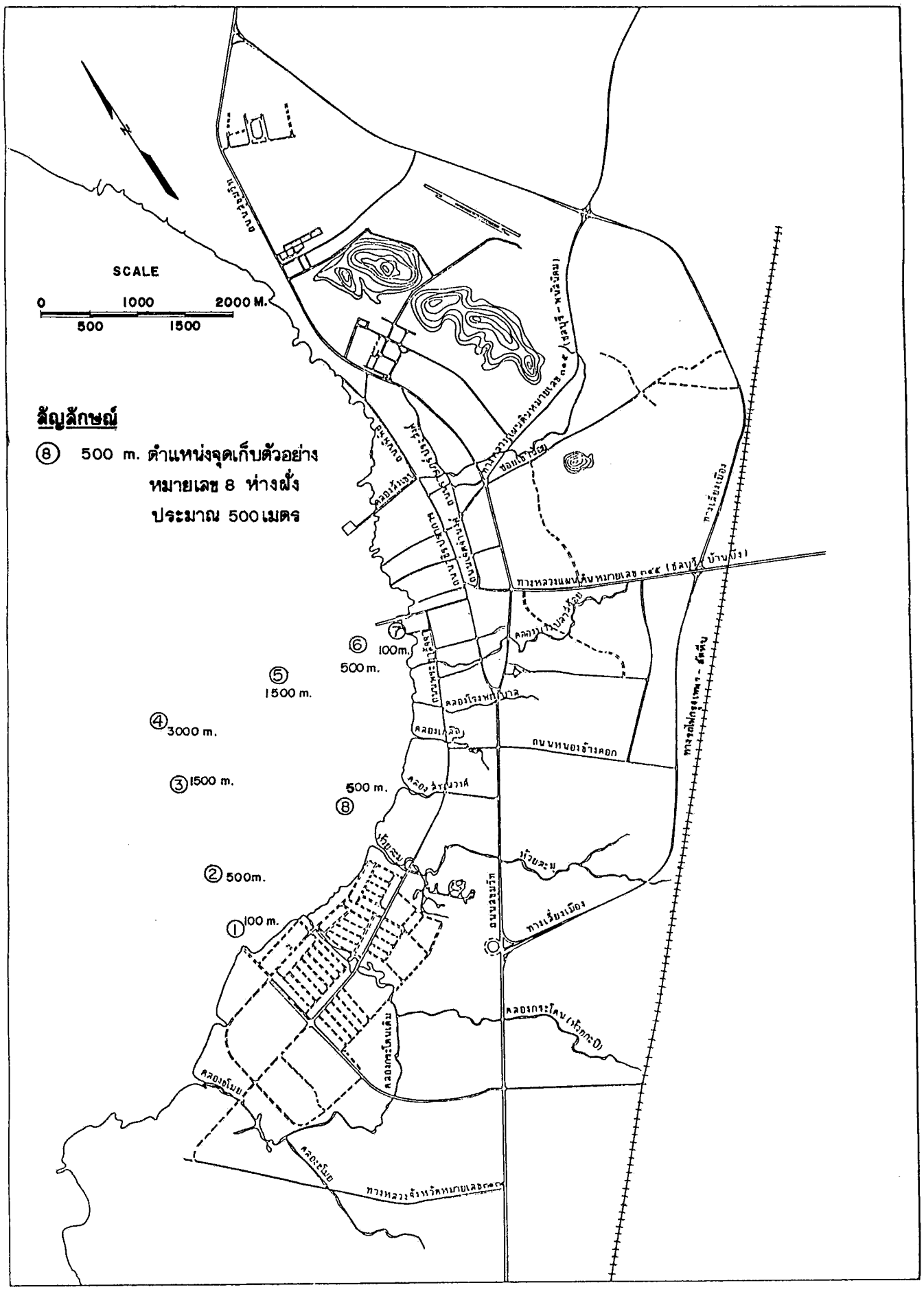
ทำการเก็บตัวอย่างที่ 8 จุดในอำเภอชลบุรี ในแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตกที่ระยะห่างจากฝั่งตั้งแต่ประมาณ 100 เมตรถึง 3 000 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.3 การเก็บตัวอย่างใช้เรือแล่นเข้าจุดเก็บตัวอย่างตามที่ได้วางแผนไว้โดยกำหนดตำแหน่งเรือโดยใช้กล้องแนว 2 กล้องวัดมุมสกัดจากบนฝั่ง ที่แต่ละจุดการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลใช้ Water Sampler สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำทะเลเก็บตัวอย่างที่ความลึก 1 เมตร และที่กึ่งกลางความลึกสำหรับจุดที่น้ำลึกเกิน 2 เมตร สำหรับจุดที่น้ำลึกไม่ถึง 2 เมตรเก็บตัวอย่างที่ความลึก 20% ของความลึกและที่กึ่งกลางความลึก ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้บรรจุใส่ขวดที่ฆ่าเชื้อแล้วเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียด้วย สำหรับตะกอนท้องทะเลที่ทุก ๆ จุดทำการเก็บโดยใช้เครื่องมือเก็บตะกอนท้องทะเลแบบ Ekman Dredge

รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลแสดงไว้ในตารางที่ 2.4 แล้ว

ตารางที่ 2.4

รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลครั้งที่ 1

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	รายละเอียด	ความลึกของตัวอย่าง ม	ความลึกของน้ำ ม	หมายเหตุ
29 พย 28	CH8-G1A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 100 ม	0.75	1.50	
	CH8-G1B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 100 ม	0.25	1.50	
	CH8-1	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 100 ม	1.50	1.50	
	CH8-G2A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 500 ม	0.70	1.40	
	CH8-G2B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 500 ม	0.30	1.40	
	CH8-2	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 500 ม	1.40	1.40	
	CH8-G3A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 1 500 ม	0.75	1.50	
	CH8-G3B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 1 500 ม	0.35	1.50	
	CH8-3	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 1 500 ม พื้นเป็นดินแข็ง	1.50	1.50	
	CH8-G4A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 3 000 ม	1.83	3.66	
	CH8-G4B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 3 000 ม	1.00	3.66	
	CH8-4	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านเมืองใหม่ 3 000 ม	3.66	3.66	
	CH8-G5A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 1 500 ม	1.25	2.50	
	CH8-G5B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 1 500 ม	1.00	2.50	
	CH8-5	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 1 500 ม	2.50	2.50	
	CH8-G6A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 500 ม	0.75	1.50	
	CH8-G6B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 500 ม	0.45	1.50	
	CH8-6	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 500 ม	1.50	1.50	
	CH8-G7A	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 100 ม	0.50	1.00	
	CH8-G7B	น้ำทะเลห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 100 ม	0.40	1.00	
	CH8-7	ดินตะกอนห่างฝั่งด้านสวนตำหนักน้ำ 100 ม	1.00	1.00	
	CH8-G8A	น้ำทะเลห่างฝั่งระหว่างเมืองใหม่กับสวนตำหนักน้ำ 500 ม	0.50	1.00	
	CH8-G8B	น้ำทะเลห่างฝั่งระหว่างเมืองใหม่กับสวนตำหนักน้ำ 500 ม	0.40	1.00	
	CH8-8	ดินตะกอนห่างฝั่งระหว่างเมืองใหม่กับสวนตำหนักน้ำ 500 ม	1.00	1.00	



รูปที่ 2.3

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลครั้งที่ 1

1.4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและตะกอน

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.5 ซึ่งแยกเป็นหมวดต่าง ๆ รวมทั้งน้ำบริโภคจากบ่อน้ำตื้นและบ่อบาดาลดังนี้

หมวดที่ 1 น้ำทิ้งจากชุมชน
หมวดที่ 2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
หมวดที่ 3 น้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำสายหลักและคลอง
หมวดที่ 4 น้ำทะเลและดินตะกอน
หมวดที่ 5 น้ำบริโภค

2. การสำรวจและวิเคราะห์ครั้งที่ 2

การสำรวจครั้งนี้เป็นช่วงฤดูแล้งระหว่างวันที่ 17 มีนาคมถึง 11 เมษายน 2529 ได้ทำการสำรวจเก็บตัวอย่างน้ำจากชุมชนโดยเฉพาะจากบ่อเกรอะ บ่อซึม จากท่อระบายน้ำสายหลัก จากคลองธรรมชาติและจากทะเล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งวิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นไปตามรายละเอียดเช่นเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1

2.1 รายละเอียดของแหล่งที่เก็บตัวอย่าง

2.1.1 น้ำทิ้งจากชุมชน

เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในส่วนที่ล้นออกจากบ่อซึมหรือบ่อเกรอะในกรณีที่ไม่มีบ่อซึม ก่อนที่จะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงตัก (Grab) รวม 30 ตัวอย่าง รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและตำแหน่งที่เก็บ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.6 และรูปที่ 2.4 ตามลำดับแล้ว

2.1.2 น้ำเสียจากท่อระบายน้ำสายหลัก

เป็นการเก็บตัวอย่างแบบเฉลี่ยเก็บ (Composite) และมีการวัดอัตราการไหลเพื่อประเมินปริมาณน้ำเสียและของเสียที่ปล่อยออกสู่ทะเลต่อวัน โดยทำการเก็บตัวอย่างจากท่อระบายน้ำสายหลักรวม 3 สายละ 2 จุด ที่จุดเก็บตัวอย่างจุดเดียวกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (รูปที่ 2.2)

2.1.3 น้ำเสียจากคลอง

เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำคลอง ณ จุดต่าง ๆ ของคลอง 3 สาย ๆ ละ 2 จุด ที่ตำแหน่งจุดเก็บจุดเดียวกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (รูปที่ 2.2)

2.1.4 น้ำทะเลและตะกอนท้องทะเล

ได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งน้ำทะเลและตะกอนดินรวม 8 ตำแหน่ง โดยเลือกตำแหน่งเก็บดังแสดงในรูปที่ 2.5 การเก็บตัวอย่างน้ำที่แต่ละตำแหน่งเก็บที่ความลึก 50 ซม จากผิว รวมทั้งเก็บตัวอย่างตะกอนท้องทะเลที่ตำแหน่งเดียวกันด้วย แล้วเก็บตัวอย่างน้ำอีก 1 ตัวอย่างที่ตำแหน่งใกล้เคียงกับตำแหน่งแรกด้วย รายละเอียดของตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลที่ 8 ตำแหน่งแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.5

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและตะกอนท้องทะเลจากการสำรวจครั้งที่ 1

Parameter / Sample	Description	DO mg/l	Air temp °C	Sample temp °C	pH	Turbidity FTU	BOD_5 20°C mg/l	COD mg/l	SS mg/l	TDS mg/l	TVS mg/l	Chloride mg/l	Total-N mg/l	Total-P mg/l	Alkalinity mg/l as $CaCO_3$	Oil&Grease mg/l	Sulphide mg/l	Sulfate mg/l	Coliform Bacteria MPN/100 ml	DDT PPB	Detergent mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Mn^{+2} mg/l	Fe^{+3} mg/l	Date
หมวดที่ 1 น้ำทิ้งจากชุมชน																													
CH_1-C_1	ท่อน้ำทิ้ง หมู่บ้านจัดสรรปัทธ์ 1	2.3	25-34	27-29	6.7	16	44	90	25	840	250	121.15	10.08	0.95	430	7.1	0.27	-	-	-	0.74	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.12	0.81	-	-	19 พ.ย.2528
CH_1-C_2	น้ำเสียจากบ่อเรียบร้อยอีกเจ้าหน้าที่รพ.ชลบุรี	0	31	27	6.8	50	320	1 105	436	1 118	634	367.55	392	7.66	1 536	26.9	15.47	-	-	-	0.71	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.078	0.82	-	-	19 พ.ย.2528
CH_1-C_3	น้ำทิ้งที่ออกจากบ้าน ก่อนทิ้งลงท่อ	1.1	29	28	6.8	30	33	116	59	824	262	115.71	11.2	0.99	426	13.9	Trace	-	-	-	0.68	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.13	0.34	-	-	19 พ.ย.2528
CH_2-C_1	น้ำในบ่อชิบ โรงผสมไลบอนด์หาเดช	0	30	28	6.5	45	45	450	52	250	126	39.48	48.16	1.14	246	2.9	0.27	-	-	-	0.31	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.05	0.63	-	-	20 พ.ย.2528
CH_2-C_2	น้ำอาบและซักล้าง โรงแรมไลบอนด์หาเดช	2.6	24-32	28-29	6.1	5	42	85	19	205	84	27.23	14.28	0.55	108	9.8	Trace	-	-	-	0.36	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.085	0.28	-	-	20 พ.ย.2528
CH_2-C_3	น้ำอาบและซักล้าง โรงแรมอิเดิเด้น ชลบุรี	2.2	24-31	28-30	5.5	60	370	535	191	167	202	36.75	27.16	0.99	116	96.1	0.13	-	-	-	0.17	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.096	0.38	-	-	20 พ.ย.2528
CH_2-C_4	น้ำอาบและซักล้าง สวนอาหารยี่ยิ้ม	1.5	25-31	27-29	5.9	75	325	485	68	624	286	80.32	32.2	2.93	178	10.6	2.27	-	-	-	12.48	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	0.093	0.20	-	-	20 พ.ย.2528
CH_2-C_5	น้ำอาบและซักล้าง ร้านอาหารลุงหนิง	2.1	26-32	27-28	5.8	78	265	392	129	581	256	198.75	19.6	0.78	88	30.7	1.07	-	-	-	0.58	<0.003	<0.049	<0.03	<0.014	0.107	0.50	-	-	20 พ.ย.2528
CH_4-C_1	น้ำใช้และน้ำดื่ม ชุมชาลไพรวัลห์ชลบุรี	3.7	22-33	25-28	6.5	10	12	27	7	353	74	93.97	2.8	0.44	92	4.2	nil	-	-	-	0.37	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	<0.014	0.104	-	-	22 พ.ย.2528
CH_4-C_2	น้ำใช้และน้ำดื่ม โรงเรียนธรกันยานุกูล	3.7	22-31	27-29	6.8	7	18	62	23	2 929	530	1 405.56	5.04	0.35	124	4.8	0.13	-	-	-	0.27	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	<0.014	0.090	-	-	22 พ.ย.2528
CH_4-C_3	น้ำใช้และน้ำดื่ม สาลาลางจังหวัดชลบุรี	1.9	22-33	27-30	6.9	5	9.5	64	28	614	86	239.93	25.76	0.53	248	2.6	0.27	-	-	-	0.33	<0.003	<0.01	<0.03	<0.014	<0.014	0.050	-	-	22 พ.ย.2528
CH_5-C_1	น้ำทิ้งตลาดใหม่ อ.ราษฎร์ประดิษฐ์	0	21-30	26-27	5.9	98	1 300	1 960	266	2 692	1 128	937.71	87.92	5.02	416	44.2	8.8	-	-	-	0.22	0.007	0.070	<0.024	<0.021	0.032	0.28	-	-	23 พ.ย.2528
CH_5-C_2	น้ำทิ้งจากอาคารพาณิชย์ปลายท่อในวันหยุด	7.4	21-39	28-30	6.2	8	5.2	16	26	156	86	21.99	2.8	0.07	64	4.2	1.8	-	-	-	0.085	<0.003	<0.021	<0.024	<0.011	<0.016	0.065	-	-	23 พ.ย.2528
CH_5-C_3	น้ำทิ้งอาคารพาณิชย์ ต้นท่อในวันหยุด	8.4	19-29	24-25	7.7	1.5	1.4	7.7	4	106	110	15.9	0.28	0.60	36	0.2	2.6	-	-	-	0.14	<0.003	<0.006	<0.022	<0.010	<0.016	0.043	-	-	12 ม.ค.2528
CH_5-C_4	น้ำทิ้งอาคารพาณิชย์ ปลายท่อในวันธรรมดา	8.0	20-29	23-26	7.7	3	9.2	34.7	11.5	140	56	19.9	2.89	0.23	48	1.11	27	-	-	-	0.14	<0.003	<0.006	<0.022	<0.010	<0.016	0.17	-	-	13 ม.ค.2529
CH_5-C_5	น้ำทิ้งอาคารพาณิชย์ ต้นท่อในวันธรรมดา	8.2	20-29	24-25	7.8	1	0.7	3.9	2.3	197	80	15.9	0.37	0.07	42	0.78	2.0	-	-	-	0.12	<0.003	<0.006	<0.022	<0.010	<0.016	0.034	-	-	13 ม.ค.2529
หมวดที่ 2 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม																													
CH_3-G_{1I}	โรงงานข้อสตริกไทยอาหาร,น้ำทิ้งจากการล้างขวด	-	28	24	5.4	15	400	808	57	1 125	416	272.27	9.52	0.80	358	9.2	3.20	-	-	-	2.66	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{1E}		-	28	25	6.1	10	210	462	102	1 110	498	236.86	18.48	1.06	406	7.2	6.80	-	-	-	1.02	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{2I}	บริษัทอุตสาหกรรมเครื่องเย็นชลบุรีจำกัด	-	28	25	4.7	60	693	1 480	1 012	494	896	78.95	22.96	0.90	102	877	1.87	-	-	-	3.64	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{2E}	น้ำทิ้งจากการล้างและล้างปลา	-	28	25	5.9	9	9.8	42	16	264	94	43.56	3.36	0.24	90	4.4	Trace	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{3I}	โรงงานบริษัทปลา บริษัทไทรบ่จำกัด	-	29	26	6.4	54	250	770	316	13 470	2 514	6 847.24	26.88	0.80	254	10	0.53	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{3E}	น้ำทิ้งจากการล้างขวด	-	29	26	8.7	8	13	192	50	10 604	1 860	5 485.96	7.84	0.67	504	8.2	0.26	-	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{4I}	โรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยว นายชัยทัศน์	-	30	28	3.7	50	590	1 231	112	604	498	1 433.88	11.2	2.12	0	9.4	nil	-	-	-	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{4E}	ไศรีรักษ์	-	30	28	4.5	82	1 240	1 770	144	832	468	680.64	41.44	8.82	252	9.2	5.6	-	-	-	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_5	โรงงานปลาป่น นายมานะ อัศวรีวัฒน์	-	31	28	6.4	96	17 500	25 397	3 300	11 320	7 560	3 825.20	2 464	13.94	8 200	52.6	nil	-	-	-	0.39	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_6	โรงงานน้ำปลาร้า.อุตสาหกรรมไทยปรีดาจก	-	30	26	5.9	12	104	154	52	882	196	444.68	17.92	0.16	108	9.6	3.7	-	-	-	0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_7	โรงงานซีอิ๊วไทคเจริญ น้ำจากการล้างขวด	-	29	27	3.9	21	270	308	46	482	296	113.44	6.72	0.28	0	13.8	nil	-	-	-	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_8	โรงงานชุมโครเบื่อยร้านหยานการช่าง		30	27	6.4	1 000	-	-	3 100	880	1 114	99.83	65.52	0.52	254	4.6	-	-	-	-	0.93	0.054	16.19	228.3	364.7	12.61	37.36	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_9	โรงงานพ.เบเกอรี่,ก.เบเกอรี่,วราภรณ์	-	31	28	4.9	470	1 950	3 963	1 280	1 354	2 236	121.96	137.76	0.80	196	318.6	2.5	-	-	-	2.22	-	-	-	-	-	-	-	-	21 พ.ย.2528
CH_3-G_{10}	โรงงานวโรมจากการล้างโรงผสมสีเคลือบ	-	28	26	8.7	160	4	59	156	1 098	562	209.83	351.68	0.36	1 240	0	2.88	-	-	-	0.84	<0.003	0.012	<0.024	<0.01	6.95	0.17	-	-	22 พ.ย.2528
CH_3-G_1	น้ำทิ้งจากโรงน้ำมันวัว เทศบาลเมืองชลบุรี	-	22	24	7.9	120	400	1 196	1 148	1 056	1 134	199.84	53.76	2.17	512	42.1	8.7	-	-	-	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	22 พ.ย.2528
																														29 พ.ย.2528

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

Parameter / Sample	Description	DO mg/l	Air temp °C	Sample temp °C	pH	Turbidity FTU	BOD_5 20°C mg/l	COD mg/l	SS mg/l	TDS mg/l	IVS mg/l	Chloride mg/l	Total-N mg/l	Total-P mg/l	Alkalinity mg/l as $CaCO_3$	Oil&Grease mg/l	Sulphide mg/l	Sulfate mg/l	Coliform Bacteria MPN/100 ml	DDT PPB	Detergent mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr^{+6} mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Mn^{+2} mg/l	Fe^{+3} mg/l	Date
หมวดที่ 3 น้ำจากท่อระบายน้ำสายหลักและคลอง																														
CH_6-C_1	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนไชยันตร์	1.0	24-30	27-28	6.3	25	104	220	62	478	238	101.97	12.48	1.55	228	2.5	1.6	-	-	-	1.11	<0.003	0.020	<0.024	0.048	0.071	0.085	-	-	24 M.U.2528
CH_6-C_2	ท่อระบายน้ำสายหลัก รองเครือวัลย	0.2	23-27	27-23	6.3	20	78	184	50	484	238	97.97	29.68	1.65	228	3.6	0.8	-	-	nil	0.58	<0.003	0.020	<0.024	0.011	0.028	0.10	-	-	24 M.U.2528
CH_6-C_3	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนอินทนิล	1.8	23-28	27-28	6.2	12	17.5	63	28	308	128	77.98	12.32	0.60	112	3.2	Trace	-	-	-	0.34	<0.003	0.020	<0.024	0.013	0.024	0.10	-	-	24 M.U.2528
CH_6-C_4	ท่อระบายน้ำสายหลัก รองมุมท่าแพ	0.8	23-30	27-28	6.2	15	31.5	90	30	390	142	89.97	15.12	1.03	144	6.4	Trace	-	-	nil	0.49	<0.003	0.010	<0.024	0.011	<0.016	0.13	-	-	24 M.U.2528
CH_6-C_5	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนอัษฎาวุธ	2.9	23-30	27-28	6.4	10	32	184	52	520	216	123.96	26.88	1.42	268	4	5.2	-	-	-	0.60	<0.003	0.034	<0.024	0.013	0.028	0.11	-	-	25 M.U.2528
CH_6-C_6	ท่อระบายน้ำสายหลัก รองอาลาวิธี	2.0	22-29	27-28	6.3	4	56	141	156	540	200	101.97	23.52	1.30	236	3	0.67	-	-	nil	0.57	<0.003	0.030	<0.024	<0.01	<0.01	0.12	-	-	25 M.U.2528
CH_7-C_1	คลองสังเปอคอนบน	0.3	22-28	25-26	6.4	5.6	18.5	65	12	354	98	85.97	10.64	0.52	160	0.7	2.9	-	-	-	0.29	<0.003	0.013	<0.024	0.011	0.020	0.054	-	-	26 M.U.2528
CH_7-C_2	คลองสังเปอคอนล่าง	0	23-31	25-27	6.3	6.5	19	89	7	491	156	115.96	11.20	0.70	192	2.4	0.53	-	-	nil	0.35	<0.003	0.030	<0.024	<0.01	0.044	0.077	-	-	26 M.U.2528
CH_7-C_3	คลองบางปลาร้อยตรอกบน	0.5	23-30	24-26	6.6	3.2	10.1	31	21	528	110	145.95	5.04	0.31	212	6.7	0.66	-	-	-	0.34	<0.003	0.030	<0.024	0.011	0.024	0.049	-	-	26 M.U.2528
CH_7-C_4	คลองบางปลาร้อยตรอกล่าง	2.2	23-31	25-26	6.5	2.5	10.4	42	2	562	112	159.95	11.20	0.91	224	9.1	0.4	-	-	nil	0.38	<0.003	0.020	<0.024	0.011	0.024	0.062	-	-	26 M.U.2528
CH_7-C_5	คลองกระโดมคอนบน	6.3	23-28	25-26	7.2	3.7	5.2	12	10	402	96	39.99	2.8	0.03	180	5.9	nil	-	-	-	0.14	<0.003	0.041	<0.024	0.011	0.032	0.043	-	-	27 M.U.2528
CH_7-C_6	คลองกระโดมคอนล่าง	7.8	23-27	25-30	7.1	5.3	2.6	22	29	2 141	400	887.72	1.68	0.07	236	5.4	nil	-	-	nil	0.23	<0.003	0.028	<0.024	0.016	0.028	0.036	-	-	27 M.U.2528
หมวดที่ 4 น้ำทะเลและสิ่งปฏิกูล																														
CH_8-G_{1A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 100 เมตร ลึก 0.75 ม.	6.0	25	27	7.6	34	-	141	150	31 140	5 386	15 355.23	1.68	0.03	104	3.4	7.2	-	2 400	-	0.14	0.091	0.059	<0.07	0.25	0.16	0.10	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{1B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 100 เมตร ลึก 0.25 ม.	6.8	19	20	7.9	6.5	-	100	71.2	40 360	12 204	17 794	0.47	0.16	116	0	17.6	-	nil	-	0.14	0.072	0.046	<0.055	0.23	0.16	0.068	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{2A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.70 ม.	5.9	24	26.5	7.6	90	-	239	115	31 289	5 436	15 645.15	1.12	0.02	104	3.2	8.7	-	2 100	nil	0.15	0.091	0.036	<0.07	0.22	0.13	0.096	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{2B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.30 ม.	7.1	20.5	21.5	7.9	4	-	188.9	58	35 782	7 124	17 794	0.19	0.03	112	0.7	Trace	-	nil	-	0.21	0.055	0.050	<0.055	0.22	0.14	0.058	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{3A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 1 500 เมตร ลึก 0.75 ม.	5.9	26	28	7.6	10	-	137	103	32 401	6 024	16 294.95	1.12	0.03	108	4.1	10.3	-	2 400	-	0.33	0.91	0.063	<0.07	0.22	0.16	0.090	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{3B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 1 500 เมตร ลึก 0.35 ม.	7.1	21	22	7.9	2.8	-	153.9	51.6	37 316	7 996	18 444	0.28	0.10	108	0	Trace	-	nil	-	0.16	0.058	0.042	<0.055	0.24	0.16	0.840	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{4A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 3 000 เมตร ลึก 1.83 ม.	5.9	27	28	7.6	10	-	196	124	34 026	6 834	16 294.95	0.56	nil	112	5.1	10.4	-	930	-	0.19	0.086	0.049	<0.07	0.30	0.13	0.11	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{4B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 3 000 เมตร ลึก 1.00 ม.	6.0	27	28	7.8	10	-	184	95	33 775	7 634	16 294.95	0	0.02	104	3.2	2.1	-	2 400	-	0.13	0.096	0.054	<0.07	0.25	0.16	0.10	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{5A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 1 500 เมตร ลึก 1.25 ม.	6.1	27	28	7.6	21	-	145	97	34 117	7 848	16 294.95	0.56	nil	112	0	6.7	-	2 100	-	0.11	0.088	0.049	<0.07	0.25	0.17	0.097	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{5B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 1 500 เมตร ลึก 1.00 ม.	6.2	27	28	7.7	11	-	180	121	33 657	7 608	16 294.95	1.12	0.02	108	4.3	7.6	-	230	-	0.15	0.088	0.036	<0.07	0.26	0.16	0.099	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{6A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.75 ม.	5.8	26	27.5	7.2	45	-	192	143	32 741	7 300	16 194.88	1.12	0.03	120	2	4.8	-	11 000	nil	0.15	0.096	0.054	<0.07	0.26	0.15	0.11	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{6B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.45 ม.	6.9	21	22	7.9	4	-	180.9	55.6	36 200	7 356	18 194	0.47	0.13	112	0.9	14	-	1 500	-	0.11	0.069	0.050	<0.055	0.22	0.20	0.067	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{7A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 100 เมตร ลึก 0.80 ม.	5.8	27.5	27.5	7.5	61	-	161	222	32 798	7 380	16 244.96	1.68	0.18	116	5.6	9.2	-	11 000	-	0.18	0.096	0.054	<0.07	0.26	0.16	0.11	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{7B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 100 เมตร ลึก 0.40 ม.	7.0	21	22	7.9	4.5	-	76.9	55.2	36 744	7 980	17 794	0.28	0.10	116	0	13.4	-	11 000	-	0.12	0.069	0.038	<0.055	0.20	0.16	0.066	-	-	13 M.A.2529
CH_8-G_{8A}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.50 ม.	6.1	28	27	7.5	42	-	223	169	31 889	6 384	15 895.07	1.12	0.02	116	2	3.7	-	2 100	-	0.18	0.096	0.101	<0.07	0.27	0.11	0.12	-	-	29 M.U.2528
CH_8-G_{8B}	น้ำทะเลห่างฝั่ง 500 เมตร ลึก 0.40 ม.	7.1	21	22	7.9	4.5	-	157.8	53.6	36 154	7 508	17 794	0.28	0.63	116	0.2	6.0	-	750	-	0.18	0.063	0.050	<0.055	0.22	0.15	0.051	-	-	13 M.A.2529
CH_8-1	ดินตะกอนห่างฝั่ง 100 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54 795*	-	872.13*	7.83*	-	135.2*	-	4 237*	-	-	3.10*	1.00*	19.20*	36.32*	17.62*	16.03*	33.71*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-2	ดินตะกอนห่างฝั่ง 500 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 480*	-	310.48*	17.93*	-	53.4*	-	2 205*	-	nil	1.10*	1.00*	8.77*	23.67*	10.97*	12.17*	17.72*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-3	ดินตะกอนห่างฝั่ง 1 500 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 450*	-	196.79*	10.59*	-	43.2*	-	2 127*	-	-	1.67*	0.67*	7.05*	17.95*	7.36*	12.18*	15.48*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-4	ดินตะกอนห่างฝั่ง 3 000 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90 821*	-	1 302.74*	6.52*	-	113.7*	-	7 725*	-	-	4.50*	2.02*	21.78*	47.44*	29.44*	20.46*	48.20*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-5	ดินตะกอนห่างฝั่ง 1 500 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37 622*	-	620.33*	4.88*	-	36.8*	-	4 015*	-	-	1.85*	1.34*	13.04*	30.99*	14.14*	14.37*	27.07*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-6	ดินตะกอนห่างฝั่ง 500 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44 644*	-	718.53*	17.61*	-	76.4*	-	4 280*	-	nil	2.60*	1.16*	18.06*	29.64*	15.18*	18.12*	32.26*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-7	ดินตะกอนห่างฝั่ง 100 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37 347*	-	731.43*	10.27*	-	187.76*	-	5 133*	-	-	3.60*	1.34*	17.76*	36.06*	16.38*	17.46*	36.18*	-	-	13 M.A.2529
CH_8-8	ดินตะกอนห่างฝั่ง 500 เมตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36 598*	-	654.47*	5.71*	-	67*	-	1 653*	-	-	3.60*	1.00*	18.66*	33.69*	12.60*	14.46*	25.81*	-	-	13 M.A.2529
หมวดที่ 5 น้ำบริโภค																														
CH_{10}-G_1	น้ำจากก๊อกสั้น	1.0	22	23	7.1	1.5	-	-	6.3	1 703	-	577	-	-	448	-	-	-	40	-	-	<0.003	<0.006	<0.022	<0.010	0.020	0.13	1.05	0.15	14 M.A.2529
CH_{10}-G_2	น้ำจากก๊อกยาคาล	2.6	32	29	7.1	1.5	-	-	2.3	1 241	-	185	-	-	1 310	-	-	-	110	-	-	<0.003	<0.006	<0.022	<0.010	0.032	1.28	0.11	0.34	14 M.A.2529

* หน่วย mg/kg

ตารางที่ 2.6

รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากชุมชน ครั้งที่ 2

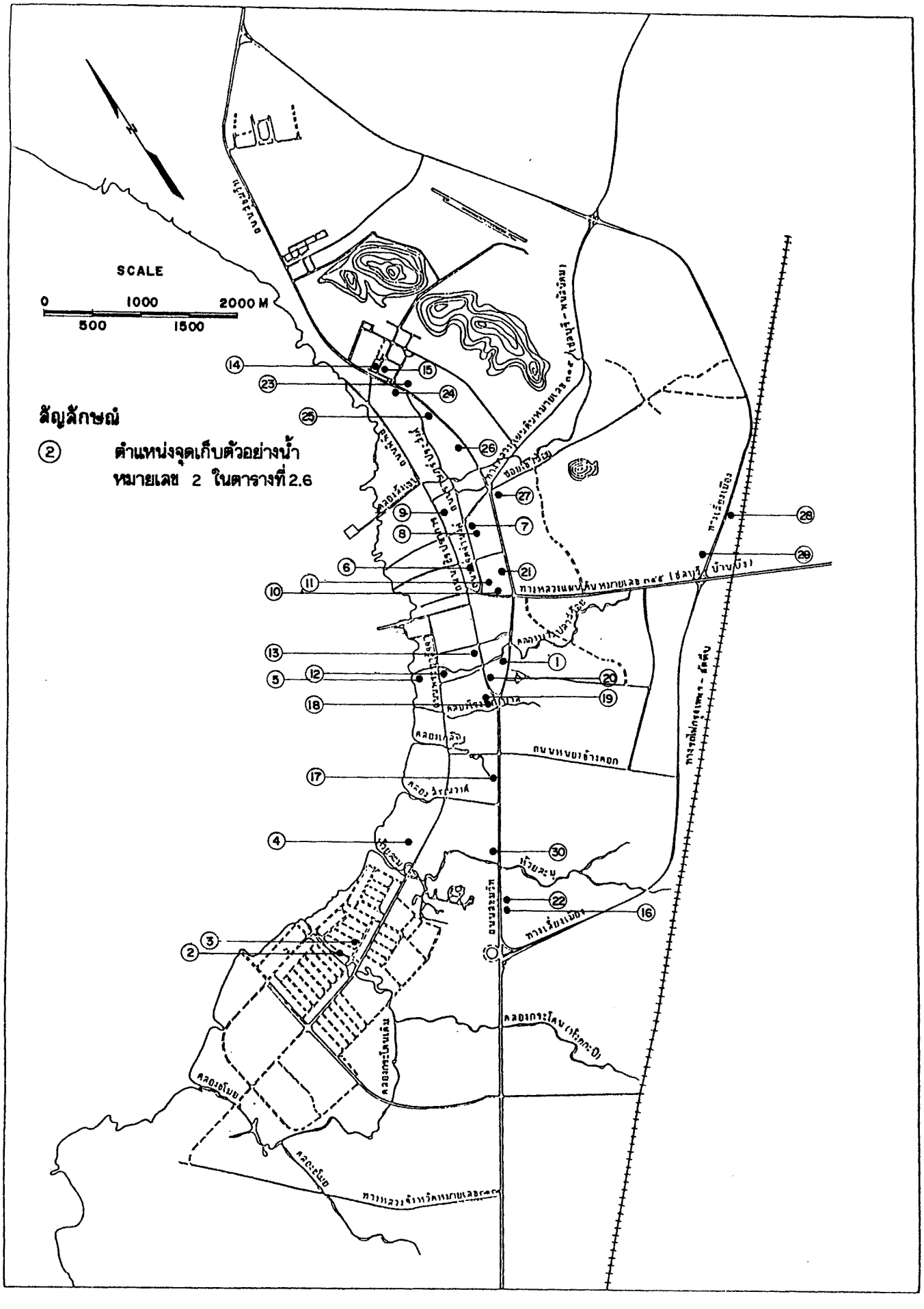
วันที่เก็บ	หมายเลข	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
20 มี.ค.29	1	CH_1-G_1	ภัตตาคารโง้วเซ็งกี่ ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อเกรอะ	
	2	CH_1-G_2	บ้านเลขที่ 11/10 หมู่บ้านเคหะชุมชน ซอย 1	น้ำจากบ่อซึม	
	3	CH_1-G_3	ร้านค้าเลขที่ 10/27 หมู่บ้านเคหะชุมชน	น้ำจากบ่อซึม	
	4	CH_1-G_4	โรงเรียนชลพินิจพาณิชยการ ถนนสุขุมวิท		
	5	CH_1-G_5	บังกาโลสุขใจ ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	6	CH_1-G_6	โรงเรียนเทศบาลชลราษฎร์บำรุง ถนนอัครนิวาต-วชิรปราการ	น้ำจากบ่อเกรอะ	
21 มี.ค.29	7	CH_1-G_7	เลขที่ 4688/48 ซอยวัดกำแพง ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อเกรอะ	
	8	CH_1-G_8	โรงเรียนเทศบาลวัดกำแพง ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	9	CH_1-G_9	ส้วมสาธารณะซอยเอกชน ตลาดใหม่	น้ำจากบ่อซึม	
	10	CH_1-G_{10}	ร้านขายอาหารเตียวเซ็งเล็ง ถนนอัครนิวาต เลขที่ 168/21-22	น้ำจากบ่อซึม	
	11	CH_1-G_{11}	โรงแรมโชคสะอาดเลขที่ 104/18 ถนนพรหมมาศ	น้ำจากบ่อซึม	
	12	CH_1-G_{12}	โรงแรมนพรัตน์ เลขที 17/6 ซอยนพรัตน์	น้ำจากบ่อซึม	
	13	CH_1-G_{13}	ร้านซุนแสง เลขที่ 3/10 ถนนวชิรปราการ	น้ำจากบ่อซึม	
	14	CH_1-G_{14}	ร้านขายอาหาร เลขที่ 170/2 หมู่ 9 ตำบลบ้านสวน	น้ำจากบ่อซึม	
	15	CH_1-G_{15}	บ้านเลขที่ 172/2 หมู่ 9 ตำบลบ้านสวน	น้ำจากบ่อซึม	

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

วันที่เก็บ	หมายเลข	ชื่อตัวอย่าง	จุดเก็บตัวอย่าง	รายละเอียด	หมายเหตุ
22 มีค 29	16	CH_1-G_{16}	โรงแรมไดมอนด์พาเลซ ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	17	CH_1-G_{17}	ปั๊มน้ำมันเพลินพานิช (เอสโซ่) ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	18	CH_1-G_{18}	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	19	CH_1-G_{19}	บ้านพักเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัด ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	20	CH_1-G_{20}	ร้านอาหารคุณหญิง ถ.วชิรปราการ	น้ำจากบ่อเกรอะ	
	21	CH_1-G_{21}	โรงแรมอีสเทน ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	22	CH_1-G_{22}	โรงแรมวีวีโฮเต็ล ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	23	CH_1-G_{23}	ปั๊มวัฒนาการ (ปตท) ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	24	CH_1-G_{24}	ปั๊มนครชล (เชลล์) ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	25	CH_1-G_{25}	ปั๊มอัมพรไพศาล (คาลเท็กซ์) ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	26	CH_1-G_{26}	ปั๊มนวธนกิจ (เชลล์) ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	
	27	CH_1-G_{27}	ที่ทำการไปรษณีย์อำเภอเมือง	น้ำจากบ่อซึม	
	28	CH_1-G_{28}	โรงแรมสบายใจ ถนนเลี่ยงเมือง	น้ำจากบ่อซึม	
	29	CH_1-G_{29}	โรงแรมบายพาสโฮเต็ล ถนนเลี่ยงเมือง	น้ำจากบ่อซึม	
	30	CH_1-G_{30}	ปั๊มนาคพงษ์ ถนนสุขุมวิท	น้ำจากบ่อซึม	

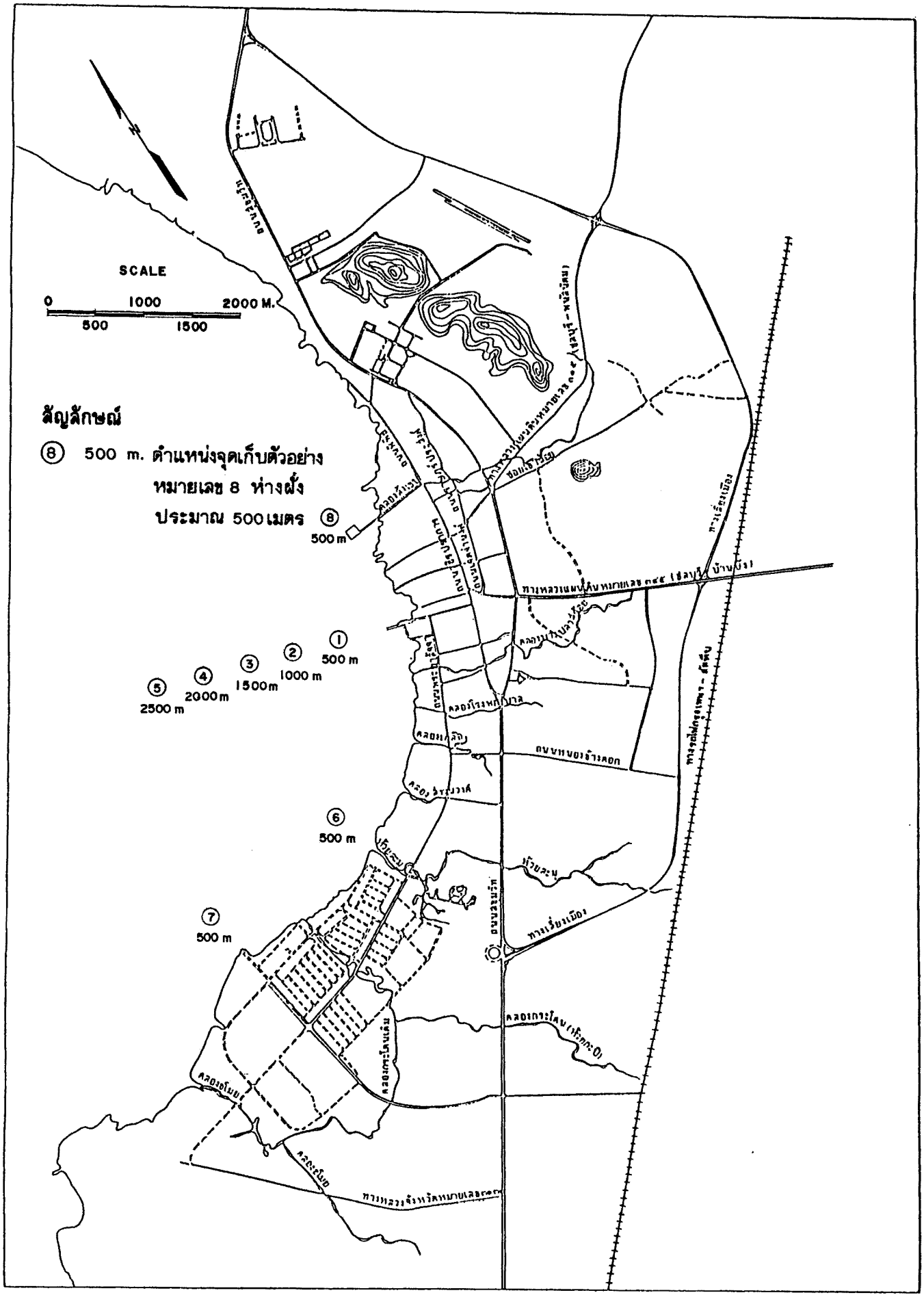
2.2 <u>ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและตะกอน</u>

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งตัวอย่างน้ำทะเลและตัวอย่างตะกอนท้องทะเล แสดงไว้ในตารางที่ 2.8 โดยแยกเป็นหมวดต่าง ๆ คล้ายกับผลการวิเคราะห์ของการสำรวจครั้งที่ 1 ส่วนผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อซึมและบ่อเกรอะแสดงในตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.4

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากชุมชนครั้งที่ 2



รูปที่ 2.5

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเลครั้งที่ 2

ตารางที่ 2.7

รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลและตะกอนท้องทะเล ครั้งที่ 2

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	รายละเอียด	ความลึกการเก็บตัวอย่าง (ม)	หมายเหตุ
23 มีค 29	CH_8-G_{1A}	น้ำห่างฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{1B}	น้ำห่างฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 500 ม	0.50	
	CH_8-1	ดินตะกอนห่างจากฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 500 ม	-	
	CH_8-G_{2A}	น้ำห่างฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 1 000 ม	0.50	
	CH_8-G_{2B}	น้ำห่างฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 1 000 ม	0.50	
	CH_8-2	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 1 000 ม	-	
	CH_8-G_{3A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 1 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{3B}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 1 500 ม	0.50	
	CH_8-3	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 1 500 ม	-	
	CH_8-G_{4A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 2 000 ม	0.50	
	CH_8-G_{4B}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 2 000 ม	0.50	
	CH_8-4	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 2 000 ม	-	
	CH_8-G_{5A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 2 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{5B}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 2 500 ม	0.50	
	CH_8-5	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านต้นหนักน้ำ 2 500 ม	-	
	CH_8-G_{6A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านคลองละมุ 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{6B}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านคลองละมุบริเวณข้างเคียงจุดระยะ 500 ม	0.50	

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

วันที่เก็บ	ชื่อตัวอย่าง	รายละเอียด	ความลึกการเก็บตัวอย่าง (ม)	หมายเหตุ
	CH_8-6	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านคลองละมุ 500 ม	-	
	CH_8-G_{7A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านเมืองใหม่ 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{7B}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านเมืองใหม่บริเวณข้างเคียงจุดระยะ 500 ม	0.50	
	CH_8-7	ดินตะกอนห่างชายฝั่งทะเลด้านเมืองใหม่ 500 ม	-	
	CH_8-G_{8A}	น้ำห่างชายฝั่งทะเลด้านคลองสังเขป 500 ม	0.50	
	CH_8-G_{8B}	น้ำห่างจากฝั่งทะเลด้านคลองสังเขปบริเวณจุดระยะ 500 ม	0.50	
	CH_8-8	ดินตะกอนฝั่งทะเลด้านคลองสังเขป 500 ม	-	

ตารางที่ 2.8

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและตะกอนท้องทะเลจากการสำรวจครั้งที่ 2

ตารางที่ 2.8

Parameter / Sample	Describtion	DO mg/l	Air temp °C	Sample temp °C	pH	Turbidity FTU	BOD_5 20°C mg/l	COD mg/l	SS mg/l	TDS mg/l	TVS mg/l	Chloride mg/l	Total-N mg/l	Total-P mg/l
หมวดที่ 1.น้ำเสียจากท่อระบายน้ำสายหลัก														
CH_6-C_1	ท่อระบายน้ำสายหลักถนนอัคนิวาต	3.3	28-36	28-30	6.5	20	88	155	46	400	104	66	28	1.03
CH_6-C_2	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยลาดวิถี	2.6	27-36	27-30	6.5	25	100	187	50	460	96	86	27	0.46
CH_6-C_3	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนชัยชนะ	2.8	27-38	28-30	6.3	17	59	126	28	360	50	74	13	0.55
CH_6-C_4	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยคูกำพล	2.2	27-38	29-30	6.1	23	96	173	63	400	120	90	22	1.26
CH_6-C_5	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนโพธิ์ทอง	1.9	28-36	29-30	6.7	52	295	448	135	700	360	150	71	1.51
CH_6-C_6	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยศรีนิคม	1.1	27-37	29-30	6.7	40	185	340	94	560	210	144	47	1.67
หมวดที่ 2.น้ำจากคลองธรรมชาติ														
CH_7-C_1	คลองบางปลาร้อย ตอนบน	0.6	27-27	26-32	7.4	47	210	507	49	8 340	350	4 600	55	1.39
CH_7-C_2	คลองบางปลาร้อย ตอนล่าง	1.8	28-36	27-30	7.1	26	100	259	43	1 740	140	845	40	0.33
CH_7-C_3	คลองกระโดน ตอนบน	2.2	28-37	26-30	7.1	24	40	187	40	3 390	430	1 610	31	2.40
CH_7-C_4	คลองกระโดน ตอนล่าง	6.3	28-36	27-33	7.9	22	15	245	133	59 220	16 310	28 040	4	1.55
CH_7-C_5	คลองสังเขป ตอนบน	1.6	29-36	28-32	6.8	24	32	100	44	340	89	100	18	0.64
CH_7-C_6	คลองสังเขป ตอนล่าง	1.1	29-36	28-32	6.6	32	104	197	61	480	150	132	31	0.88

Parameter / Sample	Describtion	Alkalinity mg/l as $CaCO_3$	Oil&Grease mg/l	Sulphide mg/l	Coliform bacteria 10^6 MPN/100ml	Detergent mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Date
หมวดที่ 1.น้ำเสียจากท่อระบายน้ำสายหลัก													
CH_6-C_1	ท่อระบายน้ำสายหลักถนนอัคนิวาต	180	4.3	2.93	0.24	86	< 0.003	0.03	<0.02	<0.01	< 0.02	0.14	17 มี.ค. 29
CH_6-C_2	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยลาดวิถี	200	5.1	3.27	0.24	22.6	< 0.003	0.17	<0.02	<0.01	< 0.02	0.20	17 มี.ค. 29
CH_6-C_3	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนชัยชนะ	108	5.8	12.53	0.24	14.4	< 0.003	0.01	<0.02	<0.01	< 0.02	0.13	17 มี.ค. 29
CH_6-C_4	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยคูกำพล	148	5.3	3.27	0.24	20.2	< 0.003	0.04	<0.02	<0.01	< 0.02	0.21	17 มี.ค. 29
CH_6-C_5	ท่อระบายน้ำสายหลัก ถนนโพธิ์ทอง	332	8.2	13.2	0.24	2.0	< 0.003	0.04	0.44	0.29	< 0.02	0.24	19 มี.ค. 29
CH_6-C_6	ท่อระบายน้ำสายหลัก ซอยศรีนิคม	280	14.9	10.5	0.24	1.0	< 0.003	0.04	0.10	0.09	0.04	0.21	19 มี.ค. 29
หมวดที่ 2.น้ำจากคลองธรรมชาติ													
CH_7-C_1	คลองบางปลาร้อย ตอนบน	656	4.5	16.13	0.24	56.5	< 0.003	0.04	<0.02	0.06	0.10	0.16	18 มี.ค. 29
CH_7-C_2	คลองบางปลาร้อย ตอนล่าง	316	8.1	9.20	0.24	62.5	< 0.003	<0.007	<0.02	0.02	0.08	0.20	18 มี.ค. 29
CH_7-C_3	คลองกระโดน ตอนบน	260	4.8	4.93	0.11	21.5	< 0.003	<0.007	<0.02	<0.01	0.06	0.21	18 มี.ค. 29
CH_7-C_4	คลองกระโดน ตอนล่าง	256	2.4	22.00	0.11	21.5	0.06	0.05	<0.02	0.29	0.25	0.22	18 มี.ค. 29
CH_7-C_5	คลองสังเขป ตอนบน	156	3.6	5.4	0.21	1.2	< 0.003	<0.007	<0.02	<0.01	< 0.02	0.10	19 มี.ค. 29
CH_7-C_6	คลองสังเขป ตอนล่าง	216	7.1	8.0	0.24	0.4	< 0.003	0.03	<0.02	<0.01	< 0.02	0.20	19 มี.ค. 29

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

Parameter / Sample	Describtion	DO mg/l	Air temp °C	Sample temp °C	pH	Turbidity FTU	COD mg/l	SS mg/l	TDS mg/l	TVS mg/l	Chloride mg/l	Total-N mg/l	Total-P mg/l	Alkalinity mg/l as $CaCO_3$	Oil&Grease mg/l	Sulphide mg/l	Sulfate mg/l	Coliform Racteria 10^6MPN/100ml	Detergent mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Transparency m	Date
หมวดที่ 3.น้ำทะเลและดินตะกอนท้องทะเล																											
CI_8-G_{1A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 500 ม	7.3	31.5	28.8	8.1	20	76	120	40 770	11 290	18 640	0.67	0.14	180	0	12.93	-	ไม่พบ	3.2	0.07	0.03	<0.12	0.21	0.08	0.07	0.42	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{1B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำรอบจุด500ม	7.1	31.5	27.9	8.1	26	122	178	38 180	8 430	18 790	0.65	0.39	112	0	10.00	-	400	5.5	0.03	0.05	<0.12	0.18	0.25	0.05		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{2A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 1000ม	7.1	31	29	8.1	18	198	132	40 970	10 870	18 540	0.37	0.21	112	0	4.93	-	400	2.5	0.07	0.05	<0.12	0.28	0.21	0.07	0.44	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{2B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำรอบจุด1 000ม	7.1	31	29	8.1	25	91	140	39 730	10 170	18 440	0.28	0.07	108	0.3	6.93	-	900	1.4	0.06	0.03	<0.12	0.18	0.25	0.05		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{3A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 1 500 ม	7.2	31	29	8.1	15	167	105	38 760	9 400	18 640	0.19	0.11	104	0	9.33	-	ไม่พบ	4.3	0.06	0.03	<0.12	0.21	0.21	0.06	0.50	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{3B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำรอบจุด1 500ม	7.1	31	29	8.1	12	175	107	39 390	9 910	18 600	0.28	0.24	112	0	8.80	-	ไม่พบ	2.5	0.03	0.03	<0.12	0.15	0.25	0.06		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{4A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 2 000 ม	7.3	31	29	8.1	10	76	114	40 360	10 940	18 700	0.37	0.07	112	0.4	7.33	-	ไม่พบ	3.2	0.04	0.11	<0.12	0.18	0.29	0.07	0.50	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{4B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำรอบจุด2 000ม	7.2	31	29	8.1	8	152	106	45 710	16 000	18 640	0.09	0.06	108	0.2	6.00	-	ไม่พบ	9.6	0.04	0.03	<0.12	0.21	0.21	0.08		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{5A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 2 500 ม	7.5	31	29	8.1	14	122	120	37 930	8 450	18 740	0.37	0.11	112	0	9.06	-	ไม่พบ	1.4	0.06	0.06	< 0.12	0.18	0.21	0.06	0.55	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{5B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านรอบจุดตำหนักน้ำ2 500ม	7.5	31	29	8.1	15	167	126	45 160	15 270	18 400	0.19	0.16	104	0	6.00	-	110 000	1.0	0.05	0.05	< 0.12	0.24	0.21	0.04		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{6A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งปากคลองละมุ 500 ม	7.1	32	29	8.1	19	137	116	42 460	12 680	18 740	0.09	0.14	112	0	7.20	-	400	1.5	0.10	0.06	< 0.12	0.38	0.27	0.05	0.27	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{6B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งปากคลองละมุ รอบจุด500ม	7.0	32	29	8.1	10	99	144	37 800	8 240	18 640	0.09	0.06	108	0	8.80	-	ไม่พบ	1.0	0.09	0.06	< 0.12	0.27	0.29	0.06		23 มี.ค. 29
CI_8-G_{7A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านเมืองใหม่ 500 ม	7.0	33.8	29.5	7.7	84	165	357	38 060	8 930	17 900	0.75	0.16	112	1.3	3.5	-	4 600	0.20	0.06	0.07	0.09	0.17	0.30	0.40	0.30	11 เม.ย.29
CI_8-G_{7B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านเมืองใหม่รอบจุด500ม	7.0	33.8	29.8	7.7	110	184	450	40 110	11 120	18 090	0.84	0.07	148	0	3.3	-	11 000	0.30	0.05	0.06	0.12	0.15	0.30	0.30		11 เม.ย.29
CI_8-G_{8A}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านสะพานปลา 500 ม	6.8	31	29	8.1	38	152	170	37 750	8 020	18 790	0.28	0.02	112	0	9.33	-	2 300	2.0	0.08	0.09	< 0.12	0.35	0.25	0.04	0.40	23 มี.ค. 29
CI_8-G_{8B}	น้ำทะเลห่างชายฝั่งด้านสะพานปลารอบจุด500ม	7.0	31	29	8.1	82	167	256	38 300	9 720	18 740	0.19	0.11	108	0.6	8.66	-	2 300	1.0	0.07	0.06	< 0.12	0.35	0.21	0.07		23 มี.ค. 29
CI_8-1	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 500 ม									40 570*		731*	4.48*		110*		2 552*		95.3*	2.73*	22.61*	8.06*	18.31*	<3*	41.96*		23 มี.ค. 29
CI_8-2	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 1 000ม									48 200*		831*	4.48*		124*		5 314*		58.9*	<0.9*	24.99*	20.72*	15.40*	<3*	29.27*		23 มี.ค. 29
CI_8-3	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 1 500ม									61 030*		1 070*	5.71*		107*		5 065*		59.7*	<0.9*	24.99*	12.26*	21.74*	<3*	38.08*		23 มี.ค. 29
CI_8-4	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 2 000ม									111 560*		1 900*	13.04*		320*		7 599*		58.8*	1.83*	35.32*	<4*	18.42*	<3*	33.36*		23 มี.ค.29
CI_8-5	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านตำหนักน้ำ 2 500ม									122 150*		2 220*	16.71*		648*		9 552*		59.9*	<0.9*	78.18*	16.44*	34.92*	<3*	56.19*		23 มี.ค.29
CI_8-6	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านปากคลองละมุ500ม									17 900*		282*	5.71*		54*		5 180*		58.8*	2.77*	14.93*	<4*	12.20*	<3*	16.42*		23 มี.ค. 29
CI_8-7	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านเมืองใหม่ 500 ม									21 370*		310*	2.85*		87*		5 187*		58.5*	1.85*	18.92*	<4*	6.07*	<3*	24.99*		11 เม.ย29
CI_8-8	ดินตะกอนห่างชายฝั่งด้านสะพานปลา 500 ม									119 380*		1 880*	13.04*		361*		14 618*		89.8*	<0.9*	49.11*	8.17*	34.90*	<3*	20.70*		23 มี.ค. 29

* mg/kg

ตารางที่ 2.9

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียชุมชนที่ลันจากบ่อเกรอะบ่อซึม

Parameter / Sample	Description	pH	BOD_5 20°C mg/l	Coliform bacteria 10^6MPN/100 ml	Date
หมวดที่ 4 น้ำเสียชุมชนลันจากบ่อซึมและ/หรือบ่อเกรอะ					
CH_1-G_1	บ่อเกรอะภัตตาคารไง้วเซ่งกี่ สุขุมวิท	6.5	3 200	2.40	20 มี.ค.29
CH_1-G_2	บ่อซึมบ้านเลขที่ 11/10 เคหะชุมชน ซอย 1	7.1	285	2.40	20 มี.ค.29
CH_1-G_3	บ่อซึมร้านค้าเลขที่ 10/27 เคหะชุมชน ซอย 2	6.4	*3 400	*> 24.0	20 มี.ค.29
CH_1-G_4	บ่อซึมโรงเรียนชลพินิจพาณิชยการ	7.7	205	0.075	20 มี.ค.29
CH_1-G_5	บ่อซึมบังกาโลสุขใจ ชลบุรี	7.5	26	≥ 2.40	20 มี.ค.29
CH_1-G_6	บ่อเกรอะโรงเรียนเทศบาลชลราษฎร์บำรุง	7.5	82	0.23	20 มี.ค.29
CH_1-G_7	บ่อเกรอะบ้านเลขที่ 4638/48 ซอยวัดกำแพง	6.8	640	2.40	21 มี.ค.29
CH_1-G_8	บ่อซึมโรงเรียนเทศบาลวัดกำแพง	7.3	290	2.40	21 มี.ค.29
CH_1-G_9	บ่อซึมส้วมสาธารณะตลาดใหม่	6.9	104	≥ 2.40	21 มี.ค.29
CH_1-G_{10}	บ่อซึมร้านเตียวเซ็งเก็ง 168/21-22 อัครนิราด	7.1	350	11.0	21 มี.ค.29
CH_1-G_{11}	บ่อซึมโรงแรมโชคสะอาด 194/18 ถ.พหนมยาศ	7.1	350	1.10	21 มี.ค.29
CH_1-G_{12}	บ่อซึมโรงแรมนพรัตน์ 17/6 ซอยนพรัตน์	6.9	38	0.43	21 มี.ค.29
CH_1-G_{13}	บ่อซึมร้านชุนแสง 3/10 ถนนวชิรปราการ	7.5	*1 650	*> 24.0	21 มี.ค.29
CH_1-G_{14}	บ่อซึมร้านอาหาร 170/2 หมู่ 9 ตำบลบ้านสวน	7.1	300	0.43	21 มี.ค.29
CH_1-G_{15}	บ่อซึมบ้านเลขที่ 172/2 หมู่ 9 ตำบลบ้านสวน	8.4	26	0.09	21 มี.ค.29
CH_1-G_{16}	บ่อซึมโรงแรมไดมอนด์พาเลซ ถนนสุขุมวิท	7.1	46	2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{17}	บ่อซึมปั๊มน้ำมันเพลินพานิช ถนนสุขุมวิท	7.0	9	≥ 2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{18}	บ่อซึมสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี	7.9	42	0.21	22 มี.ค.29
CH_1-G_{19}	บ่อซึมบ้านพักเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัด	7.3	340	11.0	22 มี.ค 29

* น่าจะเป็นตัวอย่างน้ำจากบ่อเกรอะมิใช่บ่อซึม ในการสำรวจไม่สามารถตรวจสอบได้แน่นอนว่าเป็นบ่อประเภทใด

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

Parameter / Sample	Description	pH	BOD_5 20°C mg/l	Coliform bacteria 10^6MPN/100ml	Date
CH_1-G_{20}	บ่อเกรอะร้านอาหารคุณหญิง ถนนวชิรปราการ	7.4	1 500	4.60	22 มี.ค.29
CH_1-G_{21}	บ่อซึมโรงแรมอิสเทิน ถนนสุขุมวิท	6.7	38	≥ 2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{22}	บ่อซึมโรงแรมวีวีโฮเต็ล ถนนสุขุมวิท	6.6	58	1.10	22 มี.ค.29
CH_1-G_{23}	บ่อซึมปั๊มวัฒนากร (ปตท.) ถนนสุขุมวิท	7.6	78	2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{24}	บ่อซึมปั๊มนครชล (เชลล์) ถนนสุขุมวิท	7.5	74	≥ 2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{25}	บ่อซึมปั๊มอัมพรไพศาล (คาลเท็กซ์) ถนนสุขุมวิท	7.5	90	1.10	22 มี.ค.29
CH_1-G_{26}	บ่อซึมปั๊มนวรกิจ (เชลล์) ถนนสุขุมวิท	7.6	49	≥ 2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{27}	บ่อซึมที่ทำการไปรษณีย์อำเภอเมือง	7.1	62	≥ 2.40	22 มี.ค.29
CH_1-G_{28}	บ่อซึมโรงแรมสบายใจ ถนนเลี่ยงเมือง	7.1	70	1.10	22 มี.ค.29
CH_1-G_{29}	บ่อซึมโรงแรมบายพาสโฮเต็ล ถนนเลี่ยงเมือง	7.1	56	1.10	22 มี.ค.29
CH_1-G_{30}	บ่อซึมปั๊มนาคพงษ์ (ปตท.) สุขุมวิท	6.9	68	≥ 2.40	22 มี.ค.29

ภาคผนวกที่ 3

การวัดการซึม เข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง

ภาคผนวกที่ 3

การวัดการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง

1. <u>วัตถุประสงค์</u>

การวัดการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งในโครงการนี้ก็เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงๆ ในพื้นที่โครงการ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากแหล่งอื่น สำหรับกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินปริมาณน้ำเสียในอนาคต เพื่อใช้ในการออกแบบระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย

2. <u>หลักการและวิธีการวัด</u>

อัตราการไหลในท่อน้ำทิ้งในช่วงเวลาที่ไม่มีฝนตกประกอบด้วยอัตราการไหลที่เกิดจากการทิ้งน้ำจากบ้านเรือนและอาคารต่างๆลงสู่ท่อทิ้งน้ำ และอัตราการไหลของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อน้ำทิ้งที่บริเวณรอยต่อของเส้นท่อและบริเวณที่ท่อชำรุดแตกเสียหาย โดยทั่วไปการทิ้งน้ำจากบ้านเรือนและอาคารต่างๆลงสู่ท่อน้ำทิ้งจะเปลี่ยนแปรไปในแต่ละช่วงเวลาของวันตามลักษณะของกิจกรรมที่ดำเนินการ และเมื่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหยุดลงอัตราการทิ้งน้ำจากบ้านเรือนและอาคารต่างๆลงสู่ท่อน้ำทิ้งก็จะลดลงจนหมดไป ส่วนอัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อน้ำทิ้งในแต่ละวันมักจะมีค่าคงที่ตลอดวัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการกำหนดอัตราการซึมเข้าสู่เส้นท่อแต่ละเส้นมักจะมีการเปลี่ยนแปรน้อยในแต่ละวัน ดังนั้นหากทำการวัดอัตราการไหลในท่อน้ำทิ้งต่อเนื่องกันตลอดวันก็สามารถประเมินอัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อน้ำทิ้งได้ โดยประเมินจากอัตราการไหลในท่อในเวลาที่คาดว่ากิจกรรมการใช้น้ำและทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้งของอาคารบ้านเรือนที่อยู่เหนือน้ำจากจุดที่วัดอัตราการไหลหยุดลงแล้ว เช่น ในเวลาเช้ามืดก่อนมีการตื่นขึ้นทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น

การวัดการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนของน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งในโครงการนี้อาศัยหลักการข้างต้นนี้ โดยได้วางแผนทำการวัด 2 ครั้ง สำหรับบริเวณที่ถือเป็นตัวแทนประเภทต่างๆของพื้นที่โครงการ 3 ประเภท ซึ่งได้แก่ บริเวณพื้นที่สูงและมีน้ำใต้ดินอยู่ที่ระดับต่ำ บริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ในเขตเทศบาลที่มีระดับน้ำใต้ดินที่ระดับปานกลาง และบริเวณบ้านพักอาศัยที่ไม่หนาแน่นและมีระดับน้ำใต้ดินค่อนข้างสูง ในการวัดแต่ละครั้งมีขั้นตอนการดำเนินการโดยสังเขปดังนี้

ก. วัดอัตราการไหลผ่านจุดตรวจวัดของท่อน้ำทิ้งตลอด 24 ชั่วโมงในวันที่วัด โดยเว้นระยะห่างระหว่างการวัดให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปรอัตราการไหลในท่อน้ำทิ้ง

ข. ตรวจวัดปริมาณน้ำใช้ของบ้านเรือนและอาคารซึ่งทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้งในบริเวณที่อยู่เหนือน้ำขึ้นไปจากจุดที่ตรวจวัดอัตราการไหล พร้อมกับสังเกตุและบันทึกลักษณะของกิจกรรมและลักษณะการใช้น้ำของอาคารบ้านเรือนเหล่านั้นไว้ด้วย

ค. ตรวจวัดระดับน้ำใต้ดินบริเวณข้างแนวท่อน้ำทิ้ง

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลที่วัดได้ตลอด 24 ชั่วโมง สามารถประเมินปริมาณการซึมเข้าท่อได้ และเมื่อหักปริมาณการซึมเข้าท่อออกจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตลอดวันก็จะได้ปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน ซึ่งสามารถนำไปประเมินหาอัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งได้

การตรวจวัดครั้งที่ 1 ดำเนินการระหว่างวันที่ 21-24 มกราคม 2529 ซึ่งเป็นช่วงเวลาหลังฤดูฝน ส่วนการตรวจวัดครั้งที่ 2 ดำเนินการระหว่างวันที่ 14-16 มีนาคม 2529 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง

3. ผลการสำรวจ

3.1 ข้อมูลด้านกายภาพ

บริเวณที่ทำการตรวจวัด 3 บริเวณแสดงโดยสังเขปในรูปที่ 3.1 ซึ่งได้แก่

(1) บริเวณพื้นที่สูงและระดับน้ำใต้ดินต่ำ ได้แก่บริเวณข้างถนนชลบุรี-บ้านบึง และมีจุดวัดอัตราการไหลอยู่ติดกับคลองบางปลาสร้อย

(2) บริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ในเขตเทศบาลมีระดับน้ำใต้ดินที่ระดับปานกลาง ได้แก่บริเวณริมถนนสุขุมวิทใกล้คลองบางปลาสร้อยมีจุดวัดอัตราการไหลอยู่ติดกับคลองบางปลาสร้อย

(3) บริเวณบ้านพักอาศัยไม่หนาแน่นและมีระดับน้ำใต้ดินค่อนข้างสูง ได้แก่บริเวณซอย 12 ของเคหะชุมชนชลบุรีของการเคหะแห่งชาติ มีจุดวัดอัตราการไหลอยู่ติดกับคลองกระโดน

รูปตัดตามยาวแสดงระดับท่อ ระดับดินและระดับน้ำใต้ดินของทั้ง 3 บริเวณแสดงในรูปที่ 3.2-3.4 ขนาดและความยาวของท่อน้ำทิ้งเหนือน้ำจากจุดวัดอัตราการไหลและจำนวนอาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้งทั้ง 3 บริเวณมีดังนี้

บริเวณ	ความยาวท่อ เมตร	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ, เมตร	จำนวนอาคารบ้านเรือน, หลัง
(1) บริเวณพื้นที่สูง	640	0.80	13
(2) บริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์	343	0.80	31
(3) บริเวณบ้านพักอาศัยไม่หนาแน่น	350	0.30	16

อาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงท่อน้ำทิ้งบริเวณพื้นที่สูงริมถนนชลบุรี-บ้านบึง ตั้งอยู่ฝั่งทิศเหนือของถนน บริเวณนี้มีอาคารบ้านเรือนอยู่เบาบาง อาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงท่อน้ำทิ้งที่ตรวจวัดเป็นบ้านพักอาศัย ร้านอาหาร ร้านค้า และร้านค้าประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องจักรกล ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพอิสระ

สำหรับอาคารบ้านเรือนบริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ริมถนนสุขุมวิทซึ่งต่อท่อน้ำทิ้งลงสู่ท่อน้ำทิ้งที่เหนือน้ำจากจุดตรวจวัดทั้งหมดเป็นอาคารพาณิชย์ ซึ่งมีทั้งสำนักงาน ร้านอาหาร และร้านค้าหลายชนิดปะปนกัน

บริเวณบ้านพักอาศัยเคหะชุมชนซอย 12 อาคารซึ่งทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้งเหนือน้ำจากจุดตรวจวัดเป็นบ้านพักอาศัยในซอย 12 ทั้งหมดซึ่งมี 21 หลัง แต่มีผู้อยู่อาศัยเพียง 16 หลัง และมีการเปิดกิจการร้านเสริมสวยอยู่ด้วย 1 หลัง

3.2 อัตราการไหลในท่อน้ำทิ้ง

อัตราการไหลที่จุดตรวจวัดของท่อน้ำทิ้งทั้ง 3 บริเวณตลอด 24 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลตลอดวันมีส่วนที่คล้ายคลึงกันคือมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล

ค่อนข้างมากและมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลที่สอดคล้องกับกิจกรรมที่เกี่ยวกับการใช้น้ำของอาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้ง

สำหรับบริเวณพื้นที่สูงริมถนนชลบุรี-บ้านบึง กิจกรรมในแต่ละวันเริ่มขึ้นในเวลาค่อนข้างสายและเป็นไปอย่างตามสบายจนถึงเวลาเลิกงานในตอนเย็นจึงมีการเก็บล้างเครื่องมืออุปกรณ์ และมีการใช้น้ำของลูกจ้างก่อนกลับบ้าน อัตราการไหลของน้ำทิ้งที่วัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือเริ่มมีการทิ้งน้ำค่อนข้างสายคือประมาณ 9 โมงเช้าและสูงสุดประมาณ 11 โมงเช้า แล้วจึงลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเวลาเย็นโดยมีอัตราสูงอีกครั้งประมาณ 4 โมงเย็น อัตราการไหลสูงสุดมีค่าประมาณ 5.5 เท่าของอัตราการไหลเฉลี่ยตลอดวัน และมีอัตราการไหลต่ำมากในตอนเช้ามืดตั้งแต่ตี 4 ถึงประมาณ 8 โมงเช้า ซึ่งน่าจะถือได้ว่าการไหลในช่วงเวลานี้เกิดจากการซึมของน้ำใต้ดินเข้าท่อเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการวัดครั้งที่ 2 เป็นการวัดในวันทำงานเช่นเดียวกับครั้งแรก แต่ระดับน้ำใต้ดินข้างท่อต่ำกว่าระดับท้องท่อมาก น้ำในท่อบางส่วนซึมหายไปตามรอยชำรุดของท่อ ปริมาณน้ำในท่อที่วัดได้จึงน้อยผิดปกติ

อัตราการไหลของน้ำทิ้งบริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ริมถนนสุขุมวิทมีค่าสูงสุดในช่วง 8-9 โมงเช้าซึ่งตรงกับช่วงเวลาเริ่มงาน หลังจากนั้นก็ลดลงโดยไปเพิ่มขึ้นสูงอีกครั้งหนึ่งในเวลากลางคืน โดยเริ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ประมาณ 6 โมงเย็นไปจนกระทั่ง 5 ทุ่ม แล้วจึงลดลงอีก การเพิ่มของอัตราไหลของน้ำทิ้งนี้สอดคล้องกับการเปิดบริการของร้านอาหารในช่วงกลางคืน อัตราการไหลสูงสุดของน้ำทิ้งที่ตรวจวัดของบริเวณนี้มีค่าเพียงประมาณ 1.7 เท่าของอัตราไหลเฉลี่ยตลอดวันเท่านั้น ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากมีจำนวนอาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงท่อมากกว่าอีก 2 บริเวณที่ตรวจวัด และอาคารบ้านเรือนเหล่านั้นมีกิจกรรมหลายประเภทปะปนกันจึงทำให้มีการเฉลี่ยอัตราการทิ้งน้ำตลอดวันสม่ำเสมอกว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำทิ้งในช่วงที่มีอัตราการไหลน้อยที่สุดในช่วงเช้ามืดตั้งแต่ตี 4 ถึง 6 โมงเช้าค่อนข้างรวดเร็ว (ดูรูปที่ 3.5) ดังนั้นอัตราการไหลต่ำสุดที่วัดได้ในช่วงเวลาดังกล่าวน่าจะยังมีน้ำทิ้งบางส่วนอยู่นอกเหนือไปจากการซึมของน้ำใต้ดิน

อัตราการไหลของน้ำทิ้งที่ตรวจวัดที่ท่อน้ำทิ้งของเคหะชุมชนชลบุรีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดวันมากครั้งกว่าที่วัดได้ที่อีก 2 บริเวณ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 เนื่องจากอาคารบ้านเรือนในบริเวณนี้มีกิจกรรมประเภทเดียวกันคือเป็นที่พักอาศัย และมีจำนวนอาคารบ้านเรือนค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามอัตราไหลของน้ำทิ้งที่วัดได้ก็สอดคล้องกับกิจกรรมของบ้านพักอาศัย คือในการตรวจวัดครั้งแรกซึ่งเป็นวันทำงานมีอัตราการทิ้งน้ำสูงมากในช่วงเช้าประมาณ 9-10 โมงเช้า ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้น้ำก่อนออกจากบ้านไปทำงานและมีการชักล้างต่าง ๆ ประจำวัน อัตราการไหลของน้ำทิ้งเพิ่มสูงอีกครั้งในช่วงเที่ยงถึงบ่ายโมงซึ่งเป็นช่วงเวลาอาหารกลางวัน อัตราการทิ้งน้ำขึ้นสูงสุดอีกครั้งในตอนกลางคืนตั้งแต่ประมาณ 2 ทุ่มถึง 4 ทุ่มครึ่งเมื่อทุกคนกลับบ้านแล้ว อัตราการทิ้งน้ำสูงสุดที่วัดได้มีค่าประมาณ 5.5 เท่าของอัตราเฉลี่ยตลอดวัน ซึ่งใกล้เคียงกับที่เกิดขึ้นที่บริเวณริมถนนชลบุรี-บ้านบึง สำหรับอัตราการไหลของน้ำทิ้งในช่วงที่มีอัตราการไหลต่ำมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงเช้ามืด ก่อนเที่ยง และช่วงบ่าย ซึ่งน่าจะเป็นไปได้ว่าอัตราการไหลในช่วงดังกล่าวเกิดจากการซึมของน้ำใต้ดินเข้าสู่ท่อเป็นส่วนใหญ่ การเปลี่ยนแปลงของการปล่อยน้ำทิ้งในวันหยุดซึ่งตรวจวัดในครั้งที่ 2 ก็คล้ายกับครั้งแรก แต่มีอัตราการทิ้งน้ำสูงสุดในช่วงใกล้เที่ยง และช่วงหัวค่ำมีการใช้น้ำสูงสุดในเวลาหัวค่ำกว่าในวันทำงาน

3.3 ปริมาณการซึมเข้าท่อ

การประเมินปริมาณการซึมของน้ำใต้ดินเข้าท่อน้ำทิ้ง แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ซึ่งสรุปได้ว่าอัตราการซึมโดยเฉลี่ยตลอดวันของบริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์และบริเวณบ้านพักอาศัย ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินสูงปานกลางและค่อนข้างสูงมีค่าประมาณ 0-25% และ 5-40% ของอัตราการไหลของน้ำทิ้งตามลำดับ ส่วนบริเวณพื้นที่สูงซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินต่ำอัตราการซึมของน้ำใต้ดินมีค่าน้อยมาก คือประมาณ 0-1 % ของอัตราไหลของน้ำทิ้งเท่านั้น

3.4 อัตราส่วนของน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง

ปริมาณน้ำใช้ต่อวันซึ่งได้จากการสำรวจปริมาณการใช้น้ำจริงจากอาคารบ้านเรือนที่ทิ้งน้ำลงสู่ท่อน้ำทิ้ง และปริมาณน้ำทิ้งต่อวันซึ่งได้จากการประเมินโดยหักปริมาณน้ำซึมเข้าท่อออกจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านจุดตรวจวัดของท่อน้ำทิ้งตลอดวันได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 อัตราน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งของบริเวณพื้นที่สูงริมถนนชลบุรี-บ้านบึง มีค่าประมาณ 1.0:0.7 และของบริเวณบ้านพักอาศัยเคหะชุมชนชลบุรีมีมีค่าประมาณ 1:0.4 ถึง 1:0.5 ปริมาณน้ำทิ้งของบริเวณเคหะชุมชนชลบุรีมีค่าต่ำเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำใช้ น่าจะมีผลมาจากการที่มีน้ำสูญหายไปอันเนื่องมาจากการรดน้ำสนามหญ้าและต้นไม้ต่าง ๆ ในบริเวณบ้านพักอาศัย ซึ่งการใช้น้ำส่วนนี้เกือบจะไม่มีส่วนเหลือเป็นน้ำทิ้งออกสู่ท่อน้ำทิ้งเลย

สำหรับบริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ริมถนนสุขุมวิท เมื่อประเมินอัตราการซึมของน้ำใต้ดินเข้าท่อโดยประมาณดังแสดงในตารางที่ 3.1 แล้ว สรุปได้ว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำใช้ต่อน้ำทิ้งค่อนข้างสูง คือประมาณ 1.0:0.84 ถึง 1.0:0.90 ทั้งนี้เนื่องจากอาคารบริเวณนี้เป็นอาคารพาณิชย์เป็นส่วนใหญ่ การสูญเสียน้ำไปจึงน้อยกว่าบริเวณอื่นๆ

ตารางที่ 3.1

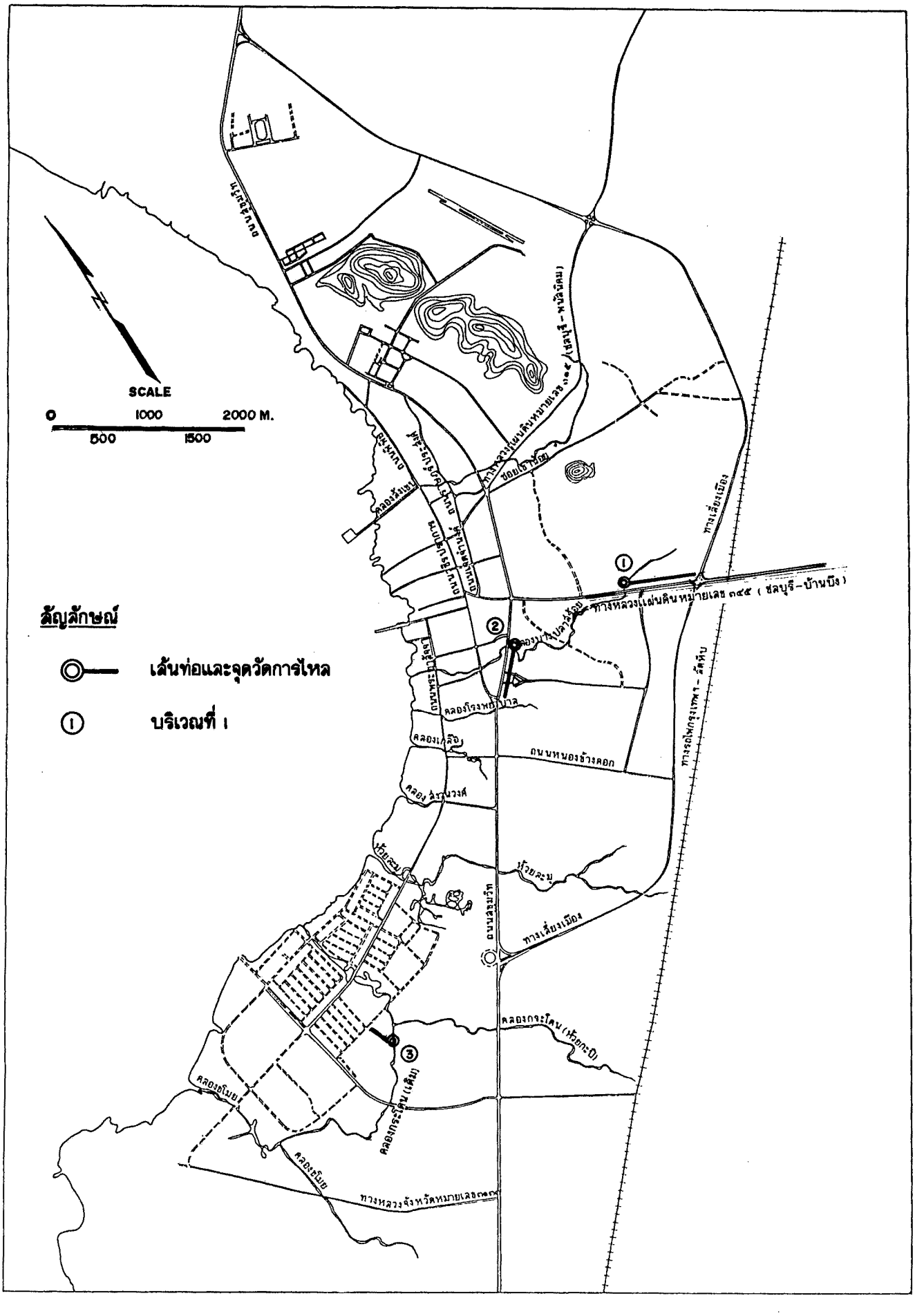
การประเมินการซึมเข้าท่อและอัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง

บริเวณ	การไหลที่วัดได้ที่ท่อน้ำทิ้ง ม^3/วัน	การซึมเข้าท่อของน้ำใต้ดิน		น้ำทิ้ง ม^3/วัน	น้ำซึมเข้าท่อเป็น % ของน้ำทิ้ง	น้ำใช้ ม^3/วัน	อัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง
		ลิตร/วินาที	ม^3/วัน				
พื้นที่สูงริมถนนชลบุรี-บ้านบึง							
ครั้งที่ 1	9.34	0.0011	0.095	9.245	1.0	13.10	1.0:0.71
ครั้งที่ 2	1.76 1/	0	0	1.76 1/	0	12.38	1.0:0.14 1/
กลุ่มอาคารพาณิชย์ริมถนนสุขุมวิท							
ครั้งที่ 1	64.78	0.5X0.3 2/	12.96	51.82	25.0	57.32	1.0:0.90
ครั้งที่ 2	62.27	0 3/	0	62.27	0	73.70	1.0:0.84
บ้านพักอาศัยเคหะชุมชนชลบุรี							
ครั้งที่ 1	3.156	0.0102	0.881	2.275	38.7	5.654	1.0:0.40
ครั้งที่ 2	3.68	0.002	0.1728	3.507	4.9	7.136	1.0:0.49

1/ ปริมาณน้ำทิ้งที่วัดได้ไม่ใช่น้ำทิ้งทั้งหมดที่เกิดขึ้น เนื่องจากมีบางส่วนไหลซึมลงดิน บริเวณท่อชำรุดก่อนถึงจุดวัด เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก

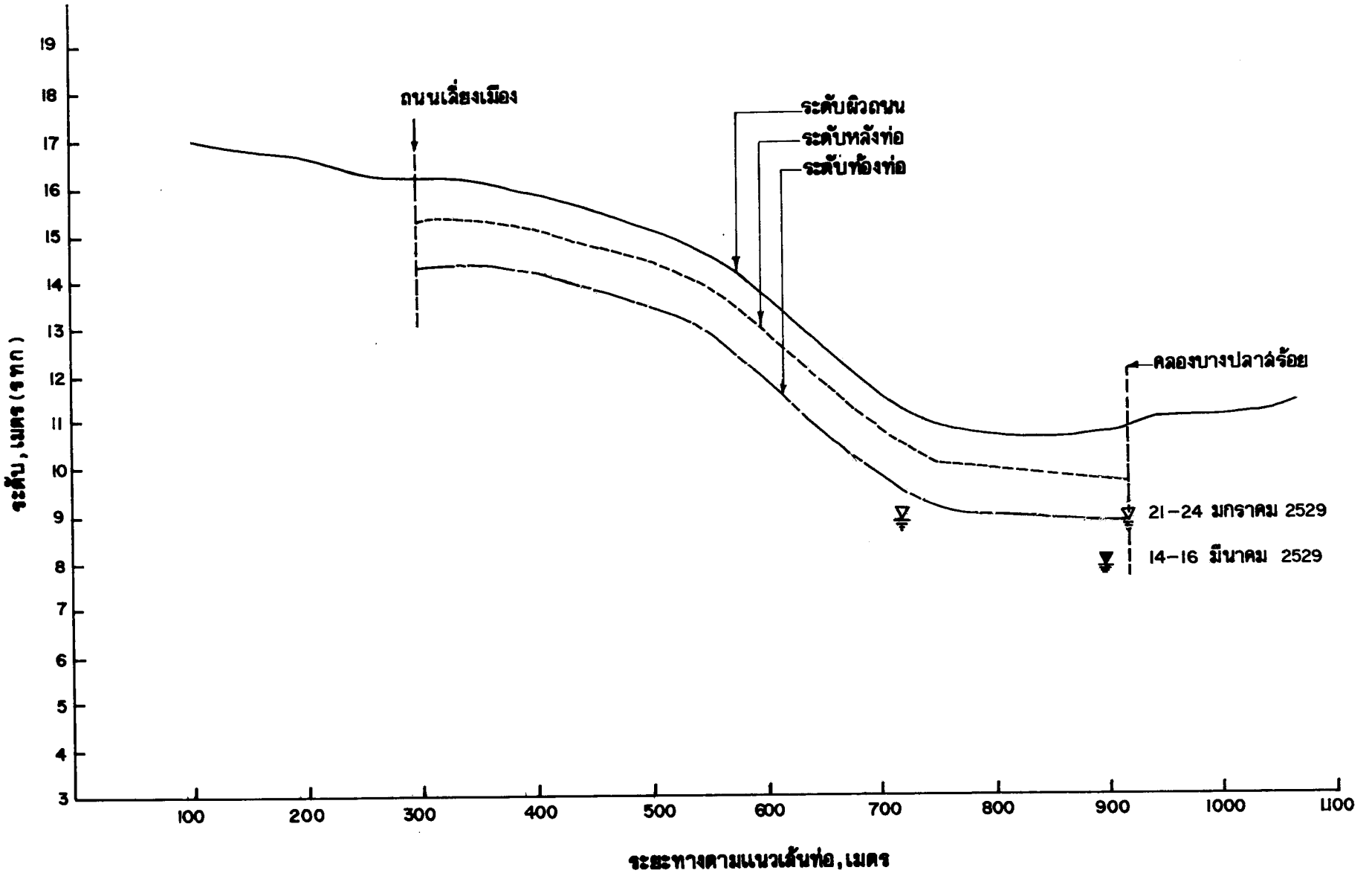
2/ สมมุติว่าน้ำใต้ดินซึมเข้าท่อเป็นครึ่งหนึ่งของอัตราไหลเวลาตี 5

3/ คิดว่าไม่มีน้ำใต้ดินเข้าท่อ เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก



รูปที่ 3.1

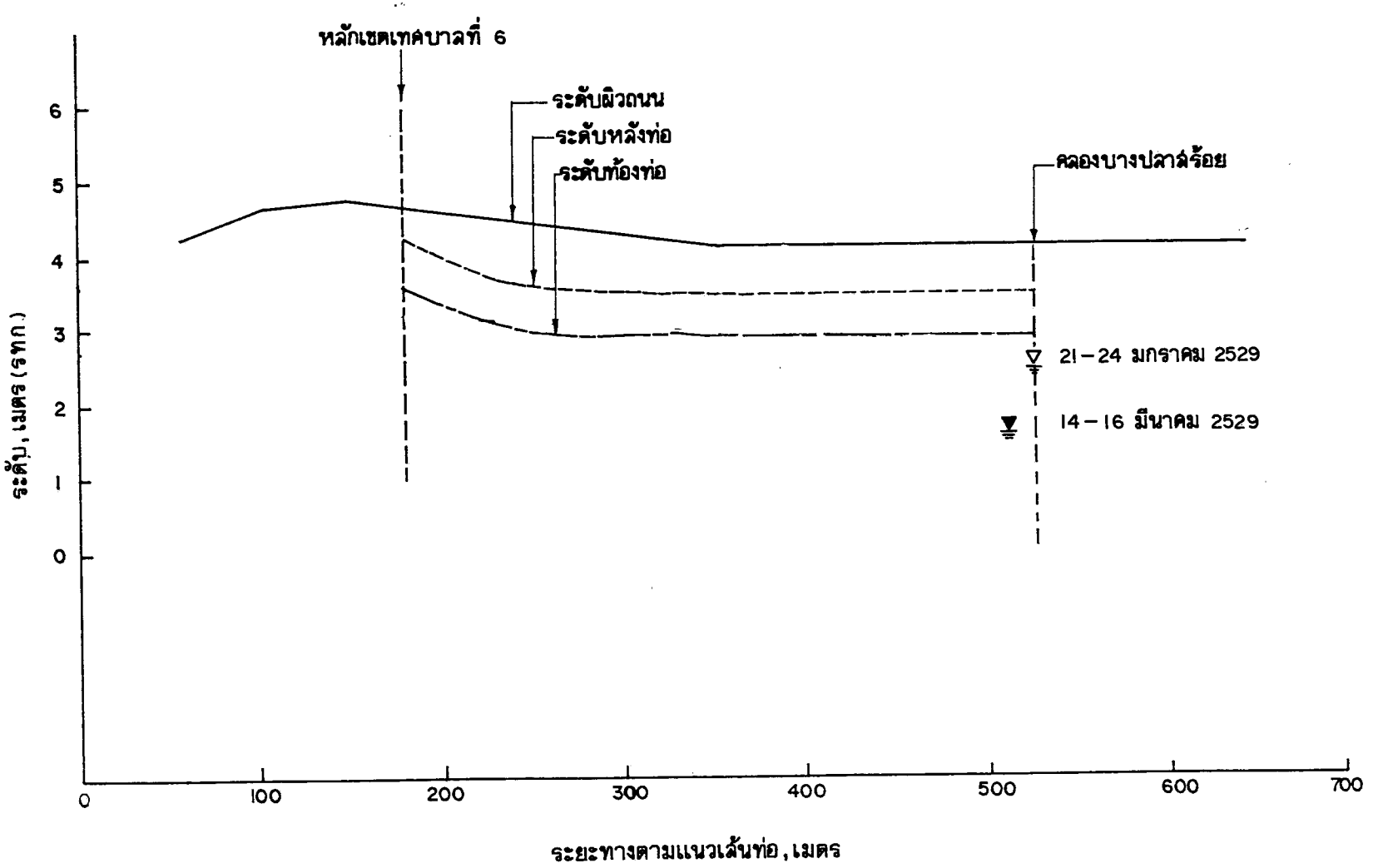
ตำแหน่งบริเวณที่ตรวจวัดการซึมเข้าท่อ และ อัตราส่วนน้ำใช้ต่อน้ำทิ้ง



รูปที่ 3·2

รูปตัดตามยาวของท่อน้ำทิ้งบริเวณพื้นที่ลุ่ม ถนนชลบุรี – บ้านบึง

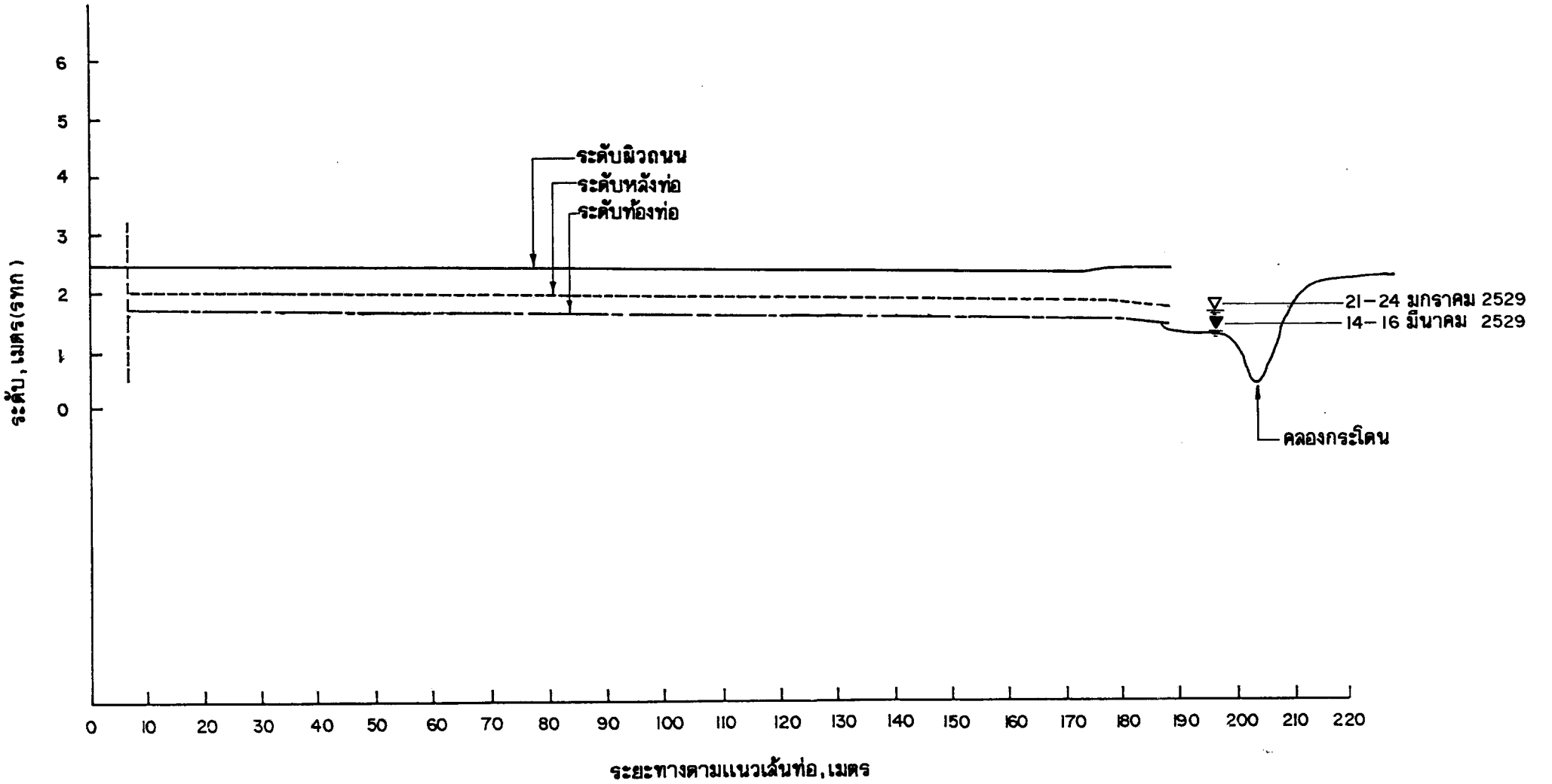
รูปที่ 3.2



รูปที่ 3·3

รูปตัดตามยาวของท่อน้ำทิ้งบริเวณกลุ่มอาคารพาณิชย์ริมถนนสุขุมวิท

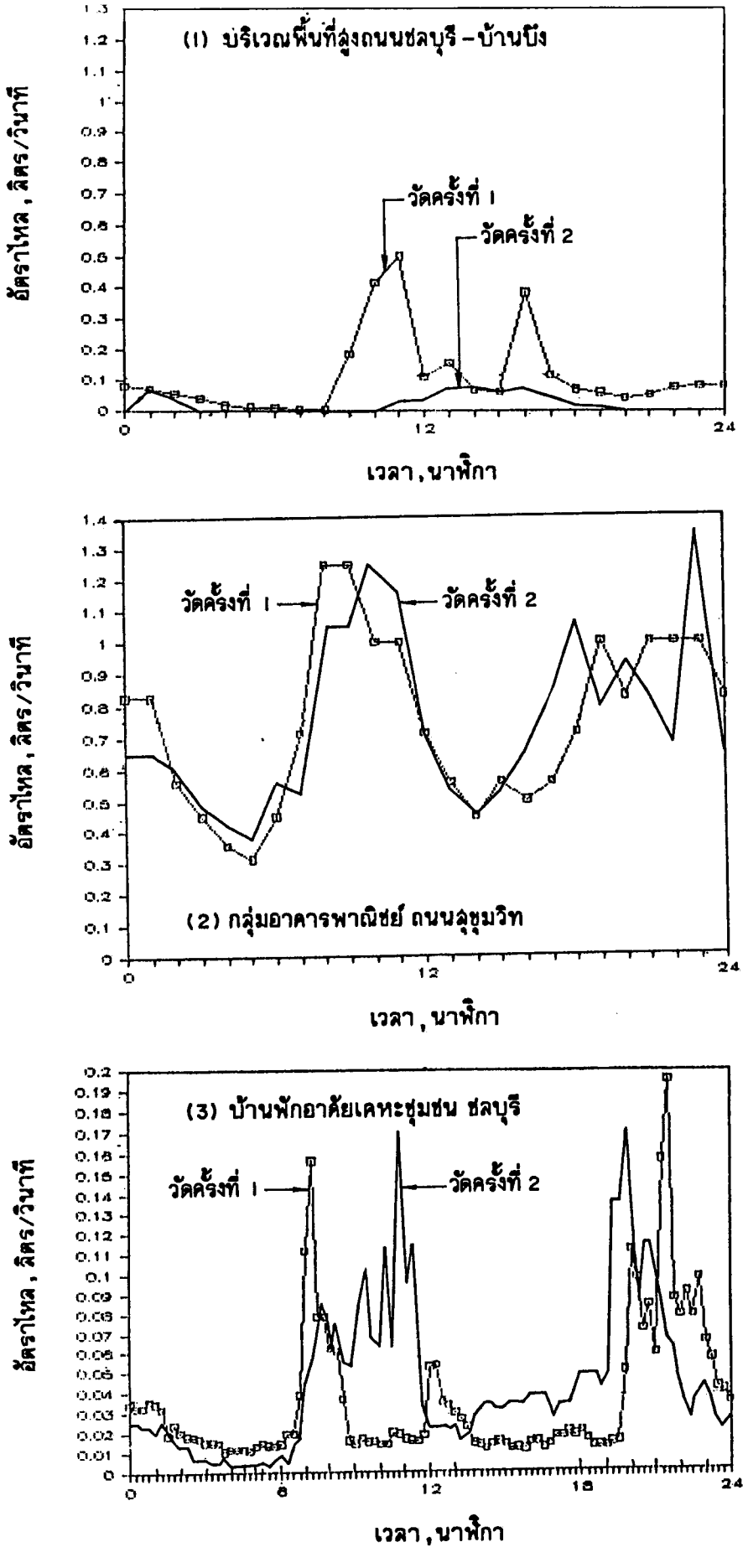
รูปที่ 3.3



รูปที่ 3·4

รูปตัดตามยาวของท่อน้ำทิ้งบริเวณบ้านพักอาคัยซอย 12 เคหะชุมชนชลบุรี

รูปที่ 3.4



รูปที่ 3·5

อัตราการไหลที่ท่อน้ำทิ้ง

ภาคผนวกที่ 4

แหล่งข้อมูลสำหรับการประเมินราคา

ภาคผนวกที่ 4

แหล่งข้อมูลสำหรับการประเมินราคา

ลำดับที่	ชื่อบริษัทและที่อยู่	รายการสินค้า
1.	บริษัท ไฟลมาร์ จำกัด 978 ถนนสุขุมวิท พระโขนง กรุงเทพฯ โทร. 3919706, 3927256	ปั๊มและอุปกรณ์สำหรับปั๊ม ยี่ห้อ FLYGT ผลิตภัณฑ์จากสวีเดน
2.	บริษัท ดีทแฮล์ม จำกัด (ฝ่ายวิศวกรรม) 1696 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ 10310 โทร. 2529162-9	ปั๊มและอุปกรณ์สำหรับปั๊ม ยี่ห้อ SARLIN ผลิตภัณฑ์จากฟินแลนด์
3.	บริษัท ริชมอนด์ จำกัด 2044/13-14 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310	ปั๊มและอุปกรณ์สำหรับปั๊ม ยี่ห้อ KJB ผลิตภัณฑ์จากญี่ปุ่น
4.	บริษัท เฟดเดอรอล เอนจิเนียริ่ง จำกัด 59/321 อาคารพิบูลย์วัฒนา พระราม 6 กรุงเทพฯ 10400 โทร.3144167,3140128	อุปกรณ์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ ENVIREX ผลิตภัณฑ์จาก USA
5.	บริษัท ทีเควี เอนจิเนียริ่ง จำกัด 102 ถนนราชวิถี บางพลัด บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700 โทร.4242794	อุปกรณ์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ NSW ผลิตภัณฑ์จากเยอรมันตะวันตก
6.	บริษัท ไดนามิค ซัพพลาย เอนจิเนียริ่ง จำกัด 12 ซอยสุขุมวิท 63 พระโขนง กรุงเทพฯ 10110 โทร.3925313	อุปกรณ์สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ PAMCO ผลิตภัณฑ์จากนิวซีแลนด์
7.	หจก.บีกริมแอนด์โก 1643/4 ถนนเพชรบุรี ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร.2524081, 2529131	ปั๊มและอุปกรณ์สำหรับปั๊ม ยี่ห้อ ABS และเครื่องเติมคลอรีน ยี่ห้อ HYDRO และ ALLDOS
8.	บริษัท เอเชียนโพลีเทค จำกัด 4533-4535 สุขุมวิท 107 กรุงเทพฯ โทร.3935921, 3936211	เคมีภัณฑ์
9.	บริษัท เอ็กมี จำกัด 156/20-21 ถนนเพชรบุรี พญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร.2158474,2158476	ปั๊มหอยโข่ง ยี่ห้อ EVELAR ผลิตภัณฑ์จากประเทศญี่ปุ่น
10.	บริษัท ไทยวิกตอรี่ จำกัด 1091/226 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ประตูน้ำ กรุงเทพฯ โทร.2530393,2534245	เครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี

ภาคผนวกที่ 5

ผลการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียอื่น ๆ

ภาคผนวกที่ 5

ผลการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียอื่นๆ

เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาออกแบบและศึกษาความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหลักชลบุรี ได้ทำการศึกษาการวางแผนและออกแบบโครงการต่างๆที่เกี่ยวข้องที่มีการดำเนินการมาก่อนในประเทศ รวมทั้งทำการดูงานการปฏิบัติงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้งานในปัจจุบันที่เห็นว่าน่าสนใจด้วย ผลการศึกษาและข้อมูลที่น่าสนใจต่างๆได้รวบรวมไว้ในภาคผนวกนี้ โดยได้เสนอไว้เป็น 3 ประเภทตามลำดับดังนี้ คือ

(ก) โครงการที่มีการก่อสร้างและใช้งานแล้วในประเทศ

(ข) โครงการที่มีการศึกษาออกแบบแต่ยังไม่มีการก่อสร้าง

(ค) โครงการและเอกสารที่เกี่ยวกับการวางแผนและออกแบบระบบบำบัดประเภททิ้งน้ำเสียในทะเล (Submarine Outfall)

1. <u>โครงการที่มีการก่อสร้างและใช้งานแล้ว</u>

โครงการที่มีการก่อสร้างและใช้งานแล้วที่รวบรวมเสนอในตอนต่อไปประกอบด้วย

- ระบบบำบัดน้ำเสียนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
- ระบบบำบัดน้ำเสียนิคมอุตสาหกรรมบางปู สมุทรปราการ
- ระบบบำบัดน้ำเสียสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- ระบบบำบัดน้ำเสีย เทศบาลหัวหิน

รายละเอียดต่างๆของระบบเหล่านี้แสดงไว้ในรายงานสรุปท้ายภาคผนวกนี้

2. <u>โครงการที่มีการศึกษาออกแบบ</u>

โครงการเหล่านี้ได้แก่ การวางแผนและออกแบบต่อไปนี้

- National Excreta Disposal Plan
- โครงการระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหลัก

รายละเอียดต่างๆของโครงการที่วางแผนไว้เหล่านี้ได้สรุปไว้ท้ายภาคผนวกนี้

3. <u>โครงการและเอกสารที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบทิ้งน้ำเสียในทะเล (Outfall)</u>

ข้อมูลที่สรุปไว้ท้ายภาคผนวกนี้สำหรับเรื่องนี้ ได้แก่

- Long Sea Outfall of North Wirral Authority and Houlake U.D.C
- Areawide Assessment Procedures Manual Vol.I (EPA-600/9-76-014) : Coastal Area
- The Planning and Design of Submarine Outfall Waste Disposal Systems
- The Planning and Design of Ocean Disposal Systems

สรุปการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสีย

นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ลักษณะของระบบโดยสังเขป

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เป็นระบบเลี้ยงตะกอน ซึ่งได้รับการออกแบบให้สามารถรับน้ำเสียซึ่งมีความเข้มข้นของ BOD ไม่เกิน 1 000 มก/ล เข้าบำบัดได้ 9 000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สามารถบำบัดให้เหลือ BOD ในน้ำไม่เกิน 20 มก/ล โดยวางระบบตามแผนผังสังเขปแสดงในรูปที่ ล.1 เครื่องเติมอากาศที่ใช้ในถังเลี้ยงตะกอนเป็นแบบใบพัดที่ผิวน้ำ และมีเครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ ระบบการกำจัดตะกอนส่วนเกินประกอบด้วยถังเพิ่มความเข้มข้น (Sludge Thickener) และเครื่องรีดน้ำ (Filter Press) ตะกอนที่แยกน้ำออกแล้วจะนำมากองรวมไว้เพื่อขนไปทิ้งต่อไป ส่วนน้ำที่แยกออกจากตะกอนจะส่งกลับไปเข้าระบบบำบัด สำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วทั้งหมดจะผ่านถังสัมผัสคลอรีนเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์เป็นครั้งสุดท้ายก่อนปล่อยออกสู่คูคลองซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบป้องกันน้ำท่วมโดยมีเครื่องสูบน้ำออกจากบริเวณนิคมฯ ไปยังคูคลองภายนอกเพื่อระบายลงคลองพระโขนงต่อไป

การดำเนินการในปัจจุบัน

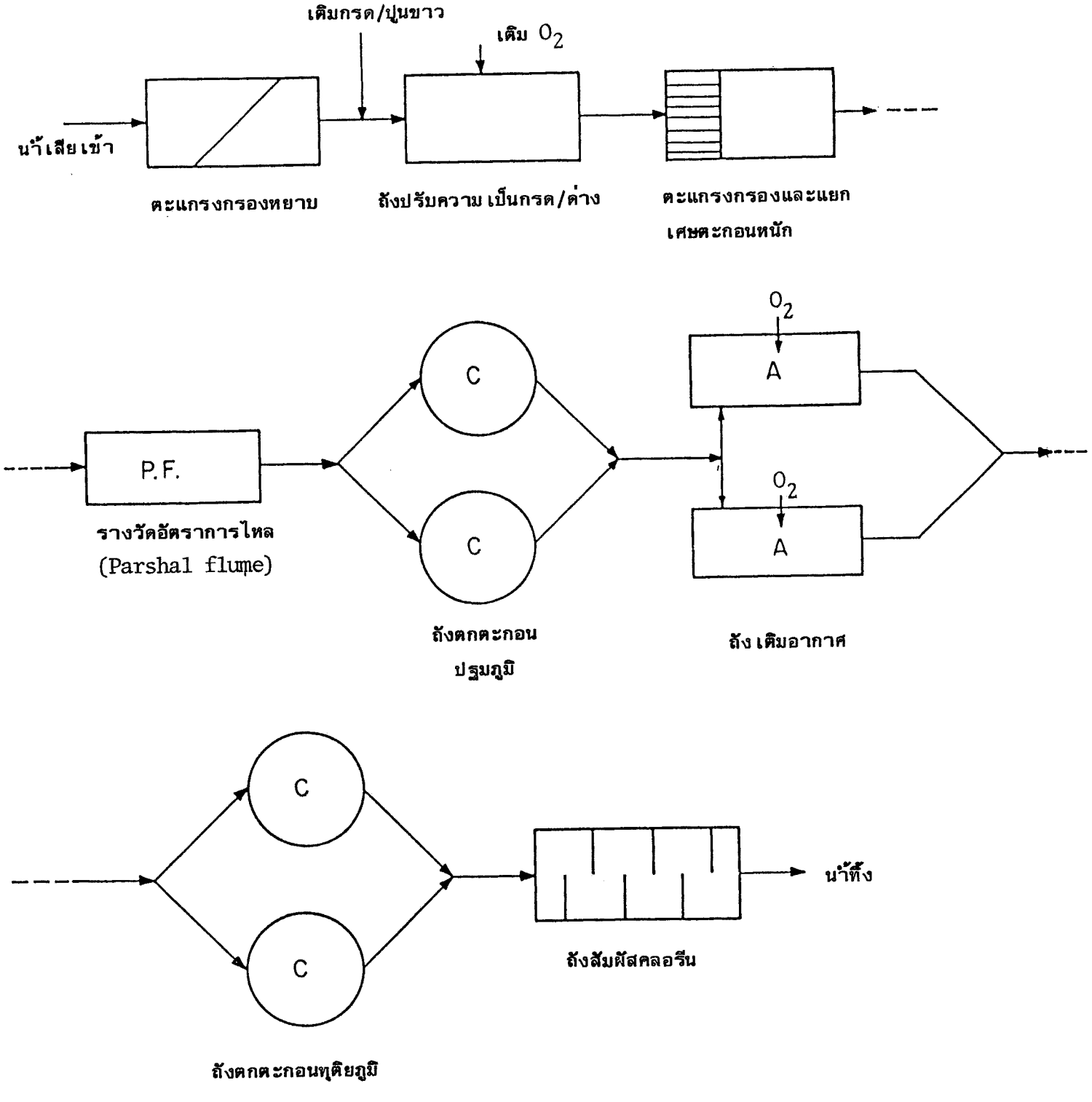
ในปัจจุบันเนื่องจากการดำเนินการของนิคมฯยังไม่เต็มโครงการ ดังนั้นปริมาณน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เปิดดำเนินการแล้ว เข้าสู่โรงบำบัดจึงยังน้อยกว่าขีดความสามารถของระบบอยู่มาก คือ เพียงประมาณหนึ่งในสามของขีดความสามารถของระบบที่ได้ออกแบบไว้ และเพื่อประหยัดพลังงานในการเดินเครื่องในการดำเนินการจึงได้ตัดระบบออกครึ่งหนึ่งก่อน โดยเดินเครื่องเพียงครึ่งเดียวและใช้ส่วนที่เหลือซึ่งเป็นระบบคู่ขนานเป็นระบบสำรอง

การบริหารงานในการเดินระบบอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายช่างซึ่งอยู่ในงานบริการทั่วไปและขึ้นตรงต่อผู้อำนวยการนิคม บุคลากรที่ควบคุมดูแลการเดินระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีหน้าที่ควบคุมดูแลระบบประปา ระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบไฟฟ้า และดูแลอาคารบริเวณด้วย บุคลากรที่รับผิดชอบงานประกอบด้วย:

- วิศวกรสุขาภิบาล 1 คน มีหน้าที่ควบคุมดูแลให้คำปรึกษา
- นักวิทยาศาสตร์ 1 คน มีหน้าที่รับผิดชอบงานห้องปฏิบัติการ ตรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และติดตามการทำงานของระบบ โดยมีผู้ช่วย (ระดับคนงาน) 1 คน

ส่วนการเดินระบบการบำรุงรักษาและซ่อม ดำเนินการโดยช่างเทคนิค 2 คนกับผู้ช่วย (ระดับคนงาน) 3 คน ทั้งนี้ในการเดินระบบนอกเวลาราชการให้การดูแลโดยจัดเวรผลัดเปลี่ยนประจำวัน ห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจสอบลักษณะน้ำเสียจากโรงงานน้ำผ่านการบำบัด และติดตามการทำงานของระบบมีเครื่องมือ อุปกรณ์ขั้นมูลฐานครบครัน อาทิ เครื่องวัดพีเอช เครื่องชั่ง ตู้อบ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ เครื่องวัดสี และเครื่องแก้ว ซึ่งสามารถตรวจวัดค่าลักษณะน้ำทิ้งที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานของระบบ

การวิเคราะห์ตรวจสอบลักษณะน้ำเสียและการติดตามคุณภาพน้ำผ่านการบำบัดทำโดยการเก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง การตรวจวัดตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างต่าง ๆ มีดังนี้



รูปที่ ล.1

แผนผังสังเขปแสดงระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน

นิคมอุตสาหกรรม ลาดกระบัง

ลักษณะน้ำเข้าระบบ: BOD_5, SS, TS

ลักษณะน้ำออกจากระบบ: BOD_5, SS, DS

การติดตามสภาพการทำงานของระบบ: MLSS, SVI, DO, Total Nitrogen, Total Phosphorus

สำหรับค่าแสดงลักษณะน้ำอย่างอื่น เช่น สารพิษ โลหะหนัก มีการตรวจวัดเป็นครั้งคราวในกรณีที่เกิดปัญหาในการเดินระบบ

การคิดค่าบริการจากโรงงานอุตสาหกรรม คำนวณจากปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณ BOD โดยใช้สูตร

$$C = 2.55\ V_x + 6.10\ B_x$$

โดย

C = ค่าบริการในการบำบัดน้ำเสีย, บาท/เดือน

V_x = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน, ลบม/เดือน
(โดยปกติคิด 80% ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้)

B_x = ปริมาณ BOD, กก/เดือน
(คำนวณจากค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ BOD ที่วัดในรอบเดือน)

ค่าใช้จ่ายในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นค่าไฟฟ้าประมาณเดือนละ 140 000-150 000 บาท นอกจากนั้นมีค่าสารเคมีสำหรับห้องปฏิบัติการ ค่าผงคลอรีน และค่าอะไหล่-อุปกรณ์สำหรับบำรุงรักษาซึ่งไม่ทราบตัวเลขแน่นอน การบำรุงรักษาใช้โปรแกรมบำรุงรักษาแบบป้องกัน กล่าวคือมีการดูแล เปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอและให้การหล่อลื่นเป็นประจำ การจัดหาอะไหล่และอุปกรณ์ ใช้วิธีจัดซื้อเป็นคราว ๆ เมื่อถึงกำหนดต้องการใช้งาน โดยไม่มีโกดังเก็บอะไหล่และอุปกรณ์

<u>สรุปปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ</u>

1) การออกแบบอุปกรณ์บางส่วนใช้งานไม่ได้ผล เช่น ประตูระบายตะกอน เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งเกิดสนิมกัดกร่อน เครื่องสูบน้ำแบบจมใต้น้ำมีปัญหาการกัดกร่อนและกระแสไฟฟ้ารั่ว ดังนั้นในการออกแบบควรให้เหมาะสมกับสภาพและควรให้ดูแลง่าย-สะดวก ไม่ซับซ้อน

2) บุคลากรไม่พอกับปริมาณงาน เนื่องจากต้องรับผิดชอบงานอื่น ๆ จึงทำให้มีเวลาไม่เต็มที่ ควรจัดเจ้าหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแยกโดยเฉพาะ

<u>ข้อมูล</u>

คุณวีระศักดิ์ เพิ่มแพงพันธุ์, ช่าง 4 (เครื่องกล)
นิคมอุตสาหกรรม ลาดกระบัง
โทร. 3269020-4
24 ธันวาคม 2528

สรุปการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสีย

นิคมอุตสาหกรรมบางปู สมุทรปราการ

ลักษณะของระบบโดยสังเขป

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เป็นระบบ Aerated Lagoon ซึ่งได้รับการออกแบบให้สามารถรับน้ำเสียซึ่งมีความเข้มข้นของ BOD ไม่เกิน 1 000 มก/ล เข้าบำบัดได้ 8 000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สามารถบำบัดให้เหลือ BOD ในน้ำไม่เกิน 20 มก/ล โดยวางระบบตามแผนผังสังเขปแสดงในรูปที่ บ.1

ส่วนต่าง ๆ ของระบบมีลักษณะโดยย่อดังนี้

	สระที่ 1	สระที่ 2	สระที่ 3
ความลึก, ม	2.5	2.5	2.5
ระดับน้ำลึก, ม	2.24	2.22	2.20
พื้นที่ผิวน้ำ, ตร ม	27 710	18 600	12 240
ปริมาตรน้ำ, ลบ ม	57 250	39 000	24 100
เวลาขังที่ออกแบบ, วัน	7.2	4.8	3.0
ติดตั้งเครื่องเติมอากาศ*	20 เครื่อง @20 แรงม้า	8 เครื่อง @10 แรงม้า	6 เครื่อง @10 แรงม้า

* เครื่องเติมอากาศเป็นแบบใบพัดความเร็วสูงติดตั้งบนทุ่นลอยมีประสิทธิภาพในการให้อากาศกับน้ำได้ไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์/ชม/แรงม้า ที่สภาวะมาตรฐาน

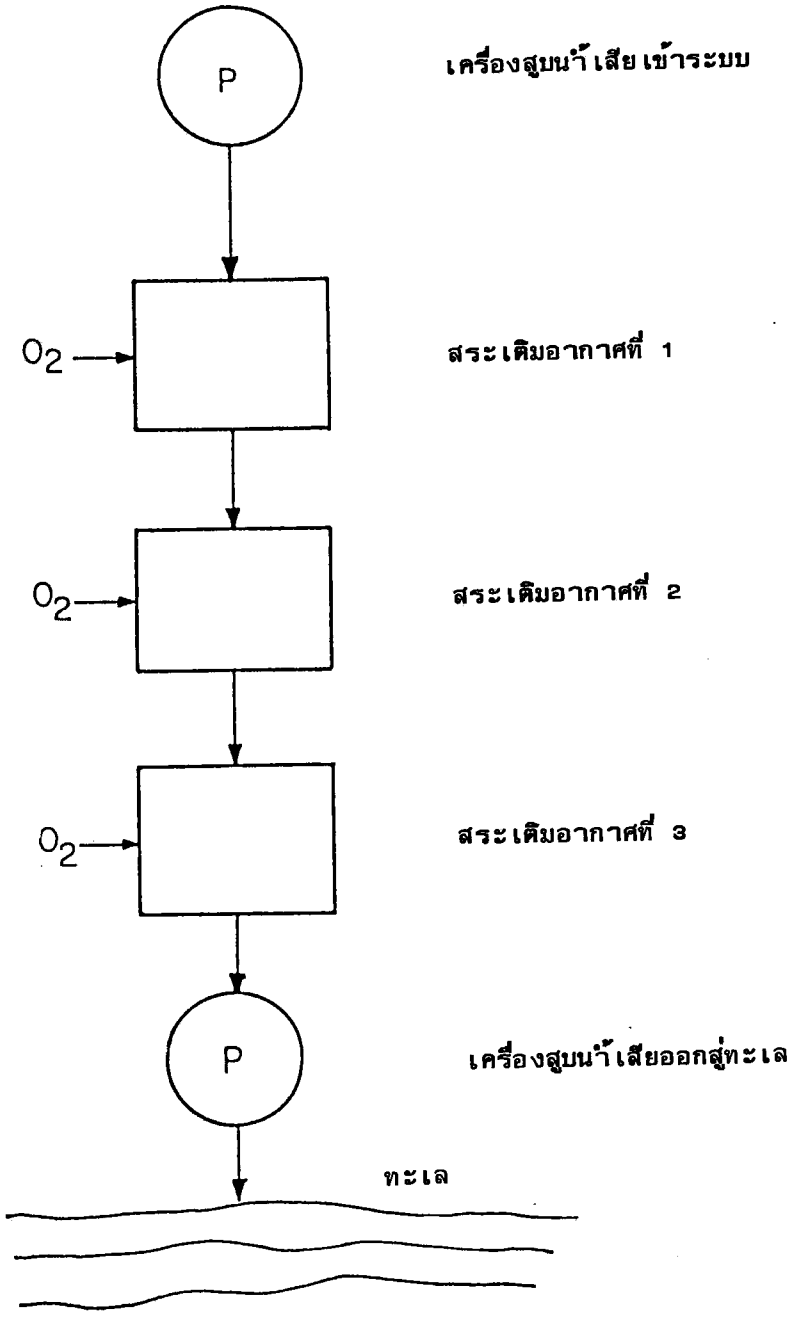
น้ำที่ผ่านการบำบัดถึงสระสุดท้ายจะระบายออกสู่ทะเลด้วยเครื่องสูบน้ำแบบจมใต้น้ำซึ่งติดตั้งในบ่อที่ 3

การดำเนินการในปัจจุบัน

ในปัจจุบันเนื่องจากการดำเนินการของนิคมฯ ยังไม่เต็มโครงการ ดังนั้นปริมาณน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เปิดดำเนินการแล้วเข้าสู่ระบบบำบัดจึงยังน้อยกว่าขีดความสามารถของระบบอยู่มาก โดยมีน้ำเสียเข้าบำบัดประมาณวันละ 3 000 ลบ ม เท่านั้น (ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดที่ออกแบบไว้) และเนื่องจากระบบบำบัดเป็นแบบที่อาศัยธรรมชาติช่วยในการให้อากาศร่วมกับเครื่องเติมอากาศ ดังนั้นในการเดินระบบเมื่อมีน้ำเสียเข้าน้อยจึงสามารถลดการเติมอากาศซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าลงได้ส่วนหนึ่ง เพื่อประหยัดพลังงาน กล่าวคือมีการเดินเครื่องเติมอากาศเท่าที่จำเป็นเพื่อรักษาระดับออกซิเจนในน้ำให้พอกับความจำเป็นในการบำบัดเท่านั้น

การบริหารงานในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียนี้ขึ้นตรงต่อผู้อำนวยการนิคมโดยมีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบดังนี้

- วิศวกรสุขาภิบาล 1 คน ทำหน้าที่ควบคุมและให้คำปรึกษา



รูปที่ บ.1

แผนผังสังเขปแสดงระบบบำบัดน้ำเสีย

แบบสระเติมอากาศ นิคมอุตสาหกรรมบางปู

- นักวิทยาศาสตร์ 1 คน รับผิดชอบงานห้องปฏิบัติการและคิดค่าบริการ โดยมีผู้ช่วย (ระดับคนงาน) 1 คน
- ช่างเทคนิค 1 คน รับผิดชอบงานควบคุมระบบและบำรุงรักษา-ซ่อม โดยมีผู้ช่วย (ระดับคนงาน) 2 คน

โดยปกติระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศนี้ไม่มีความยุ่งยากในการควบคุมดูแลมาก เจ้าหน้าที่รับผิดชอบมีหน้าที่ติดตามการทำงานของระบบประจำวัน เพื่อปรับปริมาณการให้อากาศตามความจำเป็น โดยดูจากผลการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ และดูแลซ่อมบำรุงบริเวณและระบบไฟฟ้าเป็นหลัก

ห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจสอบลักษณะน้ำเสียจากโรงงานน้ำผ่านการบำบัดและติดตามการทำงานของระบบ มีเครื่องมืออุปกรณ์ขั้นมูลฐานครบครัน อาทิ เครื่องวัดพี.เอช. เครื่องชั่ง ตู้อบ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ เครื่องวัดสีและเครื่องแก้ว ซึ่งสามารถตรวจวัดค่าลักษณะน้ำทิ้งที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานของระบบการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง

การคิดค่าบริการจากโรงงานอุตสาหกรรม คำนวณจากปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณ BOD โดยใช้สูตร

$$C = 2.55\ V_x + 6.10\ B_x$$

โดย
- C = ค่าบริการในการบำบัดน้ำเสีย บาท/เดือน
- V_x = ปริมาณน้ำเสียจากโรงงาน ลบ ม/เดือน (โดยปกติคิด 80% ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้)
- B_x = ปริมาณบีโอดี กก/เดือน (คำนวณจากค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ BOD ที่วัดได้ในรอบเดือน)

ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ จากการประมาณการสรุปได้ดังนี้

ราคาค่าก่อสร้างเป็นเงิน	15 327 330 บาท (1 416 บาท/กก บีโอดี/วัน)
ค่ากระแสไฟฟ้า	6 300 บาท/วัน
ค่าบำรุงรักษา	
- เครื่องมือกล	310 บาท/วัน
- สิ่งก่อสร้าง	204 บาท/วัน
ค่าเสื่อมราคา	
- เครื่องมือกล	1 507 บาท/วัน
- สิ่งก่อสร้าง	1 045 บาท/วัน
ค่าบุคลากร	
- วิศวกร 1 คน	100 บาท/วัน
- ช่างเทคนิค 1 คน	66 บาท/วัน
- ผู้ช่วยช่าง 1 คน	50 บาท/วัน
- คนงาน 3 คน	100 บาท/วัน

ในปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียมีรายได้จากค่าบริการประมาณเดือนละ 400 000 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายจริงยังไม่สามารถสรุปตัวเลขออกมาได้เนื่องจากเพิ่งเริ่มดำเนินการมาเพียง 4 เดือนเท่านั้น

สรุปปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

โดยที่ระบบสระเติมอากาศไม่มีความซับซ้อนในการเดินระบบและการดูแลบำรุงรักษามาก ปัญหาส่วนใหญ่จึงไม่ใช่ปัญหาที่เกี่ยวกับการเดินระบบโดยตรง แต่เป็นปัญหาสืบเนื่องมาจากการก่อสร้างและอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ปัญหาเท่าที่พบหลังจากการเดินระบบผ่านมา 4 เดือน คือ

1) ปริมาณน้ำใต้ดินรั่วเข้าท่อในอัตราสูงมาก เนื่องจากน้ำใต้ดินอยู่ระดับสูงและการวางท่อเชื่อมต่อไม่ดีทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการสูบน้ำมากกว่าที่ควรจะเป็น ในการวางท่อครั้งต่อไปควรควบคุมการก่อสร้างให้ใกล้ชิด

2) ระบบไฟฟ้าเกิดลัดวงจรบ่อย เนื่องจากมีรอยรั่วที่ฉนวนเคเบิลที่ส่งกระแสไฟฟ้าให้เครื่องเติมอากาศและจุดเชื่อมวงจรอยู่ใกล้พื้นดินเกินไปทำให้เกิดความชื้นสูงควรวางระบบไฟฟ้าแบบลอย โดยการปักเสาเพิ่มขึ้น

3) ทุ่นลอยเครื่องเติมอากาศถูกกัดกร่อนและรั่วบ่อย ๆ เพราะทำด้วยเหล็ก (ถังน้ำมันสองร้อยลิตร) และน้ำมีการกัดกร่อนสูง ควรใช้วัสดุที่ทนการกัดกร่อนดีกว่านี้

ข้อมูล

คุณธีรวัฒน์ อิศราภรณ์ชัย
ผู้อำนวยการนิคม

คุณสถาพร ชื่นอิ่ม
คุณไพฑูรย์ วงษ์งาม
นิคมอุตสาหกรรมบางปู
โทร. 3239828

24 ธันวาคม 2528

สรุปการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสีย
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

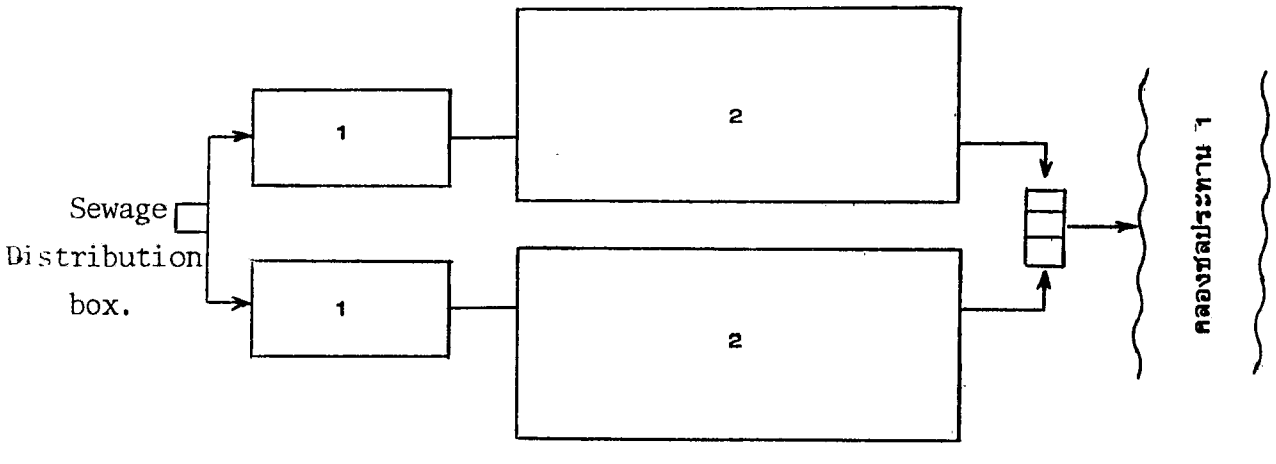
ลักษณะของระบบโดยสังเขป

ระบบที่ใช้คือระบบ Oxidation Pond เป็นระบบที่ได้ Oxygen จาก Algae ระบบจะรับ BOD เข้าทำการบำบัดช่วง 50-120 mg/l หลังจากออกจากบ่อ Oxidation Pond แล้วจะเข้าสู่บ่ออีกอันหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำหน้าที่เป็น Sedimentation Basinและ Maturation Pond ด้วย เนื่องจากขนาดใหญ่

หลังจากผ่านระบบแล้ว น้ำเสียจะมี BOD ในช่วง 10-30 mg/l เนื่องจากมี Algae ในน้ำทิ้ง หากมีการแยก Algae แล้วจะมี BOD ไม่เกิน 10 mg/l (ดูตารางที่ ฆ.๑)

ปริมาณน้ำเสียที่ระบบรับยังอยู่ในระหว่างการประเมินโดยเอไอที ปริมาณสูงสุดที่เคยมีประมาณ 800 ลูกบาศก์เมตร/วัน ลักษณะของระบบบำบัดแสดงในรูปและขนาดข้างล่าง

สระที่ 1	สระที่ 2
พื้นที่ผิวน้ำ $ม^2$@ 200	@ 2400



Pond 1 Pond 2

น้ำที่บำบัดแล้วจะถูกปล่อยลงสู่ คลองชลประทาน 1

ตารางที่ อ.1

AIT SEWERAGE TREATMENT MONITORING REPORT

NOVEMBER 1985

Date	Parameters	Raw sewage	System A effluents		System B effluents		Thai Government standard
			Pond A1	Pond A2	Pond B1	Pond B2	
11/10/85	Total BOD_5, mg/l	126	29	15	41	15	The BOD_5 of an effluent from oxidation pond should not be over 50 mg/l
	Filtered BOD_5, mg/l	68	11	8	13	4	
	pH	7.4	7.4	7.9	7.3	7.6	
1/11/85	Total BOD_5, mg/l	92	31	15	45	17	
	Filtered BOD_5, mg/l	32	17	4	19	4	
	pH	7.5	7.45	8.0	7.35	7.6	
	Total BOD_5, mg/l						
	Filtered BOD_5, mg/l						
	pH						
	Total BOD_5, mg/l						
	Filtered BOD_5, mg/l						
	pH						
	Total BOD_5, mg/l						
	Filtered BOD_5, mg/l						
	pH						

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบปล่อยทิ้งทะเล (Outfall) ที่หัวหิน

1. เรื่องเดิม

ได้มีปัญหาน้ำเสียจากน้ำล้างปลาหมึกและของทะเลต่างๆจากบริเวณสะพานปลาและโรงล้างปลา รวมทั้งจากน้ำเสียจากชุมชนของหัวหินซึ่งปล่อยลงสู่ทะเล ทำให้เกิดภาวะน้ำเสียในทะเลไปไกลจนถึงพระราชวังไกลกังวล จึงได้มีการตั้งคณะทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาจากหน่วยราชการต่างๆ โดยมีสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเป็นประธาน หลังจากที่ได้มีการสำรวจออกแบบโดยคณะทำงานก็ได้มีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งประกอบด้วยระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบสูบรวมทั้งท่อส่งน้ำเสีย เพื่อนำออกไปฉีดทิ้งที่จุดซึ่งห่างชายฝั่งประมาณ 450 เมตร

โดยหลักการแล้วการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีนี้อาศัยการเจือจางของของเสียไปกับน้ำทะเลอันเกิดจากการฉีดพ่นน้ำเสียออกใต้ทะเลด้วยความเร็วสูง ปัจจุบันระบบนี้มีใช้ที่หัวหินนี้เป็นแห่งเดียวในประเทศไทย แต่ในสหรัฐอเมริกาและเมืองที่อยู่ชายทะเลหลายแห่งทั่วโลกมีการใช้ระบบบำบัดประเภทนี้มาก เนื่องจากเมื่อเทียบกับระบบประเภทอื่นแล้วประหยัดกว่า เพื่อเป็นการศึกษาความเหมาะสมของระบบประเภทนี้ทั้งในด้านการออกแบบ การก่อสร้างและการเดินระบบสำหรับการใช้งานในประเทศไทย ในการศึกษานี้จึงได้พยายามรวบรวมข้อมูลในทุกด้านที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากเอกสารรายงาน การสอบถามจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ และการตรวจดูสภาพของระบบในสนามที่หัวหินด้วย ทั้งนี้เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมในการใช้ระบบประเภทนี้สำหรับการบำบัดน้ำเสียของเมืองหลักชลบุรี

2. ข้อมูลเกี่ยวกับระบบจากหน่วยงานส่วนกลางที่รับผิดชอบ

ข้อมูลด้านต่างๆที่เกี่ยวกับระบบที่ได้จากเจ้าหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม (วล.) ซึ่งเป็นหน่วยงานส่วนกลางที่ได้รับมอบให้เป็นประธานคณะทำงานแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่หัวหินมีดังต่อไปนี้

(1) เริ่มสร้างระบบประมาณปี 2523 สร้างเสร็จในปีเดียว ประกอบด้วยระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบสูบน้ำและระบบท่อส่งน้ำออกไปในทะเล (Outfall) (รายละเอียดของระบบมีบรรยายในตอนต่อไป)

(2) ผู้รับเหมาก่อสร้างคือ หจก.สามประสิทธิ์ และควบคุมงานก่อสร้างโดยเทศบาลหัวหิน โดยมีเจ้าหน้าที่ วล.ตรวจสอบเป็นครั้งคราว ราคาประเมินทุกระบบประมาณ 11 ล้านบาท เฉพาะท่อ Outfall 2.2 ล้านบาท

(3) การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทำเฉพาะระยะก่อนการออกแบบ เพื่อได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบหลังการก่อสร้างไม่มีการติดตามเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ

(4) ประมาณภายในปีแรกหลังการเดินระบบมีการชำรุดเสียหายของท่อส่งน้ำออกทะเล ลักษณะการเสียหาย คือจากจุดที่ท่อมุดลงใต้พื้นทะเลประมาณ 5-10 เมตรจากสะพานเทียบเรือท่อหัก และถูกยกขึ้นอยู่เหนือพื้นท้องทะเล ทำมุมประมาณ 30° กับแนวเดิม น้ำเสียที่สูบออกสู่ทะเลจึงถูกปล่อยออกสู่ทะเลที่บริเวณปลายสะพานเทียบเรือ ซึ่งห่างฝั่งประมาณ 250 เมตร สาเหตุของการชำรุดไม่ทราบแน่นอน

(5) หลายปีมาแล้วได้มีการร้องเรียนของชาวบ้านข้างคลองสมอเรียงด้านติดชายทะเล ซึ่งเป็นที่ตั้งโรงสูบน้ำเสียออกสู่ทะเลแห่งหนึ่งของทั้งหมด 2 แห่ง ว่ามีสิ่งปฏิกูลอยู่ในคลองมากเกิดปัญหา เทศบาลหัวหินจึงได้ทำเรื่องถึงวล.ขอให้พิจารณาแก้ไข แต่ไม่ได้กล่าวถึงการแก้ไขเรื่องท่อส่งน้ำเสียในทะเลหัก ปัจจุบันเรื่องนี้ยังอยู่ในการพิจารณา และเทศบาลหัวหินได้ดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นโดยใช้คนงานโกยสิ่งปฏิกูลในคลองสมอเรียงออก

(6) ผู้รับผิดชอบในการเดินระบบได้แก่ กองช่าง เทศบาลหัวหิน การเก็บข้อมูลต่างๆอยู่ที่เทศบาล เท่าที่ทราบมีการเดินเครื่องสูบน้ำเป็นเวลาช่วงเช้า และช่วงเย็นเป็นเวลา 6-8 ชม เจ้าหน้าที่กองช่างที่รับผิดชอบมี 2-3 คน มีระดับปริญญาตรีและช่างเทคนิค

3. <u>ข้อมูลจากการประเมินและวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญ</u>

ก่อนมีการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่หัวหินนี้มีผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นที่ปรึกษาของกระทรวงอุตสาหกรรมและวล.ได้ประเมินรายละเอียดของโครงการจากเอกสารรายงาน แบบก่อสร้างและจากการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง โดยได้รายงานผลไว้ในรายงาน :

"Review of Design of Hua Hin Submarine Outfall System". R.G. Ludwig, in Industrial Waste Pollution Control Management, January 1980.

ซึ่งสรุปประเด็นที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

(1) <u>ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบ</u>

<u>Coliforms</u>

- Coliform concentration ของน้ำเสียใช้ 2×10^6 MPN/100ml
- ค่าที่ใช้ค่อนข้างต่ำกว่าปกติซึ่งมักมีค่าระหว่าง 60×10^6 ถึง 1×10^8 MPN/100ml แต่ก็อาจเป็นได้เนื่องจากมีน้ำล้างปลาและของทะเลอื่นๆปนด้วย
- T_{90} ใช้ค่า 2.0 ชม น่าจะใช้ได้อย่างปลอดภัย

<u>กระแสน้ำ (ความเร็ว/ทิศทาง)</u>

- ความเร็วกระแสน้ำในทิศเข้าหาฝั่งที่ใช้ออกแบบใช้ 0.5 เมตรต่อวินาที เป็นค่ากระแสน้ำที่เกิดจาก Tide และลมพัด ค่าที่ใช้น่าจะสูงเกินไป จากผลการสำรวจระหว่าง 6-8 กย 1978 ค่าที่ได้หลังจากปรับให้เป็นค่าเมื่อ Tidal Range สูงสุด 2 เมตร แล้วก็มีค่ากระแสน้ำเพียงประมาณ 0.3 เมตรต่อวินาทีเท่านั้น ดังนั้นความเร็วกระแสน้ำเข้าฝั่งน่าจะใช้ค่าประมาณ 0.2 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นค่าที่มักใช้สำหรับการออกแบบในที่อื่นๆด้วย

<u>ปริมาณน้ำเสีย</u>

- ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ออกแบบใช้ 4 500 $ม^3$/วัน ซึ่งคาดว่าคงจะใช้จากค่าสามเท่าของปริมาณน้ำเสียบ้านเรือนและน้ำล้างปลาและของทะเลรวมกัน ซึ่งประเมินในเดือนสิงหาคม 1978 (1 420 $ม^3$/วัน)

- สถานีสูบน้ำเสียแต่ละสถานีออกแบบให้มีเครื่องสูบ 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีกำลังสูบได้ 650 แกลลอน/นาที โดยกำหนดให้ใช้งาน 2 เครื่อง ในการเดินระบบปกติ และมีสำรองไว้ 1 เครื่อง ดังนั้นกำลังสูบทั้งหมดจะมีถึง 2 600 แกลลอน/นาที หรือ 14 200 ลบ.ม/วัน ซึ่งมากกว่า 3 เท่าของ Design Average Flow ซึ่งน่าจะสูงเกินไป

(2) <u>ชลศาสตร์ของระบบ</u>

- จากขนาดท่อ 400 มม ที่ออกแบบ ความเร็วในระบบท่อจะเปลี่ยนแปลงจาก 0 ถึง 1.3 ม/วินาที ซึ่งเห็นว่าท่อโตเกินความจำเป็น อาจเลือกใช้ขนาด 350 มม จะประหยัดกว่าและจะมีปัญหาตกตะกอนในท่อน้อยกว่า

(3) <u>หัวฉีดน้ำเสีย (Diffuser)</u>

- ออกแบบเป็นท่อยาว 20 เมตร และเจาะรูโต 3.5 นิ้ว โดยรวมพื้นที่หัวฉีด (port area) ทั้งหมด 0.124 ตารางเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ (0.126 ตารางเมตร) พื้นที่หัวฉีดไม่ควรเกิน 75% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อเพราะจะทำให้การฉีดน้ำในแต่ละช่วงของหัวฉีดไม่สม่ำเสมอเท่ากัน ใช้รูโตเพียง 3 นิ้ว ก็น่าจะพอเพียง

(4) <u>การทำความสะอาดปลายท่อด้านหัวฉีด</u>

- ควรเพิ่มให้มี Flap gate หรือประตูชนิดอื่นซึ่งสามารถระบายให้ตะกอนหรือสิ่งกีดขวางในเส้นท่อที่มีขนาดโตกว่าช่องเปิดของหัวฉีดผ่านออกไปได้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการอุดตันของหัวฉีด

(5) <u>การออกแบบการทำงานของ Outfall</u>

- ในการออกแบบได้คำนวณเลือกความยาวของท่อออกไปในทะเลที่พอเหมาะ ซึ่งเมื่อฉีดน้ำเสียออกไปแล้วหลังจากน้ำเสียปนกับน้ำทะเลและถูกพัดพาเข้าถึงเขตชายฝั่งที่อาจมีการใช้เล่นน้ำ (ที่ 200 เมตร จากชายฝั่ง) Coliforms ลดลงเหลือไม่เกิน 1 250 MPN/100ml (จากเดิม $2x10^6$ MPN/100ml) ซึ่งได้ผลกว่าใช้ท่อยาว 400 เมตร
- ความยาวท่อตามที่ออกแบบไม่น่าจะพอเพียงที่จะลด Coliforms ลงเหลือประมาณ 1 000 MPN/100ml ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ น่าจะต้องใช้ท่อยาว 540 เมตร ซึ่งจะออกไปถึงจุดที่มีความลึก 5.5 เมตร และควรใช้หัวฉีดยาว 40 เมตร ในทิศทางทำมุม 90° กับฝั่ง ซึ่งน่าจะลด Coliforms ลงเหลือประมาณ 2 100 MPN/100ml ซึ่งโดยมาตรฐานทั่วไปพอยอมรับได้

(6) <u>การออกแบบด้านโครงสร้าง</u>

- แบบที่ออกไว้ช่วง 250 เมตรแรก เกาะติดกับสะพานเทียบเรือแล้วลดระดับลงฝั่งใต้ พื้นท้องทะเลลึกประมาณ 0.8 เมตร เป็นระยะทางประมาณ 130 เมตร แล้วหักงอขึ้นสู่ช่วงหัวฉีดซึ่งมี Concrete Box รองรับตลอดช่วงความยาว 20 เมตร

- ระบบท่อที่ออกแบบไว้มีข้อควรแก้ไข คือไม่ควรมีการงอท่อขึ้นให้มีจุดต่ำ (low spot) ซึ่งจะเป็นที่สะสมตะกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเร็วในท่อได้ออกแบบไว้ต่ำด้วย อาจแก้ไขได้โดยฝังท่อใต้ท้องทะเลตลอดไปโผล่เป็นหัวฉีดเลย หรือฝังลึกแล้วใช้ Riser เป็นท่อต่อให้หัวฉีดโผล่จากท้องทะเล พร้อมกับมีทางระบายตะกอน (Cleanout) ไว้ปลายท่อด้วย หรือมิฉะนั้นอาจพิจารณาใช้ท่อ High Density Polyethelene ซึ่งยอมให้มีการขยับตัวของท่อได้โดยไม่เป็นอันตราย
- จากสภาพที่ท้องทะเลค่อนข้างอยู่ตัว และจากการที่สะพานเทียบเรือสามารถตั้งอยู่บนฐานรากเข็มได้ จึงคาดว่าการกัดเซาะจากคลื่นอาจจะไม่รุนแรงนัก แต่ถ้ามีการกัดเซาะรุนแรงส่วนของท่อที่ออกแบบไว้ที่ตรงที่จะออกจากสะพานมุดลงใต้พื้นทะเลก็ไม่ได้มีการป้องกันไว้ด้วย
- แนะนำให้จัดหาที่ปรึกษามาทบทวนแบบที่ออกไว้อีกครั้งหนึ่งก่อนก่อสร้าง

(7) ข้อเสนอแนะอื่นๆ

- การออกแบบตะแกรงกันตะกอนและขยะมิให้เข้าสู่เครื่องสูบควรออกแบบให้มีการบำรุงรักษาได้สะดวก มิฉะนั้นในการเดินระบบจะทำให้ผู้ดูแลบำรุงรักษาลำบาก

4. ข้อมูลจากการตรวจดูระบบในสนามที่หัวหิน

จากการเดินทางไปตรวจดูสภาพของระบบที่หัวหินเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2529 โดยได้สอบถามข้อมูลต่างๆจากเจ้าหน้าที่ของเทศบาลหัวหิน ผู้ดำเนินกิจการโรงแรม ผู้ทำงานบริเวณพระราชวังไกลกังวล และชาวบ้านในเขตเทศบาลหัวหิน พร้อมกับตรวจดูสภาพของส่วนต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสียด้วย ผลที่ได้สรุปโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้

4.1 ส่วนประกอบต่างๆของระบบ

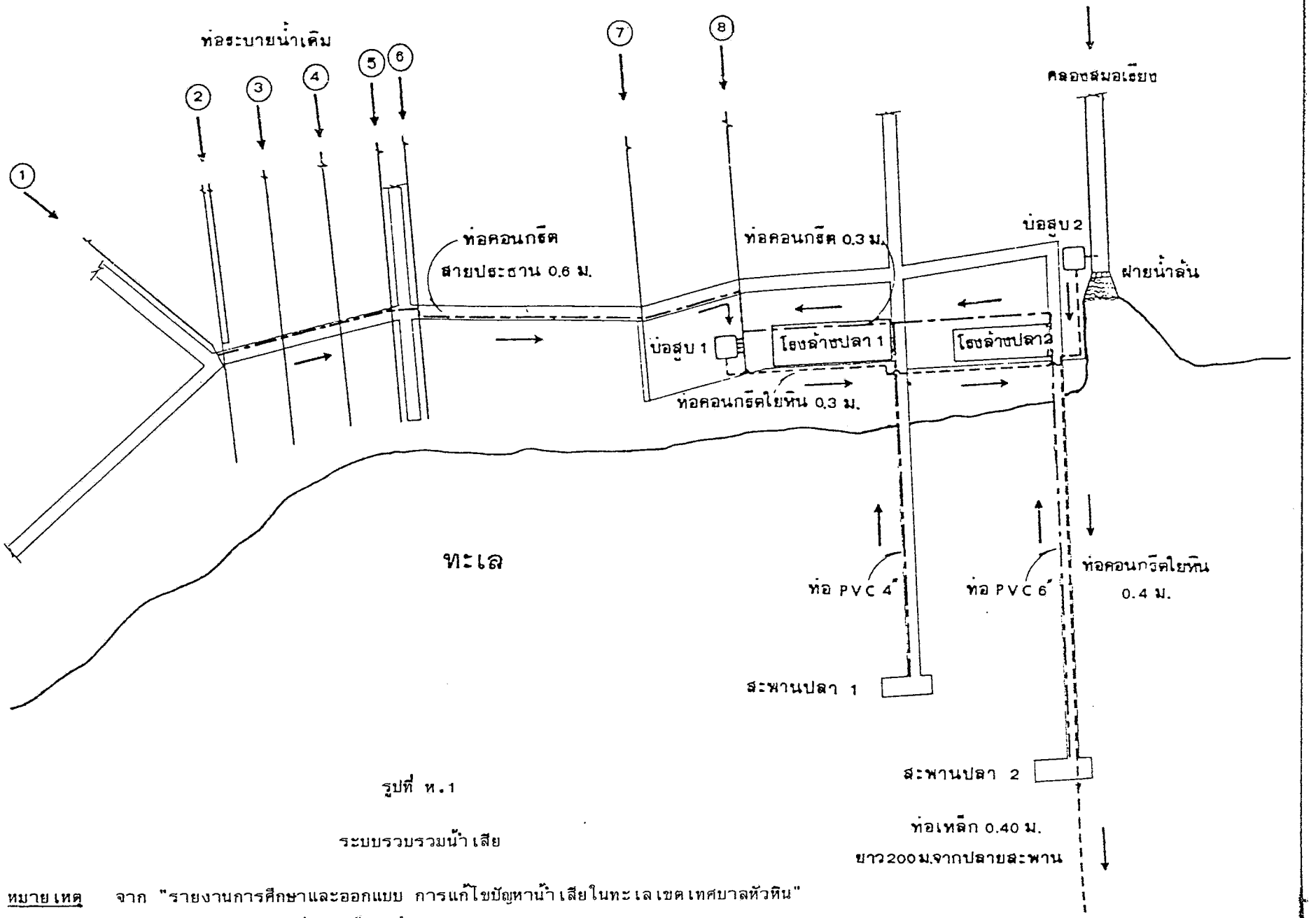
ส่วนประกอบของระบบแบ่งออกได้เป็น ระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบสูบน้ำเสีย และระบบท่อทิ้งน้ำในทะเล (Outfall)

4.1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ประกอบด้วยระบบท่อซึ่งรวบรวมน้ำเสียจากบริเวณสะพานปลาชายทะเลและบ้านเรือน และคลองสมอเรียงซึ่งรับน้ำจากชุมชนส่วนใหญ่ของเทศบาล (ดูรูปที่ ห.1)

(ก) ระบบท่อน้ำเสีย ประกอบด้วยท่อระบายน้ำฝนหลักรวม 8 สาย เพื่อรับน้ำฝนจากบริเวณชุมชนกลางเมืองบริเวณถนนเดชานุษิตและถนนชมสินธุ์ เป็นท่อเหลี่ยมขนาด 0.60x1.00 ม น้ำเสียจะถูกดักตามแนวถนนเรศดำริห์ด้วยระบบท่อดัก (Intercepting Sewer) ขนาด ϕ 0.60 ม เพื่อรวบรวมน้ำเสียให้ไหลไปยังบ่อสูบที่ 1 สำหรับน้ำเสียจากสะพานปลา 1 และ 2 มีท่อ PVC ขนาด 100 มม และ 150 มม ตามลำดับ รวบรวมน้ำเสียไปรวมกันที่ท่อคอนกรีต ϕ 0.30 ม ซึ่งจะรับน้ำเสียจากโรงล้างปลา 1 และ 2 ด้วย เพื่อไหลรวมกันไปยังบ่อสูบที่ 1 (ดูรูปที่ ห.1)

(ข) คลองสมอเรียง ได้มีการปรับปรุงบริเวณปากคลองก่อนออกสู่ทะเล โดยทำเป็นรางเปิดกว้าง 4.0 ม ลึก 3.0 ม ยาวประมาณ 200 เมตร บริเวณปลายคลองทำเป็นฝายน้ำล้น ซึ่งเมื่อปริมาณน้ำเสียมากหรือมีฝนตกจะไหลล้นออกสู่ทะเลโดยตรง ที่บริเวณปากคลองมีสถานีสูบที่ 2 เพื่อรับน้ำเสียสำหรับสูบ



รูปที่ ห.1

ระบบรวบรวมน้ำเสีย

หมายเหตุ จาก "รายงานการศึกษาและออกแบบ การแก้ไขปัญหาน้ำเสียในทะเลเขตเทศบาลหัวหิน"
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2521

ไปกระจายในทะเลต่อไป บ่อสูบนี้มีขนาด 1.5X3.0X2.0 ม ที่จุดน้ำเสียเข้ามีตะแกรงขนาด 0.4X0.5 ม สำหรับดักขยะติดตั้งอยู่

4.1.2 ระบบสูบน้ำเสีย

มีสถานีสูบรวม 2 สถานี คือที่บริเวณโรงล้างปลา 1 และที่ปากคลองสมอเรียง (ดูรูปที่ ห.1) สถานีสูบทั้ง 2 แห่ง มีเครื่องสูบน้ำเสียแบบจมน้ำ (Submersible Pump) สถานีละ 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดสูบน้ำเสียได้ 150 ลบ.ม/ชม ที่ Total Dynamic Head 13 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 18 แรงม้า โดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 100 KVA ติดตั้งอยู่ที่แต่ละสถานี

4.1.3 ระบบท่อทิ้งน้ำในทะเล

จากสถานีสูบที่ 1 และ 2 น้ำเสียจะถูกสูบผ่านท่อ AC ขนาด 300 มม ไปบรรจบกันที่ใต้สะพานปลาใหม่ (สะพานปลา 2) จากนั้นเป็นท่อ AC ขนาด 400 มม เกาะไปกับสะพานปลายาวประมาณ 250 เมตร แล้วต่อด้วยท่อเหล็กหล่อขนาด 400 มม วางไปใต้ท้องทะเลอีก 200 เมตร การต่อท่อเหล็กหล่อใช้แบบหน้าแปลน (Flange) และปากระฆัง (K&FN Type)

ท่อกระจายน้ำ (Diffuser) ยาว 20 เมตร มีรูน้ำเสียออก 20 รู ขนาด ϕ $3\frac{1}{2}$ นิ้ว ยกลอยขึ้นเหนือพื้นท้องทะเลประมาณ 70 ซม (ยกเหนือแนวศูนย์กลางท่อส่ง 1.50 ม)

4.2 สภาพปัจจุบัน

4.2.1 ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ในปัจจุบันได้เลิกใช้งาน เพราะทางเทศบาลมีความเห็นว่าน้ำเสียที่รวบรวมได้โดยระบบท่อมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับน้ำเสียที่รวบรวมได้จากคลองสมอเรียงประกอบกับมีปัญหาหม้อแปลงไฟชำรุดที่บ่อสูบ 1 น้ำเสียจากระบบท่อนี้จึงได้ปล่อยให้ไหลทิ้งลงสู่ทะเลโดยตรงโดยได้หยุดใช้งานมานาน สภาพเครื่องสูบน้ำและระบบท่อน้ำเสียได้ขาดการติดตามดูแลตรวจสอบมานานพอสมควรแล้ว มีท่อ AC หลายช่วงหลุดออกจากแนวเส้นท่อ

4.2.2 คลองสมอเรียง

ในปัจจุบันคลองนี้ยังใช้การได้ดี แม้จะมีการรุกล้ำบริเวณริ้วกั้นเข้าไปใช้ประโยชน์บ้าง น้ำเสียบางส่วนก็ยังรวบรวมเข้าสู่บ่อสูบ และมีบางส่วนไหลล้นออกสู่ทะเลโดยตรง

4.2.3 ระบบสูบน้ำเสีย

ที่สถานีสูบที่ 1 บริเวณโรงล้างปลาหม้อแปลงไฟฟ้าชำรุดอยู่ในระหว่างเอาไปซ่อม ส่วนเครื่องสูบได้รับรายงานว่ายังใช้งานได้แต่ไม่ได้ใช้งานมานานเนื่องจากปัญหาเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า สำหรับสถานีสูบที่ 2 ที่คลองสมอเรียงเครื่องสูบน้ำก็ยังใช้งานได้แต่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างซ่อมแซมเช่นกัน

4.2.4 ระบบท่อทิ้งน้ำในทะเล

ยังมีการสูบน้ำเสียบางส่วนจากคลองสมอเรียง (ส่วนการสูบน้ำเสียจากระบบท่อน้ำเสียที่บ่อสูบที่ 1 นั้นยกเลิกมานานแล้ว) ไปทิ้ง ณ จุดบริเวณใกล้ปลายสะพานปลาซึ่งท่อได้ชำรุดหักอยู่ ส่วนช่วงที่ต่อ

ออกไปกระจายในทะเลได้ขาดหลุด ยังไม่มีการซ่อมหรือมีแผนที่จะซ่อมแต่อย่างใด นอกจากนี้ก็ยังไม่มีการขอคำปรึกษาใดๆจากใครด้วย

4.3 การเดินระบบ

ในปัจจุบันไม่มีการเดินระบบที่แน่นอน กำหนดเวลาสูบที่แน่นอนก็ไม่มี หากเป็นฤดูฝนจะไม่มีการสูบ แต่ในฤดูแล้งก็จะพิจารณาสูบมากครั้งขึ้น

จากบันทึกการเดินระบบของผู้ควบคุม พบว่ากำหนดเวลาเปิด-ปิดไม่แน่นอน บางฤดูระบุสูบเช้า 1 ครั้ง บ่าย 1 ครั้ง แต่ในฤดูแล้งระบุว่าเดินทั้งวัน และจำนวนเครื่องสูบน้ำเสียที่ใช้สูบก็ไม่แน่นอน ไม่มีการบันทึกปริมาณน้ำที่สูบ แต่มีการจดบันทึกหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ไว้ ซึ่งระบุว่าสูบ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน แต่หน่วยใช้ไฟฟ้ากลับมีเพียง 8-11 หน่วยเท่านั้น ซึ่งนับได้ว่าข้อมูลที่บันทึกไว้มีความไม่แน่นอนเป็นอย่างมาก

4.4 ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ

ในปี 2528 ได้สิ้นค่าใช้จ่ายตามหมวดต่างๆดังนี้

เงินเดือน	21 780	บาท
ค่าไฟฟ้า	21 464	บาท
ค่าอุปกรณ์ไฟฟ้า	2 700	บาท
รวม	45 944	บาท

จะเห็นได้ว่าสิ้นค่าใช้จ่ายต่ำมาก ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าไม่มีการสูบน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอตลอดปีตามที่ได้ออกแบบไว้

4.5 ความเข้าใจในการทำงานของระบบ

เทศบาลยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องในการทำงานของระบบ ยังไม่เห็นความแตกต่างของการทิ้งน้ำเสียที่ริมฝั่งกันที่จุดห่างชายฝั่งทะเล ส่วนประชาชนก็ยังไม่เห็นความสำคัญของระบบ โดยเฉพาะที่บริเวณคลองสมอเรียงมีการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์ และมีความเห็นว่าคลองเป็นแหล่งบลพิษ ไม่ควรมีฝายที่ปากคลอง การเจาะฝายน้ำล้นนี้ให้น้ำเสียไหลลงทะเลโดยตรงโดยเร็วจะเหมาะสมกว่า

4.6 ผลของการมีระบบบำบัด

ชาวบ้านในบริเวณเทศบาลเท่าที่ได้สอบถามดูไม่ได้เห็นผลความแตกต่างของการมีหรือไม่มีระบบบำบัด ส่วนผู้ที่ทำงานบริเวณพระราชวังไกลกังวลมีความเห็นว่าหลังจากมีระบบคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณนั้นดีขึ้นกว่าเดิม

การประเมินว่าคุณภาพน้ำทะเลดีขึ้นหรือไม่ไม่สามารถทำได้แน่นอนเนื่องจากไม่มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลหลังจากการมีระบบบำบัด

4.7 การเก็บค่าบริการ

การเก็บค่าบริการสาธารณูปโภคต่างๆที่หัวหินมีดังนี้

ประปา : การประปาเป็นของเทศบาลหัวหิน ขายน้ำในอัตรา 4 บาท/$ม^3$

ขยะ : เก็บค่าบริการ 4 บาท/ครัวเรือน/เดือน ส่วนโรงแรมเก็บ 10 บาทต่อม^3/เดือน

อื่นๆ : เทศบาลมีรายได้จากภาษีล้อเลื่อน ภาษีบำรุงท้องที่ ภาษีป้ายและค่าธรรมเนียมต่างๆ ประมาณปีละ 14 ล้านบาท

4.8 <u>การพิจารณาเก็บค่าน้ำเสีย</u>

การขอปรับอัตราภาษีบำรุงท้องที่ เจ้าหน้าที่เทศบาลมีความเห็นว่าสามารถกระทำได้โดยผ่านทางสภาตำบล แล้วให้กระทรวงมหาดไทยพิจารณาอนุมัติประกาศเป็นเทศบัญญัติต่อไปซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ส่วนภาษีอื่นๆ เช่น ภาษีการค้า กระทำไม่ได้เพราะเป็นการกำหนดอัตราภาษีจากส่วนกลาง

สำหรับการเรียกเก็บค่าน้ำเสียโดยอาจเก็บรวมกับค่าน้ำประปา เห็นว่ายังไม่เหมาะสม เพราะเกรงว่าผู้ใช้จะต่อต้าน

สรุปย่อ

"Urban Sewerage & Excreta Disposal Planning for Chonburi and Thailand. Vol.I : National Excreta Disposal Plan". By Seatec International consulting Engineer, April 1983.

- รายงานนี้จัดทำแผนเพื่อเสนอเป็นแนวทางที่ควรเลือกปฏิบัติระดับชาติ และเน้นการจัดทำแผนหลักสำหรับชลบุรี เพื่อเป็นแบบอย่างสำหรับเมืองหลักอื่นต่อไป
- ในรายงานระบุว่า การใช้บ่อเกรอะบ่อซึมยังเหมาะสมหากมีการดูดตกตะกอนทิ้งเป็นประจำ หรืออนุญาตให้ปล่อยล้นลงท่อสาธารณะได้แม้จะต้องแก้กฎหมายก็ตาม เพราะจะลดอันตรายทางด้านสาธารณสุขได้ดีกว่าปล่อยให้ท่วมในบริเวณบ้าน และหากน้ำที่ปล่อยไปตามท่อสาธารณะอาจก่อปัญหารุนแรงตามมา ก็ต้องรีบจัดการแก้ไขโดยด่วน
- บ่อเกรอะบ่อซึมยังนับว่าเหมาะสมกับชุมชนยากจนที่ยังไม่อาจต่อท่อน้ำเสียไปบริการได้ถึง
- ได้แนะนำให้อนุญาตแทนที่จะห้ามให้ปล่อยน้ำเสียจากบ่อเกรอะบ่อซึมล้นลงท่อสาธารณะด้วย สำหรับเมืองชลบุรี
- ในรายงานได้กำหนดแนวทางที่จะพิจารณาคัดเลือกเมืองที่สำคัญ โดยการออกแบบสอบถามและให้คะแนน เพื่อบ่งชี้เมืองที่เหมาะสมสำหรับเลือกจัดการตามลำดับก่อนหลัง
- สำหรับทางด้านการเงินก็มุ่งจัดทำเพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเห็นจำนวนเงินที่จะต้องใช้ดำเนินการรวมทั้งยอดที่ยธ.ต้องใช้ในการทำงานเช่น สำหรับ 5 เมืองหลักก็จะประมาณ 1 000 ล้านบาท และหากได้อีก 1 000 ล้านบาทในระยะต่อๆไป ก็จะสามารถสร้างได้อีก 40 ชุมชนจากจำนวน 50 ชุมชนเมืองย่อย
- ส่วนทางด้านเงินกู้ ส่วนท้องถิ่นที่อยู่ในแผนก็อาจขอกู้ไปก่อสร้างได้ แล้วท้องถิ่นก็จะเหลือภาระเพียงจ่ายค่า O & M
- ยธ.มีบุคลากรที่จะดำเนินการได้ แต่ส่วนท้องถิ่นยังขาดผู้ชำนาญการ
- ค่า O & M จะอยู่ที่ 0.5-2.0% ของค่าก่อสร้าง
- สำหรับค่าปรับปรุงระบบสุขาภิบาลของเมืองหลักชลบุรีจะสิ้นค่าก่อสร้าง (บริการ 20 ปีถึงปี 1993) = 516 ล้านบาท (โคราช = 140 ล้านบาท; สงขลา-หาดใหญ่ = 150 ล้านบาท; ขอนแก่น = 100 ล้านบาท ; เชียงใหม่ = 100 ล้านบาท)

  หรือหากคิดเป็นค่าก่อสร้างต่อคน ชลบุรี = 2 500 บาท/คน (โคราช = 1 500 บาท; สงขลา-หาดใหญ่ = 800 ; ขอนแก่น = 900 บาท และเชียงใหม่ = 900 บาท
- สำหรับค่อ O & M คาดว่า

ชลบุรี	ปีละ 6.0 ล้านบาท หรือ 30 บาท/คน/ปี
โคราช	ปีละ 3.5 ล้านบาท หรือ 38 บาท/คน/ปี
สงขลา-หาดใหญ่	ปีละ 5.0 ล้านบาท หรือ 28 บาท/คน/ปี
ขอนแก่น	ปีละ 4.0 ล้านบาท หรือ 37 บาท/คน/ปี
เชียงใหม่	ปีละ 4.0 ล้านบาท หรือ 37 บาท/คน/ปี

- ชลบุรีใช้ค่า O & M ของ ESB Study ซึ่งกำหนดค่า 0.75% Construction Cost บวกค่าใช้จ่ายสำหรับรถดูดส้วม 3 คันๆละ 325 000 บาท/ปี

สรุปย่อ

"Feasibility Studies for Regional Cities Development ". By Sinclair knight & Partners and Others, Volumes 2, 3 and 7, April 1983.

การสรุปย่อในที่นี้สรุปเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ปรากฏในรายงาน

1. การคำนวณปริมาณน้ำฝน

ใช้สูตร $Q = CiA \times 2.778 \times 10^{-3}$

โดยกำหนด A = area in ha

C = 0.5 for highly developed areas

C = 0.3 for sparsely developed areas

Overland flow time = 15 minutes

Return Period = 2 year

n-value = 0.015-0.016 สำหรับท่อใหม่และท่อเก่าตามลำดับ

2. น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์

จำนวนหมูที่ฆ่าต่อวันเฉพาะในเขตเทศบาล หน่วย : ตัว/วัน

ปี	ขอนแก่น	นครราชสีมา	สงขลา/หาดใหญ่
1980	112	212	60/161
2001	260	388	156/277

จำนวนวัวหรือควายที่ฆ่าต่อวันเฉพาะในเขตเทศบาล หน่วย : ตัว/วัน

ปี	ขอนแก่น	นครราชสีมา	สงขลา/หาดใหญ่
1980	9	15	10/21
2001	23	32	14/29

หมายเหตุ : เกณฑ์การคำนวณจำนวนตัวต่อวัน ได้กำหนดให้ฆ่า 6 วันต่อสัปดาห์

3. ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ระบุให้ใช้ระบบท่อแบบผสมพร้อมใช้บ่อเกรอะ (Modified Combined Sewerage System:MCS) ระบบ MCS คือกำหนดให้น้ำเสียผ่านบ่อเกรอะก่อนแล้วอนุญาตให้ระบายลงสู่ท่อสาธารณะได้ เพราะเห็นว่าระบบแยกนั้นดี แต่ไม่คุ้มกับค่าก่อสร้างที่จะเพิ่มขึ้น จากนั้นก็ออกแบบระดับท่อดักเพื่อรวบรวมน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัดต่อไป

4. ระบบบำบัดน้ำทิ้ง

แนะนำให้ใช้ระบบบ่อผึ่ง (SP) รวมทั้งการพิจารณาใช้ระบบบำบัดด้วยผักตบชวา (Water Hyacinth) เพราะเห็นว่าสามารถลดขนาดบ่อ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้ รวมทั้งขจัดอาหารเสริม (Nutrients) ในน้ำเสียได้ และได้ปุ๋ยสำหรับนำไปใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามก็ได้ระบุว่ายังไม่มีข้อมูลพอที่จะนำมาใช้กับเมืองไทยได้และก็อยู่นอกขอบเขตของงานที่ต้องทำการศึกษา

5. ปริมาณน้ำเสีย (ในฤดูแล้ง) หน่วย:ลิตร/คน/วัน

	1982	2001	อัตราส่วนน้ำเสีย:น้ำใช้
เชียงใหม่	351	364	65%
ขอนแก่น	230	260	67%
นครราชสีมา	106	225	50%

6. ขอนแก่น

มีประชากรในปี 1981 ประมาณ 110 000 คน โดยจะเพิ่มปีละ 5.6% คาดว่าในปี 2001 จะเพิ่มเป็น 260 000 คน มีความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยสูงสุด 21.140 คน/ตารางกิโลเมตร (บริเวณชุมชนหนาแน่น) หรือมีค่าเฉลี่ย 2 180 คน/ตารางกิโลเมตร

การก่อสร้างจะมุ่งป้องกันน้ำท่วมและบำบัดน้ำเสีย โดยระบบรวบรวมน้ำเสียและป้องกันน้ำท่วมจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ในช่วงปี 1984-1991 โดยใช้ค่าก่อสร้างปีละ 20-44 ล้านบาท โดยมีรายละเอียดประมาณดังนี้

ค่าระบบป้องกันน้ำท่วมระยะที่ 1	=	51.404	ล้านบาท
ระบบท่อดักน้ำเสีย ระยะที่ 1	=	71.698	ล้านบาท
ค่าระบบป้องกันน้ำท่วม ระยะที่ 2	=	22.681	ล้านบาท
ระบบท่อดักน้ำเสีย ระยะที่ 2	=	30.120	ล้านบาท
รวม	=	175.8	ล้านบาท

หมายเหตุ : ราคาดังกล่าวรวมค่าเวนคืนที่ดิน ค่าก่อสร้างและค่า Engineering Fee =7.5%

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ได้เลือกระบบบ่อผึ่ง (SP) บริการครอบคลุมพื้นที่ 46 ตารางกิโลเมตร โดยระยะที่ 1 จะใช้พื้นที่ 86 ไร่ ระยะที่ 2 จะใช้ที่ดินอีก 54 ไร่ สิ้นค่าก่อสร้างรวม 23.93 ล้านบาท

ปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำเสียที่ใช้ออกแบบ คือ 260 ลิตร/คน/วัน และมีค่า BOD 146 มก/ลิตร

7. เชียงใหม่

ระบุเห็นควรก่อสร้างระบบท่อประธานเพื่อป้องกันน้ำท่วมยาว 13 กิโลเมตร และกำหนดระบบบำบัดน้ำเสียบริการถึงปี 2001 เช่นกัน โดยใช้ระบบบ่อผึ่งรวม 2 จุด ใช้เนื้อที่ 250 ไร่ และ 150 ไร่

ระบบรวบรวมน้ำ ก็เห็นควรให้ใช้ระบบผสมพร้อมใช้บ่อเกรอะ (MCS) โดยออกแบบระบบท่อดักส่งน้ำเสียไปยังระบบบำบัด การใช้บริการจะสามารถครอบคลุมพื้นที่จาก 17.5 ตารางกิโลเมตร เป็น 45 ตารางกิโลเมตรในอนาคต โดยคาดว่าในปี 2001 เชียงใหม่จะมีประชากรรวมทั้งสิ้น 202 534 คน แก่ระบบจะบริการได้เพียง 160 630 คน (ประมาณ 79%) และคาดว่าในปี 2001 จะใช้น้ำประปาถึง 560 ลิตร/คน/วัน และ 60% จะกลายเป็นน้ำเสียเข้าสู่ระบบท่อรวบรวม ดังนั้นเชียงใหม่จึงกำหนดออกแบบที่น้ำเสีย 364 ลิตร/คน/วัน และมีค่า BOD = 160 มก/ลิตร โดยคาดว่าจะสิ้นค่าใช้จ่ายในการเดินและบำรุงรักษาระบบประมาณ 1 ล้านบาทต่อปี

สรุปย่อ

"North Wirral Authority and Hoylake U.D.C. Long Sea Outfall".
D.G.M. Roberts, J.D. Summerton, O.Palmann, and V.G. Thompson,
The Institute of Civil Engineers, North Wirral Authority,
November 1971.

- ก่อสร้างในเดือนมิถุนายน 1971
- Outfall เป็นท่อเหล็ก ϕ 900 mm ยาว 5 กม ต่อลง Liverpool Bay และมีส่วนที่อยู่บนฝั่งยาวอีก800 ม.
- บริการประชากร 123 000 คน แทน Outfall สั้น ๆ 5 แห่งที่มีใช้อยู่เดิม
- มีการวัดกระแสน้ำทะเลโดย Dye and Floats ทั้งดูการแปรเปลี่ยนของประวัติของพื้นท้องทะเล รวมทั้งคุณภาพน้ำ สัตว์น้ำ และ Coliform
- Design flow 1 100 1/s (3 เท่าของ Dry Weather Flow + Trade Effluent Discharge)
- เลือกปั๊มหอยโข่ง 5 เครื่อง ขนาด 380 และ 530 ลิตร/วินาที รวมสูบได้ 1 100 ลิตร/วินาที
- มีการติดตั้ง Flywheel เพื่อลด Surge ในการสูบออกที่ Outfall ด้วย และติดตั้ง Air Release Device เพื่อให้สามารถติดเครื่องสูบน้ำที่มีจุดปล่อยอยู่ใต้น้ำด้วย
- มีการพิจารณาจะเลือกใช้ทั้งท่อเหล็กและพลาสติก ซึ่งท่อพลาสติกอาจวางโดยการใช้ Jetting Techniques แต่ผลิตได้ขนาดเพียงแค่ 700 มม ในตอนนั้น เลยต้องเลือกใช้ท่อเหล็ก ภายในเคลือบ 12.5 มม ด้วยซีเมนต์และด้านนอกด้วย Fibreglass Coal-tar Enamel และหุ้มด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 100 มม เพิ่มน้ำหนัก (และแนะนำว่าที่ถูกต้องควรจะเลือกเคลือบด้านในด้วย Epoxy เพื่อให้โค้งงอได้มากขึ้นเวลาวางท่อ)
- ท่อเหล็กแต่ละท่อนยาวเพียง 15 ม ถูกขนมาเชื่อมต่อแต่ละท่อนยาว 800 เมตร ก่อนเริ่มลากลงทะเล
- เพื่อป้องกันท้องทะเลถูกกัดกร่อนในบางจุดและปัญหาสมอเรือ จึงต้องฝังลึก 2 เมตรจากท้องท่อ (เหลือทับหลังประมาณ 1 เมตร)
- คาดว่าจะเกิด Transverse Current Velocity 0.2-0.3 m/s ท่อจึงควรแข็งแรงพอที่จะรับแรงนี้จึงเลือกใช้ท่อ Grade B Welded Pipe A.P.I. Standard 5L มี Yield Stress = 2 100 kg/cm^2 และกำหนดเวลาวางให้เกิด Max.Tensile Stress 1 800 kg/cm^2 (Direct Tension) และ Max.Tensile Stress 750 kg/cm^2 (Bending)
- มี 10 Diffusers ยาว 61 เมตร, ϕ 6" Nozzle โดยมี Initial Dilution ระหว่าง 30-60 เท่า
- ใช้ Pulling Barge ติดตั้ง Jetting and Anchor Handlingและติดตั้งรอกดึงได้ 90 ตัน กับ Oyster Points (2 จุด)
- มีเข็มไม้ 300 X 300 มม ยาว 3 เมตร ตอกไว้รับท่อหากเกิดฉุกเฉิน รวมทั้งอุปกรณ์ที่จะทำให้จมได้ในยามฉุกเฉิน
- การติดตั้ง Diffusers ได้ใช้ระบบ Precast Concrete Boxes ขนาด 2.8X2.8X2.5 ม ลากไปจม ณ จุดที่กำหนด แล้วขนคอนกรีตไปเทใส่เมื่อวางได้ที่ดีแล้ว
- ใช้เวลาวางในทะเล 7 วัน เมื่อลากไปจนได้ตามยาวก็ปล่อยน้ำเข้าท่อให้จมลงจากนั้นก็ใช้ Jetting Barge เป่าทรายออกข้างจมท่อลงใต้ผิวทราย

สรุปย่อ

ข้อมูลจากเอกสาร "Areawide Assessment Procedures Manual Vol.I ". (EPA-600/9-76-014) July 1976 Section 5.4 เกี่ยวกับ Coastal Areas

- การทิ้งน้ำเสียในทะเลเปิดนับว่าน่าสนใจ เพราะมีน้ำเจือจางมากมาย
- การออกแบบต้องพิจารณาหลายด้านแต่ที่สำคัญ คือ
  1. Plume Rise and Initial Dilution
  2. การกระจายเจือจางของน้ำเสียที่ผิว (Two Dimensional) บริเวณจุดปล่อย
  3. การแพร่กระจายของมลพิษสู่ฝั่งหรือสู่บริเวณแหล่งน้ำที่มีคุณค่า
- การหา Initial Dilution โดยสมมุติว่าทั้ง Density, Temp หรือ Salinity ต่างก็คงที่ ตามผลวิเคราะห์ของ Brooks จะได้สูตรโดยสรุปดังนี้ คือ

$$So = f\left(\frac{Yo}{D}, F\right)$$ และมีกร๊าฟเพื่อสะดวกในการคำนวณให้

โดยมี
- So = initial dilution at the center of the surface plume
- Yo = depth from center of outlet to the surface
- D = the initial diameter of jet (approx. = port diameter)
- F = Froude number, $F = \frac{V}{\sqrt{g' D}}$
- V = jet velocity
- g' = acceleration due to gravity

- ความลึกควรคิดเมื่อน้ำลงต่ำสุด และใช้อัตราการไหลในฤดูฝน หากใช้ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบท่อรวม
- การหา Far Field Effects เพื่อมุ่งหาการลดปริมาณ E-Coli เมื่อน้ำเสียเคลื่อนสู่จุดที่อาจก่อปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาตั้งแต่
  1) ความเข้มข้นของน้ำเสียก่อนออกทะเล - พิจารณาจากระบบบำบัดเบื้องต้นบนฝั่ง
  2) ความเข้มข้นที่ศูนย์กลาง Plume ที่ผิวน้ำทะเล - พิจารณาจาก Initial Dilution
  3) การกระจายตัวออกที่ผิวน้ำทะเล - พิจารณาจาก Lateral or Physical Dilution
  4) อัตราเกิด-ตายต่อ bacteria
- การแพร่กระจายซึ่งกำหนดโดย Brooks ว่าควรมีค่า Lateral Dispersion Coefficient(F)= $EL^{4/3}$

โดยมี
- L = the width of the effluent field
- E = an empirical constant ซึ่งใช้ค่า $E = 0.01$

สำหรับระบบเมตริก นับว่าเหมาะสม

ดังนั้นหากใช้ค่า L เป็น Projected width of the effluent field ในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางของกระแสน้ำแล้ว จะคำนวณความเข้มข้นที่ระยะทางต่างๆจาก Outfall ได้ดังนี้

$$C = Co \cdot erf \left[\frac{3/2}{(1 + \frac{8E_o x}{Ub^2})^3 - 1} \right]^{1/2}$$

โดยมี C = concentration along x-axis of the field direction of current

Co = concentration at x=o

x = distance along x-axis of effluent field

U = current velocity along the x-axis

b = initial width of effluent field above the diffuser and normal to the current

E_o = lateral dispersion coefficient at x=o as defined by equation $E = EL^{4/3}$ where L = b

erf (z) = error function $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_o^Z e^{-v^2} dv$

- สำหรับอัตราการเกิด-ตายของแบคทีเรีย (Biological Factors) นอกจากการเจือจางเนื่องจากการเกิดเป็นรูปกรวยลอยขึ้นสู่ผิวน้ำและกระจายออกตามผิวน้ำเนื่องจากกระแสน้ำแล้ว การเกิด-ตายของ bacteria ก็มีส่วนที่จะส่งผลต่อความเข้มข้นในขั้นสุดท้ายด้วย

ซึ่งอาจคำนวณจากสูตร :

$$C = Co \cdot e^{-K_1 t} e^{K_2 t} erf \left[\frac{3/2}{(1+\frac{8Eox}{U b^2})^3 - 1} \right]^{1/2}$$

โดย K_1 = Coliform die-away rate

K_2 = Coliform aftergrowth rate

t = reaction time, x/U

สำหรับค่าอื่นยังคงเป็นไปตามข้อกำหนดเดิมข้างต้น

- ค่า K_2 (Aftergrowth Rate) จะอยู่ระหว่าง 1.0 ถึง 5.0 ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำทะเลและแสงอุลตราไวโอเลท ค่านี้จะลดลงตามส่วนหากอยู่ในแถบร้อนที่มีแสงอาทิตย์ตลอดเวลา

สรุปย่อ

"The Planning and Design of Submarine Outfall Waste Disposal Systems". By R.G. Ludwig ; presented at Protection of the Marine Environment and Related Ecosystems, Thailand National Seminar, Bangkok 26-28 June 1979

- การระบายน้ำเสียออกสู่ทะเลเปิดควรคำนึงถึงจุดสำคัญเพียงบางอย่างเช่น การพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความสวยงาม (ปัญหาขยะลอย) และสารพิษ
- สารมลพิษเช่น BOD, SS, DO, ความเค็มและ Nutrients จะหมดความหมายถ้าออกแบบระบบเหมาะสม
- เพื่อป้องกันปัญหาขยะลอยเข้าฝั่ง ควรขจัดออกที่บนฝั่งก่อนฉีดออกสู่ทะเล
- สารพิษควรบำบัดหรือขจัด ณ จุดแหล่งกำเนิด
- ผู้เขียนระบุความเห็นของ Dr.W.Bascom ซึ่งกล่าวว่า "สิ่งที่ปล่อยออกสู่ทะเล คือสารอินทรีย์ของของเสียของมนุษย์ ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำทะเล และไม่เป็นพิษ .....แต่บ่อยครั้งจะมีสารปนเปื้อนติดออกไปและก่อปัญหาต่อระบบนิเวศวิทยาเช่น PCB, DDT โลหะหนักหรือน้ำมัน แต่เท่าที่พบก็ยังมีความเจือจางน้อยมากจนไม่อาจถือว่าเป็นพิษได้"

  นอกจากนี้เขายังกล่าวว่า "มันไม่เป็นการผิดปกติเลยที่จะพบสัตว์น้ำทะเลมากมายหลายเท่าของที่พบในเขตสงวนพันธุ์สัตว์น้ำ ในบริเวณรอบๆจุดปล่อยน้ำ รวมทั้งการเพิ่มตัวจุลชีพ หนอนต่างๆ บริเวณก้นทะเลรอบจุดปล่อย กลับจะเป็นผลดีเพราะจะกลายเป็นแหล่งอาหารอันสมบูรณ์ของสัตว์ใหญ่ และในที่สุดก็กลับมาเป็นอาหารของมนุษย์.....ทะเลยังมี DO มหาศาล ไม่น่าจะมีปัญหาใดหรือแอมโมเนีย ถ้ามีก็กลับจะเป็นประโยชน์ต่อพืชน้ำ"
- การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของระบบและค่าใช้จ่าย และประชาชนทั่วไปยังคงยึดมั่นว่า ระบบบำบัดใดๆก็สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้หากระบบมีประสิทธิภาพดีพอ (บนฝั่ง) และยิ่งมีประสิทธิภาพสูงเท่าใดก็จะยิ่งส่งผลดีขึ้นตามลำดับ แต่มักไม่คำนึงถึงจุดปล่อยน้ำทิ้งออกขั้นสุดท้าย เช่น การเจือจางขั้นต้น การย่อยสลายในแหล่งรับน้ำ โดยการเลือกใช้ Outfall ซึ่งจัดทำกันกว่า 50 แห่ง แล้วใน California โดยออกแบบให้เจือจาง 100 ถึง 200 เท่าได้อย่างง่ายดาย และมีประสิทธิภาพเทียบเท่าระบบบนฝั่งได้ถึง 99 ถึง 99.5%
- การทิ้งน้ำเสียโดยระบบ Outfall มีผลดีคือ
  - ก) สารมลพิษจะเจือจางขั้นต้นในทะเลได้ต่ำสุด
  - ข) สามารถเลือกเบนจุดปล่อยที่เหมาะสมให้ห่างจากจุดที่คาดว่าจะเป็นปัญหาได้
  - ค) หากระบบส่วนอื่นใดบกพร่องขึ้นมา การสูบส่งไปทะเลจะช่วยเจือจางลดความเข้มข้นของสารมลพิษในขั้นต้นได้ดี
  - ง) ในกรณีเกิดปัญหาสารพิษเข้าสู่ระบบ (ซึ่งปกติควรกำจัดที่แหล่งกำเนิด) การเจือจางด้วยระบบทิ้งน้ำในทะเลนี้จะช่วยได้มาก
  - จ) ไม่มีปัญหาการทิ้งกากตะกอนขั้นสุดท้าย

ฉ) สามารถปรับปรุงได้ง่ายและประหยัดในอนาคต หากมีความจำเป็นซึ่งจะตรงข้ามกับระบบบนฝั่งหากผิดพลาด หรือเกิดปัญหาจากสารมลพิษตัวใหม่ ก็อาจถึงขั้นต้องเลิกใช้

- การวิเคราะห์ทางด้านค่าใช้จ่าย หากสมมุติว่าใช้ระบบขนาด 1.2 cms บนฝั่งแบบทุติยภูมิกับ Outfall จะสามารถสร้าง Outfall แบบใกล้ฝั่งได้ยาว 28.6 กม หรือแบบไกลฝั่งได้ 8.3 กม จึงจะสิ้นค่าใช้จ่ายเท่ากับระบบบนฝั่งขั้นทุติยภูมิ
- ข้อมูลทางด้าน E-coli, Initial Dilution จะเหมือนกับที่ระบุไว้ใน "The Planning and Design of Ocean Disposal Systems" โดยผู้เขียนคนเดียวกัน
- การพิจารณาออกแบบ นอกจากจะพิจารณา Initial Dilution เมื่อน้ำเสียพุ่งออกเป็นกรวยสู่ผิวน้ำทะเลแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการเคลื่อนตัวเนื่องจากกระแสน้ำทะเลด้วย รวมทั้งการสลายตัวของเชื้อโรค ซึ่งระบุว่า N.H.Brook และ P.J.W.Roberts ได้ทดลองการเคลื่อนตัวของสารมลพิษภายใต้สภาวะที่มีกระแสน้ำทะเลคงที่ และกำหนดสูตร

คือ $$Sm = C\frac{UYL}{Q} = C\frac{UY}{q}$$

พร้อมทำกร๊าฟเพื่อสะดวกต่อการเลือกออกแบบไว้ด้วย

- Nomenclature :

Sm = Centerline (minimum) dilution at a height, Y above discharge

C = Coefficient of dilution

U = Ocean current velocity in m/s

Y = Height of rise of sewage plume, m

L = Length of diffuser, m

Q = Total sewage effluent discharge, m^3/s

q = The sewage flow per unit length of diffuser = $\frac{Q}{L}$, $m^3/s/m$

สรุปย่อ

"The Planning and Design of Ocean Disposal Systems". By R.G.Ludwig; presented at IAWPR Conference in Sidney, Australia : 17-22 Oct.1976

- ได้กล่าวถึงประวัติการวิวัฒนาการของการใช้ระบบทิ้งน้ำเสียในทะเลมาตั้งแต่ปี 1929
- ระบุถึงสรุปความเห็นในการออกแบบจากการประชุมในอิตาลี (1975) ว่าควรคำนึงถึง
  1) การทิ้งน้ำในทะเลเปิด มีสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาเพียงปัญหาสาธารณสุข ความน่าดู และสารพิษ
  2) ส่วนค่า BOD, SS, DO, Nutrient ไม่มีความสำคัญเลย ถ้าการออกแบบระบบที่ทิ้งน้ำเสียห่างฝั่งและมีระบบกระจายน้ำพอเพียง
  3) ไม่ควรมีขยะลอยคืนสู่ฝั่งทำให้ไม่น่าดู โดยจัดให้มีการแยกบนฝั่งก่อนสูบออก
  4) สารพิษควรมุ่งควบคุมที่แหล่งกำเนิด
- แจ้งว่า Prof.E.Pearson ได้ศึกษาระบบบำบัดต่างๆ เทียบกับการสูบทิ้งทะเล พบว่าการสูบทิ้งทะเลด้วยระบบ Prim.+ Outfall จะมีความเจือจางของสารมลพิษน้อยที่สุด
- การทิ้งน้ำใกล้ฝั่งหากเกิดภาวะฉุกเฉิน อาจเกิดปัญหาร้ายแรงได้ หรือเมื่อเกิดมีปัญหาสารพิษในระบบการทิ้งน้ำนอกชายฝั่งก็จะช่วยเจือจางได้
- จากการศึกษาปัญหาของระบบของเมือง Honolulu 3 ปี (1970-1972) พบว่าไม่เกิดปัญหาทางด้านนิเวศวิทยาหรือเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมของคุณภาพน้ำ ซึ่งนับว่าตรงกับของ Los Angeles(LA) ซึ่งทิ้งน้ำถึงวันละ 2.27 ล้าน m^3 และมีน้ำเสียจากโรงงานมากด้วย แต่การตัดสินใจเลือกใช้ระบบยังไม่เหมาะสม เช่น ได้บ่งให้เลือกระบบกำจัด BOD, SS และ Nutrient ก่อน
- รายงานระบุว่ามนุษย์จับปลาจากทะเล ก็ควรที่มนุษย์จะทิ้งสารอินทรีย์คืน เพื่อความสมดุลย์ของระบบนิเวศวิทยาในทะเล
- แม้ข้อมูลหลักฐานต่างๆได้แสดงถึงข้อดีของระบบฯ USEPA ในปี 1977 ก็ระบุให้สร้างระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิก่อนทิ้งน้ำออกสู่ทะเล
- การกำจัดวัตถุลอยน้ำ ได้ศึกษาที่จะใช้ระบบตะแกรงหมุน (0.25-2.5 มม opening) สำหรับเมือง Rio de Janeiro
- ผู้เขียนระบุว่าหาก Coliform Bacteria น้อยกว่า 1 000 MPN/ 100 ml มากกว่า 80% ของเวลาชายหาดก็จะปราศจากปัญหาด้านความน่าดู แม้ WHO จะระบุว่าบริเวณอาบน้ำควรจะมีแค่ 100 แต่ก็ไม่ควรเกิน 1 000 จึงจะยอมรับได้
- ปัญหาควรเน้นที่ฟาร์มหอย (Shellfish) แม้จะยังไม่มีการศึกษายืนยันชัดด้านเป็นพาหะนำเชื้อโรค แต่หอยจะสะสมเชื้อต่างๆจากการกรองดูดซับผ่านตัวและมีสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรค จนอาจเป็นแหล่งแพร่ของโรคร้ายได้
- การออกแบบให้มี Initial Dilution 100:1 จะลด BOD จาก 200 เหลือเพียง 2 มก./ล. (เทียบเท่าระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ 99%) ก็จะหมดปัญหาเกี่ยวกับสารมลพิษ ส่วนกระแสน้ำก็มีส่วน

ที่จะช่วยแผ่กระจายต่อไป โดยการเลือกที่ความเร็วกระแสน้ำต่ำสุด ซึ่ง เมือง LA ระบุให้ใช้ค่า 100:1 ไม่ต่ำกว่า 50% ของเวลา และ 80 : 1 อย่างน้อย 90% ของเวลา ซึ่งนับว่าเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปปฏิบัติได้

- การออกแบบต้องคำนึงถึง 2 ประเด็นที่สำคัญ คือ

  ก) Initial Dilution

  ข) Field Submergence

- สำหรับ Initial Dilution สามารถใช้สูตร

$$Sa = 0.34 \frac{UwY_{max}}{Uw^{1/3}+0.34}$$ และมีกร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ของ

ค่าต่างๆที่ intial dilution ratio (Sa) 100 : 1 และ 150 : 1 เพื่อความสะดวกในการเลือกออกแบบด้วย

- สำหรับ Field Submergence เพื่อหาความสูง Plume ในกรณีน้ำทะเลแบ่งชั้นความหนาแน่น (Stratified) อาจใช้สูตรของ Brook หรืออาจคำนวณจากสูตร

$$Y_{max} = \frac{260q^{2/3}}{\Delta 6}$$

มีกร๊าฟแสดงความสัมพันธ์ เพื่อสะดวกต่อการพิจารณาเลือกสำหรับการออกแบบด้วย

- Nomenclature :

Sa = Average field dilution

U = Ocean current speed, m/s

w = Unit diffuser length, $m/m^3/s$

Y_{max} = Maximum height of rise of sewage plume, m

q = Unit line discharge, $m^3/s/m$ of diffuser

6 = Density in oceanographic terminology, 6 = (P-1)(1 000)

P = Sea water or sewage density

ภาคผนวกที่ 6

การประเมินน้ำใช้และน้ำเสียในอนาคต

ภาคผนวกที่ 6

การประเมินน้ำใช้และน้ำเสียในอนาคต

1. การประเมินปริมาณน้ำใช้

ปริมาณน้ำใช้ในอนาคตประเมินแยกกันระหว่างน้ำใช้สำหรับบ้านเรือนที่พักอาศัย กับน้ำใช้สำหรับกิจกรรมอื่น ๆ โดยเริ่มประเมินปริมาณน้ำใช้ในปัจจุบันก่อนแล้วจึงประเมินปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับปีในอนาคต การประเมินในโครงการนี้แยกออกตามเขตการใช้น้ำ 6 เขต ดังแสดงในรูปที่ 6.1 ซึ่งได้บรรยายในบทที่ 3 ของรายงานนี้แล้ว

1.1 น้ำใช้สำหรับบ้านเรือนที่พักอาศัย

การประเมินปริมาณน้ำใช้สำหรับบ้านเรือนที่พักอาศัยประเมินจากอัตราการใช้น้ำต่อคนต่อวันและจำนวนประชากรในปีที่ประเมิน อัตราการใช้น้ำของการใช้น้ำประเภทบ้านเรือนที่ใช้ได้จากข้อมูลล่าสุดของโครงการศึกษาความเหมาะสมของการปรับปรุงระบบประปาเมืองชลบุรีของการประปาภูมิภาค (อ้างอิง 26) ซึ่งได้แก่

เขต 1 ถึง เขต 4	140 ลิตร/คน/วัน ในปี 2528-2530
	146 ลิตร/คน/วัน ในปี 2531-2548
เขต 5 และ เขต 6	120 ลิตร/คน/วัน ในปี 2528-2530
	125 ลิตร/คน/วัน ในปี 2531-2548

ประชากรปัจจุบัน (พ.ศ.2528) ในเขตต่างๆของโครงการสำรวจได้ดังแสดงในตารางที่ 6.1 ซึ่งรวมทั้งพื้นที่โครงการในปัจจุบันมีประชากรประมาณ 116 400 คน ในการประเมินอัตราการเพิ่มประชากรในเขตต่างๆในอนาคตพิจารณาจากข้อมูลต่างๆต่อไปนี้คือ

ก. จากการศึกษาโครงการระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมชลบุรี (อ้างอิง 2) จากปีพ.ศ.2522-2526

การเพิ่มประชากรเฉลี่ยในเขตเทศบาล	1.2% ต่อปี
" "สุขาภิบาลบางทราย	3.26% ต่อปี
" "สุขาภิบาลบ้านสวน	3.22% ต่อปี
" "สุขาภิบาลแสนสุข	4.19% ต่อปี

ข. จากผังเมืองรวมเมืองชลบุรี (อ้างอิง 35) การเพิ่มประชากรในเขตผังเมืองรวมชลบุรี (ซึ่งรวมพื้นที่โครงการนี้ด้วย) จากปี 2524-2544 เป็นดังนี้

การเพิ่มประชากรจากสภาพปกติ	2.1% ต่อปี
" " การเร่งรัดพัฒนา	0.246% ต่อปี
รวม	2.346% ต่อปี

การเพิ่มประชากรในช่วงปี 2528-2530 เป็นการเพิ่มตามสภาพปกติหลังจากนั้นเป็นการเพิ่มจากการเร่งรัดพัฒนา

จากข้อมูลข้างต้นและข้อมูลประชากรในแต่ละเขตในปัจจุบันได้กำหนดอัตราการเพิ่มของประชากรในแต่ละเขตในตารางที่ 6.2

จากจำนวนประชากรปัจจุบันและอัตราการใช้น้ำที่กำหนดไว้ในเขตต่าง ๆ ได้ประเมินอัตราการใช้น้ำในปัจจุบันสำหรับการใช้น้ำประเภทบ้านเรือนที่พักอาศัยดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 สำหรับในอนาคตได้ประเมินจำนวนประชากรโดยถือว่าการเพิ่มเป็นแบบเรขาคณิต แล้วจึงคำนวณปริมาณน้ำใช้ในอนาคตจากจำนวนประชากรในอนาคตและอัตราการใช้น้ำซึ่งประเมินสำหรับอนาคต ผลการประเมินปริมาณน้ำใช้ในอนาคตสำหรับบ้านเรือนที่พักอาศัยแสดงในตารางที่ 6.4 ถึง 6.7

1.2 <u>น้ำใช้สำหรับกิจกรรมที่นอกเหนือจากบ้านเรือนที่พักอาศัย</u>

สำหรับกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากบ้านเรือนที่พักอาศัย ได้ประเมินปริมาณน้ำใช้ในปัจจุบันจากสถิติการใช้น้ำที่สำรวจได้ในโครงการนี้ โดยมีรายละเอียดการสำรวจแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1 ของรายงานนี้ การใช้น้ำในปัจจุบันที่เขตต่าง ๆ ของโครงการแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 ส่วนอัตราการเพิ่มปริมาณน้ำใช้สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ได้พิจารณาจากแนวโน้มของกิจกรรมในแต่ละเขตตามที่แสดงในผังเมืองรวมของชลบุรี (อ้างอิง 35) และได้กำหนดอัตราการเพิ่มไว้ในตารางที่ 6.2

จากปริมาณน้ำใช้สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันที่แสดงในตารางที่ 6.3 และอัตราการเพิ่มในตารางที่ 6.2 ได้ประเมินปริมาณการใช้น้ำในอนาคตสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 6.4 ถึง 6.7 ปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดสำหรับทุกกิจกรรมในปีต่าง ๆ ในอนาคตได้สรุปรวมไว้ในตารางที่ 6.8

2. <u>การประเมินปริมาณน้ำเสีย</u>

การประเมินปริมาณน้ำเสียจากปริมาณน้ำใช้แสดงในตารางที่ 6.9 โดยกำหนดให้ :

อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำใช้:ปริมาณน้ำเสีย	1:0.85
เปอร์เซ็นต์ผู้ต่อใช้บริการ	
- ปีแรกที่เดินระบบ	30%
- เมื่อเต็มโครงการ	70%
อัตราซึมรั่วเข้าท่อเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำเสียที่ส่งเข้าระบบท่อ	20%

ผลการประเมินปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในแต่ละปีในอนาคตแสดงไว้ในตารางที่ 6.9 และในรูปที่ 6.2 ซึ่งสรุปได้ว่าเมื่อเต็มโครงการในปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าประมาณ 26 600 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเทียบเท่าอัตราน้ำเสียประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน

ตารางที่ 6.1

ประชากรปัจจุบันในแต่ละเขตของการประเมินปริมาณน้ำทิ้ง

พื้นที่	ประชากร	พื้นที่		ความหนาแน่น คน/ไร่	หมายเหตุ
		ตาราง กิโลเมตร	ไร่		
เขต 1	12 726	2.74	1 712.5	7.43	คิดเฉพาะพื้นที่บก คิดจากบ้านเรือนไม่รวมในพื้นที่ทหาร
เขต 2	46 580	3.49	2 182	21.35	
เขต 3	4 236	6.7	4 187.5	1.01	
เขต 4	38 429	3.78	2 362.5	16.27	
เขต 5	7 776	16.09	10 056.25	0.77	
เขต 6	6 635	10.8	6 750	0.98	
รวม	116 382	43.6	27 250	4.27	

ตารางที่ 6.2

อัตราการเพิ่มประชากรและอัตราการเพิ่มปริมาณการใช้น้ำ

เขตพื้นที่	การเพิ่มประชากร % ต่อปี		การเพิ่มปริมาณการใช้น้ำ, % ต่อปี							
			ภัตตาคารและโรงแรม		สถานที่ราชการและโรงพยาบาล		โรงเรียนและสถานศึกษา		อุตสาหกรรม	
	2528-2530	2531-2548	2528-2530	2531-2548	2528-2530	2531-2548	2528-2530	2531-2548	2528-2530	2531-2548
เขต 1	3.26	3.5	-	-	-	-	-	-	3	10
เขต 2	1	1.2	1	1.2	1	1	1	1.2	1	1.2
เขต 3	1	1.0	-	-	1	1	1	2	-	-
เขต 4	3.5	3.3	3	3.25	3	3	3	3	1	1.5
เขต 5	3	3.25	2	10	-	-	-	-	3	7
เขต 6	2	3	-	-	1	2	-	-	-	-

ตารางที่ 6.3

ปริมาณการใช้น้ำในปัจจุบัน (ปีพ.ศ.2528)

พื้นที่	(6), (7) บ้านเรือน $ม^3$/เดือน	ภัตตาคารและโรงแรม $ม^3$/เดือน	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล $ม^3$/เดือน	โรงเรียนและสถานศึกษา $ม^3$/เดือน	(2) อุตสาหกรรม $ม^3$/เดือน	(5) อื่นๆ $ม^3$/เดือน	รวม $ม^3$/เดือน
เขต 1	53 450	-	(1)	(1)	210	300	53 960
เขต 2	195 640	9 080	9 385	8 475	3 300	3 000	228 880
เขต 3	17 795	-	108 615 (3)	12 475	-	-	138 885
เขต 4	161 405	1 670	29 615	11 025	4 110	300	208 125
เขต 5	27 995	885	-	-	615	-	29 495
เขต 6	23 885	-	4 285 (4)	-	-	-	28 170
	480 170	11 635	151 900	31 975	8 235	3 600	687 515

หมายเหตุ : (1) ปริมาณน้ำใช้รวมอยู่ในปริมาณน้ำใช้ของบ้านเรือนแล้ว

(2) ปริมาณการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมต่างๆประเมินจากสถิติการใช้น้ำประปา ยกเว้นน้ำใช้อุตสาหกรรมซึ่งได้จากข้อมูลน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมของกองสิ่งแวดล้อมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรมและจากรายงานการศึกษาความเหมาะสมโครงการประปาชลบุรีของการประปาภูมิภาค (อ้างอิง 26)

(3) รวมน้ำใช้ของจังหวัดทหารบกชลบุรีทั้งหมดไว้ในน้ำใช้จากสถานที่ราชการและโรงพยาบาล

(4) รวมปริมาณน้ำใช้ของการปิโตรเลียมซึ่งอยู่ในเขตตำบลนาป่าด้วย

(5) ปริมาณน้ำใช้ในช่องอื่นๆ หมายถึงน้ำใช้สำหรับตลาดสดและโรงฆ่าสัตว์

(6) สำหรับเขต 1 ถึงเขต 4 ปริมาณน้ำใช้ 140 ลิตร/คน/วัน ถึงปีพ.ศ.2530 และ 146 ลิตร/คน/วัน ช่วงพ.ศ.2531-2548

(7) สำหรับเขต 5 และเขต 6 ปริมาณน้ำใช้ 120 ลิตร/คน/วัน ถึงปีพ.ศ.2530 และ 125 ลิตร/คน/วัน ตั้งแต่ 2531-2548

ตารางที่ 6.4

ปริมาณการใช้น้ำในพ.ศ.2530

พื้นที่	บ้านเรือน			ภัตตาคารและโรงแรม	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	อุตสาหกรรม	อื่นๆ	รวม
	ประชากร คน	ความหนาแน่น คน/ไร่	ปริมาณน้ำ $ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน
เขต 1	13 569	7.9	56 990	-	-	-	223	400	57 613
เขต 2	47 516	21.8	199 567	9 262	9 574	8 645	3 366	4 500	234 914
เขต 3	4 321	1.0	18 148	-	110 798	12 726	-	-	141 672
เขต 4	41 166	17.4	172 897	1 772	31 418	11 696	4 193	400	222 376
เขต 5	8 250	6.8	29 700	921	-	-	652	-	31 273
เขต 6	6 903	1.0	24 851	-	4 371	-	-	-	29 222
รวม	121 725		502 153	11 955	156 161	33 067	8 434	5 300	717 070

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างที่ 1 เขต 1 มีประชากรในปี 2528 = 12 726 (ตารางที่ 6.1) จากตารางที่ 6.2 ประชากรจะเพิ่มปีละ 3.26% ในระหว่าง 2528-2530 และใช้น้ำ 140 ลิตร/คน/วัน

$\therefore$ อัตราเพิ่มของประชากรใน 2 ปี = 1.0326^2 = 1.066

$\therefore$ ประชากร เขต 1 ในปี 2530 = 12 726 X 1.066 = 13 569 คน

$\therefore$ ปริมาณน้ำใช้ $13\,569 \times \frac{140}{1\,000} \times 30$ วัน = 56 990 $ม^3$/เดือน

ตัวอย่างที่ 2 โรงงานอุตสาหกรรมในเขต 1 ในปี 2528 ใช้น้ำ 210 $ม^3$/เดือน (ตารางที่ 6.3) และมีอัตราเพิ่ม 3% ในระหว่างปี 2528-2530 (ตารางที่ 6.2)

$\therefore$ อัตราการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมใน 2 ปี จะเพิ่ม = 1.03^2 = 1.061

$\therefore$ ปริมาณน้ำใช้ในปี 2530 = 210 X 1.061 = 223 $ม^3$/เดือน

ตารางที่ 6.5

ปริมาณการใช้น้ำในพ.ศ.2533

พื้นที่	บ้านเรือน			ภัตตาคารและโรงแรม	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	อุตสาหกรรม	อื่นๆ	รวม
	ประชากร คน	ความหนาแน่น คน/ไร่	ปริมาณน้ำ $ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน
เขต 1	15 044	8.8	63 184	-	-	-	297	800	64 281
เขต 2	49 247	22.6	206 837	9 599	9 864	8 960	3 489	6 300	245 049
เขต 3	4 452	1.1	18 698	-	114 155	13 505	-	300	146 658
เขต 4	45 377	19.2	190 583	1 950	34 331	12 781	4 385	1 000	245 030
เขต 5	9 081	0.9	32 691	1 226	-	-	799	300	35 016
เขต 6	7 543	1.1	27 154	-	4 639	-	-	300	32 093
รวม	130 744	-	539 147	12 775	162 989	35 246	8 970	9 000	768 127

ตารางที่ 6.6

ปริมาณการใช้น้ำในพ.ศ.2538

พื้นที่	บ้านเรือน			ภัตตาคารและโรงแรม	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล	โรงเรียนและสถานศึกษา	อุตสาหกรรม	อื่นๆ	รวม
	ประชากร คน	ความหนาแน่น คน/ไร่	ปริมาณน้ำ $ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน	$ม^3$/เดือน
เขต 1	17 868	10.4	75 045	-	-	-	478	2 000	77 523
เขต 2	52 274	24.0	219 550	10 189	10 367	9 511	3 703	13 000	266 320
เขต 3	4 679	1.1	19 651	-	119 978	14 911	-	1 000	155 540
เขต 4	53 375	22.6	224 175	2 289	39 799	14 816	4 723	2 000	287 802
เขต 5	10 656	1.1	38 361	1 974	-	-	1 120	1 000	42 455
เขต 6	8 745	1.3	31 482	-	5 121	-	-	1 000	37 603
รวม	147 597	-	608 264	14 452	175 265	39 238	10 024	20 000	867 243

ตารางที่ 6.7

ปริมาณการใช้น้ำในพ.ศ.2548

พื้นที่	บ้านเรือน			ภัตตาคารและโรงแรม $ม^3$/เดือน	สถานที่ราชการและโรงพยาบาล $ม^3$/เดือน	โรงเรียนและสถานศึกษา $ม^3$/เดือน	อุตสาหกรรม $ม^3$/เดือน	อื่นๆ $ม^3$/เดือน	รวม $ม^3$/เดือน
	ประชากร คน	ความหนาแน่น คน/ไร่	ปริมาณน้ำ $ม^3$/เดือน						
เขต 1	25 204	14.7	105 856	-	-	-	1 240	7 000	114 096
เขต 2	58 896	27.0	247 363	11 480	11 452	10 716	4 172	25 000	310 183
เขต 3	5 169	1.2	21 709	-	132 531	18 176	-	4 000	176 416
เขต 4	73 849	31.3	310 165	3 151	53 487	19 912	5 482	7 000	399 197
เขต 5	14 672	1.5	52 819	5 121	-	-	2 204	4 000	64 144
เขต 6	11 752	1.7	42 307	-	6 243	-	-	4 000	52 550
รวม	189 542	-	780 219	19 752	203 713	48 804	13 098	51 000	1 116 586

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย $= \frac{1\ 116\ 586 \times 1\ 000}{30 \times 189\ 542} =$ 196.3 ลิตร/คน/วัน

ตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.8

สรุปรวมปริมาณการใช้น้ำในอนาคต

หน่วย : ม^3/เดือน

พื้นที่	2528	2530 (2ปี)	2533 (5ปี)	2538 (10ปี)	2548 (20ปี)
เขต 1	53 960	57 613	64 281	77 523	114 096
เขต 2	228 880	234 914	245 049	266 320	310 183
เขต 3	138 885	141 672	146 658	155 540	176 416
เขต 4	208 125	222 376	245 030	287 802	399 197
เขต 5	29 495	31 273	35 016	42 455	64 144
เขต 6	28 170	29 222	32 093	37 603	52 550
รวม	687 515	717 070	768 127	867 243	1 116 586

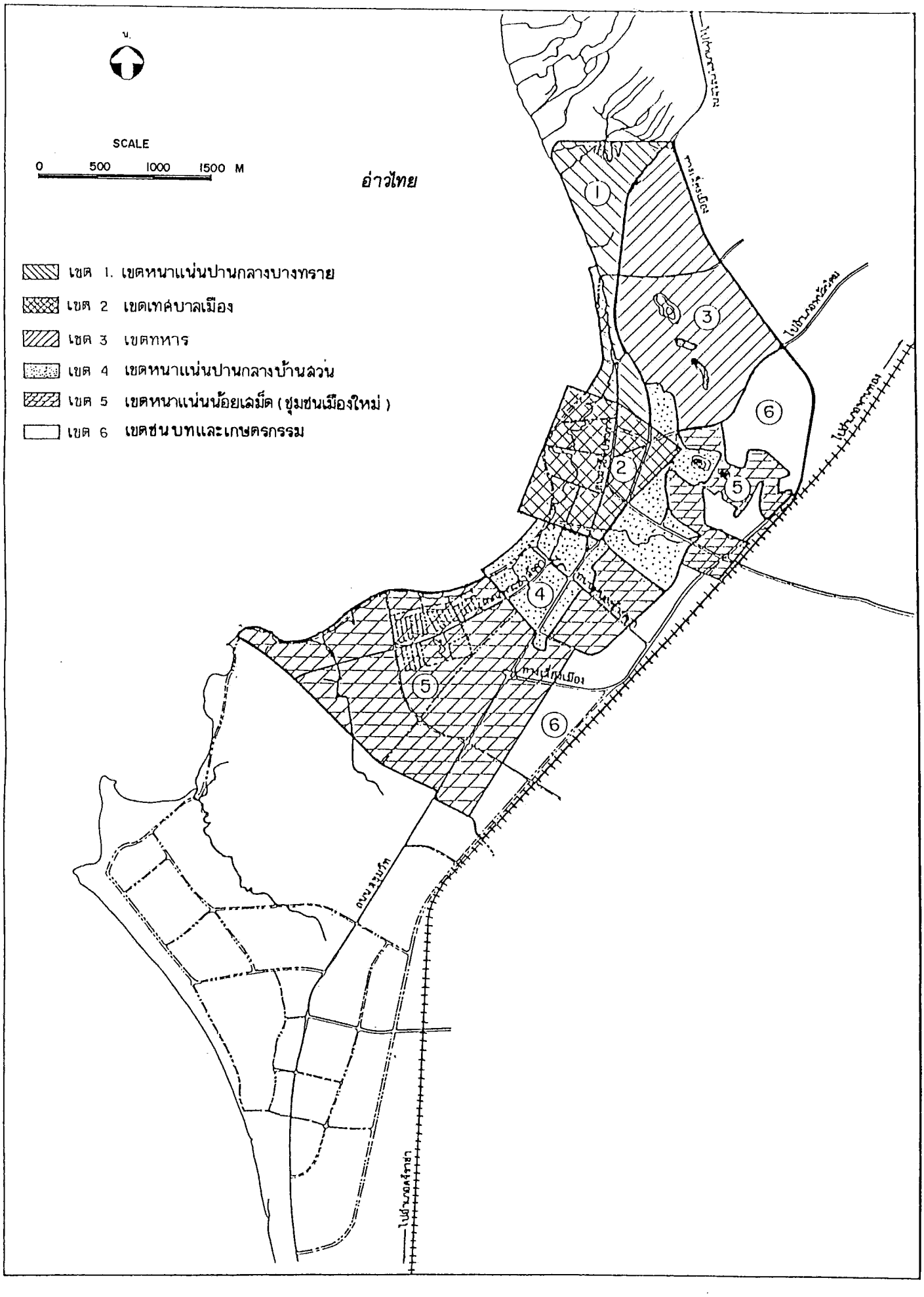
ตารางที่ 6.9

การประเมินปริมาณน้ำเสีย

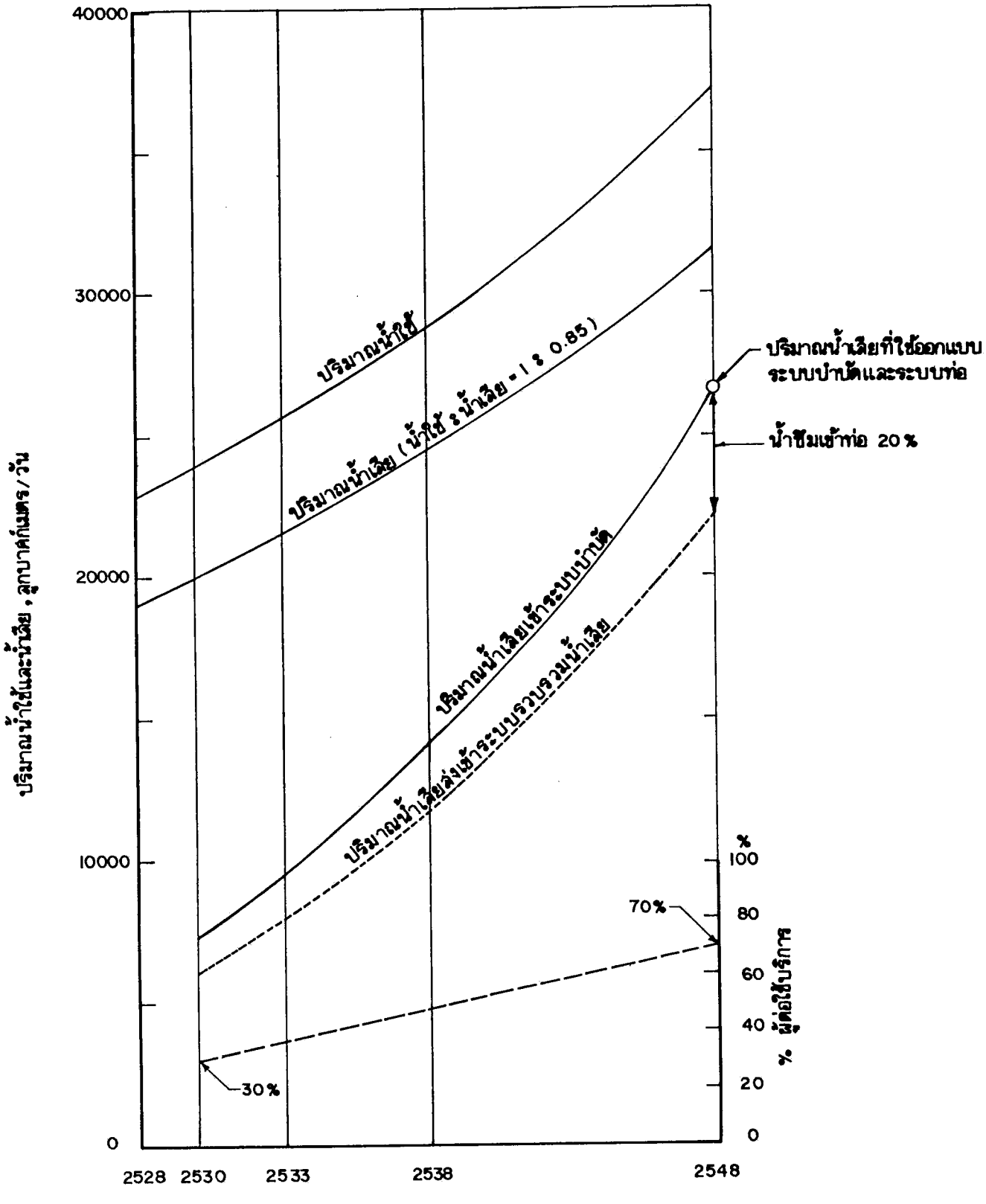
รายการ	2528	2530 (2ปี)	2533 (5ปี)	2538 (10ปี)	2548 (20ปี)
ปริมาณน้ำใช้,ม^3/เดือน	687 515	717 070	768 127	867 243	1 116 586
,ม^3/วัน	22 917	23 902	25 604	28 908	37 220
อัตราส่วนน้ำใช้:น้ำเสีย	1:0.85	1:0.85	1:0.85	1:0.85	1:0.85
ปริมาณน้ำเสีย,ม^3/วัน	19 479	20 317	21 763	24 572	31 637
เปอร์เซ็นต์ต่อผู้ใช้บริการ	-	30%	36.7%	47.8%	70%
ปริมาณน้ำเสียไประบบบำบัด ม^3/วัน	-	6 095	7 987	11 745	22 146
อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ	-	20%	20%	20%	20%
ปริมาณน้ำซึมเข้าท่อ,ม^3/วัน	-	1 219	1 597	2 349	4 429
ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัด,ม^3/วัน	-	7 314	9 584	14 094	26 575

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดในปี 2548 = $\frac{26\ 575 \times 1\ 000}{.7 \times 189\ 542}$

= 200 ลิตร/คน/วัน



รูปที่ 6.1
เขตเพื่อการประเมินปริมาณน้ำใช้และน้ำเสีย



รูปที่ 6.2

การประเมินปริมาณน้ำเสีย

ภาคผนวกที่ 7

มาตรฐานน้ำทิ้งและแหล่งรับน้ำทิ้ง

มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน*

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐานในระดับและขนาดชุมชนต่าง ๆ				หมายเหตุ
		ก.น้อยกว่า 101 คน	ข.101 - 500 คน	ค.501 - 2500 คน	ง.2501 ขึ้นไป	
1. บีโอดี	มก /ลบ ดม	90	60	30	20	เป็นบีโอดีของตัวอย่างน้ำที่ปล่อยให้ตกตะกอน
2. ปริมาณของแข็ง						
2.1 ปริมาณสารแขวนลอย	มก /ลบ ดม	60	50	40	30	
2.2 ปริมาณตะกอนหนัก	ลบ ซม /ลบ ดม	0.5	0.5	0.5	0.5	
2.3 ปริมาณสารละลาย	มก /ลบ ดม	+500	+500	+500	+500	เพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ไม่เกิน 500 มก /ลบ ซม
3. ซัลไฟด์	มก /ลบ ดม	4.0	3.0	1.0	1.0	
4. คลอรีนอิสระตกค้าง	มก /ลบ ดม	-	-	0.3 *	0.3 *	เฉพาะภาวะโรคระบาดต้องเติมคลอรีนให้มีคลอรีนอิสระตกค้างในน้ำ แต่มีค่าไม่เกิน 0.3 มก /ลบ ดม สำหรับภาวะปกติไม่กำหนดค่านี้
5. ไนโตรเจน						แบ่งขนาดชุมชนเป็น $\frac{2}{4}$ ระดับ คือน้อยกว่า 501 และ 501 คนขึ้นไป
5.1 ที เค เอ็น	มก /ลบ ดม	40	40	-	-	
5.2 ออร์กานิค-ไนโตรเจน	มก /ลบ ดม	15	15	10	10	- ไม่กำหนดแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและ ที เค เอ็น
5.3 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	มก /ลบ ดม	25	25	-	-	+ ไม่กำหนด เพราะปกติไม่มีไนเตรต-ไนโตรเจนออกมาจากขบวนการไร้ออกซิเจน
5.4 ไนเตรต-ไนโตรเจน	มก /ลบ ดม	+	+	+	+	+ จะกำหนด เมื่อแหล่งน้ำมีปัญหา
6. พีเอช	-	5-9	5-9	5-9	5-9	
7. น้ำมันและไขมัน	กม. /ลบ ดม	20	20	20	20	ตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (emulsifled samples) เก็บที่จุดน้ำปั่นป่วน (turbulent)
8. ฟีกัล โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น/ 100 ลบ ซม	X	X	X	X	X ไม่กำหนดในขณะนี้ แต่จะกำหนดภายหลังเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม
9. ฟอสเฟต	มก /ลบ ดม	X	X	X	X	

* ที่มา : การกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน งานคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กุมภาพันธ์ 2528 (อ้างอิง 22)

ตารางที่ 7.2

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
1. บีโอดี	มก/ลบ ดม	20-60	
2. ปริมาณของแข็ง			ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ
2.1 ปริมาณสารแขวนลอย	มก/ลบ ดม	30-150	และลักษณะการระบาย
2.2 ปริมาณสารละลาย	มก/ลบ ดม	2 000-5 000	
3. พีเอช (pH)		5-9	
4. เปอร์มังกาเนต	มก/ลบ ดม	60	
5. ซัลไฟด์	มก/ลบ ดม	1	
6. ไซยาไนด์	มก/ลบ ดม	0.2	
7. โลหะหนัก			
7.1 สังกะสี	มก/ลบ ดม	5	
7.2 โครเมียม	มก/ลบ ดม	0.5	
7.3 อาร์เซนิค	มก/ลบ ดม	0.25	
7.4 ทองแดง	มก/ลบ ดม	1	
7.5 ปรอท	มก/ลบ ดม	0.005	
7.6 แคดเมียม	มก/ลบ ดม	0.03	
7.7 บาเรียม	มก/ลบ ดม	1	
7.8 เซเลเนียม	มก/ลบ ดม	0.02	
7.9 ตะกั่ว	มก/ลบ ดม	0.2	
7.10 นิเกิล	มก/ลบ ดม	0.2	
7.11 แมงกานีส	มก/ลบ ดม	5	
8. น้ำมันทาร์	มก/ลบ ดม	ไม่มีเลย	
9. น้ำมันและไขมัน	มก/ลบ ดม	5	
10. ฟอร์มัลดีไฮด์	มก/ลบ ดม	1	
11. ฟีนอลและหรือครีโซลส์	มก/ลบ ดม	1	
คลอรีนอิสระ	มก/ลบ ดม	1	
12. ยาฆ่าแมลงและสารกัมมันตรังสี	มก/ลบ ดม	ไม่มีเลย	
13. อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	40	
14. สีหรือกลิ่น		ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	

*ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ฉบับที่ 12 พ.ศ.2525) เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (อ้างอิง 23)

ตารางที่ 7.3

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทย

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	การแบ่งระดับคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
		ระดับ				
		1	2	3	4	5
อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	ธ	ธ/	ธ/	ธ/	-
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8
ออกซิเจนละลาย (DO)	มก/ลิตร	ธ	6	4	2	-
บีโอดี (BOD)	มก/ลิตร	-	1.5	2.0	4.0	-
โคลีฟอร์ม แบคทีเรีย	MPN /100 มล					
- Total Coliform		-	5,000	20,000	-	-
- Fecalcoliform		-	1,000	4,000	-	-
ไนเตรท (NO_3) ในรูปไนโตรเจน	มก/ลิตร	5.0				
แอมโมเนีย (NH_3) ในรูปไนโตรเจน	มก/ลิตร	0.5				
ฟีนอล (Phenols)	มก/ลิตร	0.005				
ทองแดง (Cu)	มก/ลิตร	0.1				
นิคเกิล (Ni)	มก/ลิตร	0.1				
แมงกานีส (Mn)	มก/ลิตร	1.0				
สังกะสี (Zn)	มก/ลิตร	1.0				
สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive)	ศูรี	ไม่มี				
สารเป็นพิษ (Toxic Substances)						
ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก/ลิตร	0.002				
แคดเมียม (Cd)	มก/ลิตร	0.005*				
	มก/ลิตร	0.05**				
โครเมียม (Cr)	มก/ลิตร	0.05				
ตะกั่ว (Pb)	มก/ลิตร	0.05				
สารหนู (As)	มก/ลิตร	0.01				
ไซยาไนด์ (CN)	มก/ลิตร	0.005				
ยากำจัดศัตรูพืช (Pesticides)	มก/ลิตร	0.05				

ธ = เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ/ = เป็นไปตามธรรมชาติแต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3°ซ

* ในน้ำที่มีความกระด้างต่ำกว่า 100 มก/ลิตร ในรูป $CaCO_3$

** " สูงกว่า 100 มก/ลิตร ในรูป $CaCO_3$

ตารางที่ 7.3 (ต่อ)

หมายเหตุ	ระดับ 1	แหล่งน้ำสะอาดดีมาก ใช้ประโยชน์ เพื่อ - การอุปโภคและบริโภค โดยอาจไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการบำบัดน้ำ นอกจากการฆ่าเชื้อโรคอย่างปกติ - การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์วิทยาของแหล่งน้ำ โดยให้สิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน แพร่ขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ
	ระดับ 2	แหล่งน้ำสะอาดดี ใช้ประโยชน์เพื่อ - การอุปโภคและบริโภคโดยผ่านขบวนการบำบัด โดยทั่วไปก่อนใช้ - การอนุรักษ์สัตว์น้ำทั่วไปให้มีชีวิตอยู่รอดและเอื้ออำนวยต่อการประมง - การประมง - การพักผ่อนหย่อนใจ
	ระดับ 3	แหล่งน้ำสะอาดปานกลาง ใช้ประโยชน์เพื่อ - การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านขบวนการบำบัดน้ำโดยทั่วไป - การเกษตรกรรม
	ระดับ 4	แหล่งน้ำสะอาดพอใช้ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับ - การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านขบวนการบำบัดน้ำเป็นพิเศษ - การอุตสาหกรรม - กิจกรรมอื่น ๆ
	ระดับ 5	แหล่งน้ำที่ไม่อยู่ในระดับ 1-4 ใช้ประโยชน์ - การคมนาคม

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (วล.)

ตารางที่ 7.4

มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในอ่าวกะรน จังหวัดภูเก็ต

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	การใช้ประโยชน์ของน้ำทะเล	
		เพื่อการว่ายน้ำ	เพื่ออนุรักษ์แหล่งปะการัง
พีเอช (pH)	-	6.5-8.3	7.5-8.9
ออกซิเจนละลาย (DO)	มก/ลิตร	ไม่น้อยกว่า 4.0	ไม่น้อยกว่า 5.0
ความโปร่งใส (Transparency, Secchi disc)	เมตร	ไม่น้อยกว่า 10	ไม่น้อยกว่า 15
ตะกอนแขวนลอย (S.S.)	มก/ลิตร	ไม่มากกว่า 20	ไม่มากกว่า 10
โคลิฟอร์ม (Total Coliform)	MPN/100 มล.	ไม่มากกว่า 1 000	-
อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	23°-33°	23°-33°
ความเค็ม (Salinity)	ส่วนในพันส่วน	-	29-35
น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)	มก/ลิตร	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม (วล.)

ตารางที่ 7.5

มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของญี่ปุ่น

Category / Item / Purpose of water use	Standard values				
	pH	Chemical oxygen demand (COD)	Dissolved oxygen (DO)	Number of coliform groups	N-hexa extrac
A — Fishery, class 1; bathing; conservation of natural environment, and uses listed in B-C	7.8-8.3	2 mg/1 or less	7.5 mg/1 or more	1,000 MPN/100 ml or less	Not date
B — Fishery, class 2; industrial water and uses listed in C	7.8-8.3	3 mg/1 or less	5 mg/1 or more	-	Not date
C — Conservation of environment	7.0-8.3	8 mg/1 or less	2 mg/1 or more	-	-

Note: 1. With regard to the water quality of fishery, class 1 for cultivation of oysters, the number of coliform groups shall be less than 70 MPN/100 ml.

2. Fishery, class 1 : For aquatic life such as red sea-bream, yellow tail, seaweed and those of fishery.
Fishery, class 2 : For aquatic life such as gray mullet, lavel, etc.

3. Conservation of environment : Up to the limits at which no unpleasantness to people is caused in their daily

หมายเหตุ Class A, หากมีฟาร์มหอยค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดเหลือไม่เกิน 70 MPN/100 ml

ที่มา : "Technical Forum on Sewage Works and Related Technologies". Prepared by International Engineering Consultants Association (Japan), Japan Sewage Works Association, Technology Transfer Institute, No Date (อ้างอิง 12)

ตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.6

มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเทศฟิลิปปินส์

Parameter	Shellfishing	Bathing	Fishing	Navigation
Coliforms (MPN)	70.0	1000.0	1000.0	-
Turbidity (units)	50.0	30.0	20.0	-
Color (units)	50.0	30.0	20.0	100.0
Odor (T.O.)	50.0	5.0	80.0	80.0
Temperature (°F)	86.0	86.0	93.0	-
Floatables	None	None	None	No nuisance
Sludges	-	-	-	No nuisance
Toxic substances	None injurious	None injurious	None injurious	-
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	Min.5
Phenols (mg/1)	0.01	1.0	1.0	-
Oil (mg/1)	2.0	2.0	5.0	10.0
BOD (mg/1)	20.0	10.0	30.0	-
DO (mg/1) (minimum)	5.0	5.0	5.0	3.0
Ra.266 (uuc/1)	-	3.0	-	-
Sr.90 (uuc/1)	-	10.0	-	-
Alpha emitters (uuc/1)	-	1.0	-	-
Bela emitters (uuc/1)	-	10.0	-	-
Copper (mg/1)	0.1	-	-	-

ที่มา : อ้างอิง 21

ตารางที่ 7.7

CRITERIA FOR TOXIC SUBSTANCES IN MARINE WATER

Substance	Hawaiian standards mg/l	Water quality criteria 1972	
		Minimal risk mg/l	Hazardous mg/l
Arsenic	0.01	0.01	0.05
Antimony			0.20
Barium		0.5	1.0
Beryllium		0.1	1.5
Boron		5.0	5.0
Cadmium	0.005	0.0002	0.01
Chromium	0.1	0.05	0.1
Cyanide	0.005	0.005	0.01
Fluoride		0.5	1.5
Lead	*	0.01	0.05
Manganese	0.1	0.02	0.1
Mercury	0.0002		0.0001
Nickel	*	0.002	0.1
Selenium	*	0.005	0.01
Silver	*	0.001	0.005
Zinc	*	0.02	0.1

* Standard to be determined by applying a 0.01 factor to the 96 hour lethal concentration of the substance upon 50 percent of the appropriate test organisms.

ที่มา: อ้างอิง 42

ตารางที่ 7.8

มาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศสิงคโปร์

Substance/Parameter	Limit, in milligrams per litre of effluent, for discharge into		
	Public sewer	Watercourse other than a controlled watercourse	Controlled watercourse
(1) Substances			
(a) Total suspended solids ...	400	50	30
(b) Total dissolved solids ...	3 000	2 000	1 000
(c) Chloride (as chloride ion)	1 000	600	400
(d) Sulphate (as SO_4) ...	1 000	500	200
(e) Sulphide (as sulphur) ...	1	0.2	0.2
(f) Cyanide (as CN) ...	2	0.1	0.1
(g) Detergents (linear alkylate sulphonate as methylene blue active substances) ...	30	15	5
(h) Grease and oil ...	60	10	5
(i) Arsenic ...	5	1	0.05
(j) Barium ...	10	5	5
(k) Tin ...	10	10	5
(l) Iron (as Fe) ...	50	20	1
(m) Beryllium ...	5	0.5	0.5
(n) Boron ...	5	5	0.5
(o) Manganese ...	10	5	0.5
(p) Phenolic compounds (expressed as phenol) ...	0.5	0.2	Nil
(2) BOD/COD			
BOD (5-day, 20°c) ...	400	50	20
COD ...	600	100	60
(3) Metals			
(a) Cadmium ...	1	0.1	0.01
(b) Chromium (trivalent and hexavalent) ...	5	1	0,05
(c) Copper ...	5	0.1	0.1
(d) Lead ...	5	0.1	0.1
(e) Mercury ...	0.5	0,05	0,001
(f) Nickel ...	10	1	0.1
(g) Selenium ...	10	0.5	0.01
(h) Silver ...	5	0.1	0.1
(i) Zinc ...	10	1	0.5
(4) Total concentration of Metals			
Where two or more of metals in (3) are present in the effluent, the concentration of the metals shall not be more than ...	10	1	0.5
(5) Others			
(a) Free chlorine ...	-	1	-
(b) Colour ...	-	7 Lovibond units	-
(c) Phosphates (as PO_4) ...	-	5	2
(d) Calcium and Magnesium (as Ca and Mg) ...	-	200	150
(e) Nitrate (as NO_3) ...	-	-	20

ภาคผนวกที่ ๘

เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ภาคผนวกที่ 8

เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ระบบ Stabilization Ponds

ผังและส่วนประกอบของระบบแสดงในรูปที่ 8.1 ส่วนเกณฑ์การออกแบบมีดังนี้

(A)	BOD loading rate :	45 kg/rai/day
(B)	Depth, d :	2.0 m
(C)	Detention time, t :	Not specified
(D)	BOD removal efficiency :	85 %
(E)	Chlorination : Type	Baffle type
	: Contact time	15 minutes

2. ระบบ Aerated Lagoons (Completely Mixed)

ส่วนประกอบของระบบแสดงในผังในรูปที่ 8.2 เกณฑ์การออกแบบ ได้แก่

(A) Use first order kinetics, n equals pond volume

$$Le = \frac{Lo}{\left[1+\frac{kt}{n}\right]^n}$$

(B) $k = 2.5\ day^{-1}$ at 20°c

(C) Detention time, t : Not specified

(D) Depth, d : 3.5 m

(E) BOD loading BOD_L : Use formula in (A)

(F) Aerators : Use low speed aerators
: O_2 1 kg/kw/Hr
: Power consumption 6 kw/1000m^3

(G) Secondary clarifier : Surface overflow rate 16 m^3/m^2-day

(H) Chlorination : Same as stabilization ponds

(I) Efficiency : 90%

(J) Drying beds : 0.025 m^2/person

3. Activated Sludge (Conventional)

ส่วนประกอบของระบบแสดงในรูปที่ 8.3 และเกณฑ์กำหนดในการออกแบบมีดังนี้

(A) Primary clarifier : Surface loading 35 m^3/m^2-day

(B) Aeration tank : BOD_L 0.5 kg/m^3-day
: t 6 Hours

(C) Aerator : Same as aerated lagoons

(D) Secondary clarifier : Surface loading 25 m^3/m^2-day

(E) Chlorination : Same ad stabilization ponds

(F) Sludge stabilization tank : Use t of 10 days to reduce sludge odor problem from primary clarifier

(G) Drying beds : Use 0.03 m^3/person for sludge from sludge stabilization tank

4. Oxidation Ditch (Completely Mixed)

รูปที่ 8.4 แสดงส่วนประกอบต่างๆของระบบ เกณฑ์กำหนดที่ใช้ออกแบบมีดังนี้

(A) Aeration tank : Use F/M = 0.1, t not specified.

(B) Rotor : Use cage rotor, O_2 = 3 $kgO_2/m/hr$
Ditch volume = 12 000 gal/ft of rotor

(C) Secondary clarifier : Same as aerated lagoons

(D) Drying beds : Same as aerated lagoons

5. Rotating Biological Contactor (RBC)

ส่วนประกอบของระบบแสดงในรูปที่ 8.5 เกณฑ์กำหนดที่ใช้ออกแบบได้แก่

(A) Primary clarifier : Same as activated sludge

(B) Aeration tank : Use surface area from Figure 8.6 as recommended by Mr.Kenji Kaneko(Ref. 12)
: Sizing of RBC by using Table 8.1 as recommended in Reference 12.

(C) Secondary clarifier : Use overflow rate according to Figure 8.7 as recommended in Reference 12.

(D) Sludge stabilization tank : Same as activated sludge

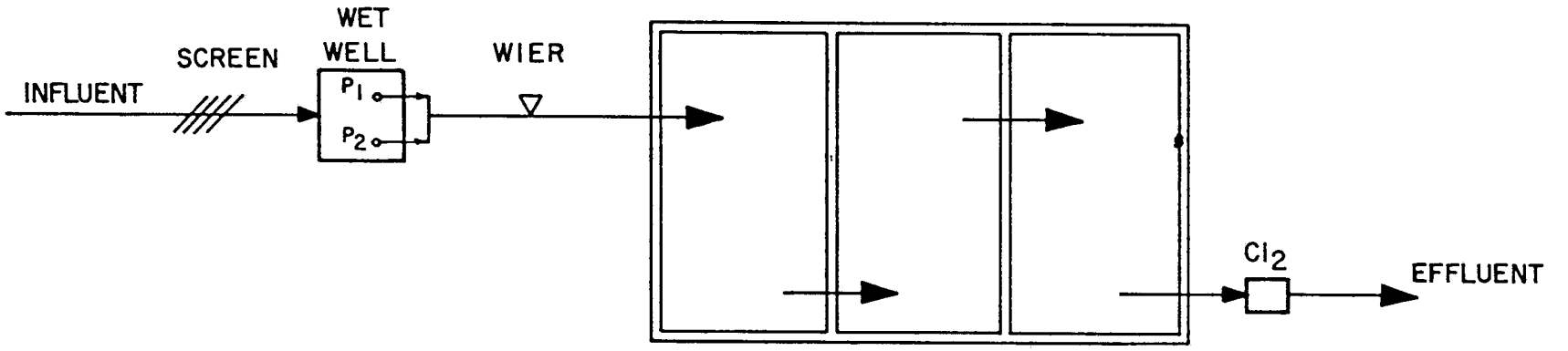
(E) Drying beds : Same as activated sludge

ตารางที่ 8.1

TYPICAL SURFACE AREA OF RBC

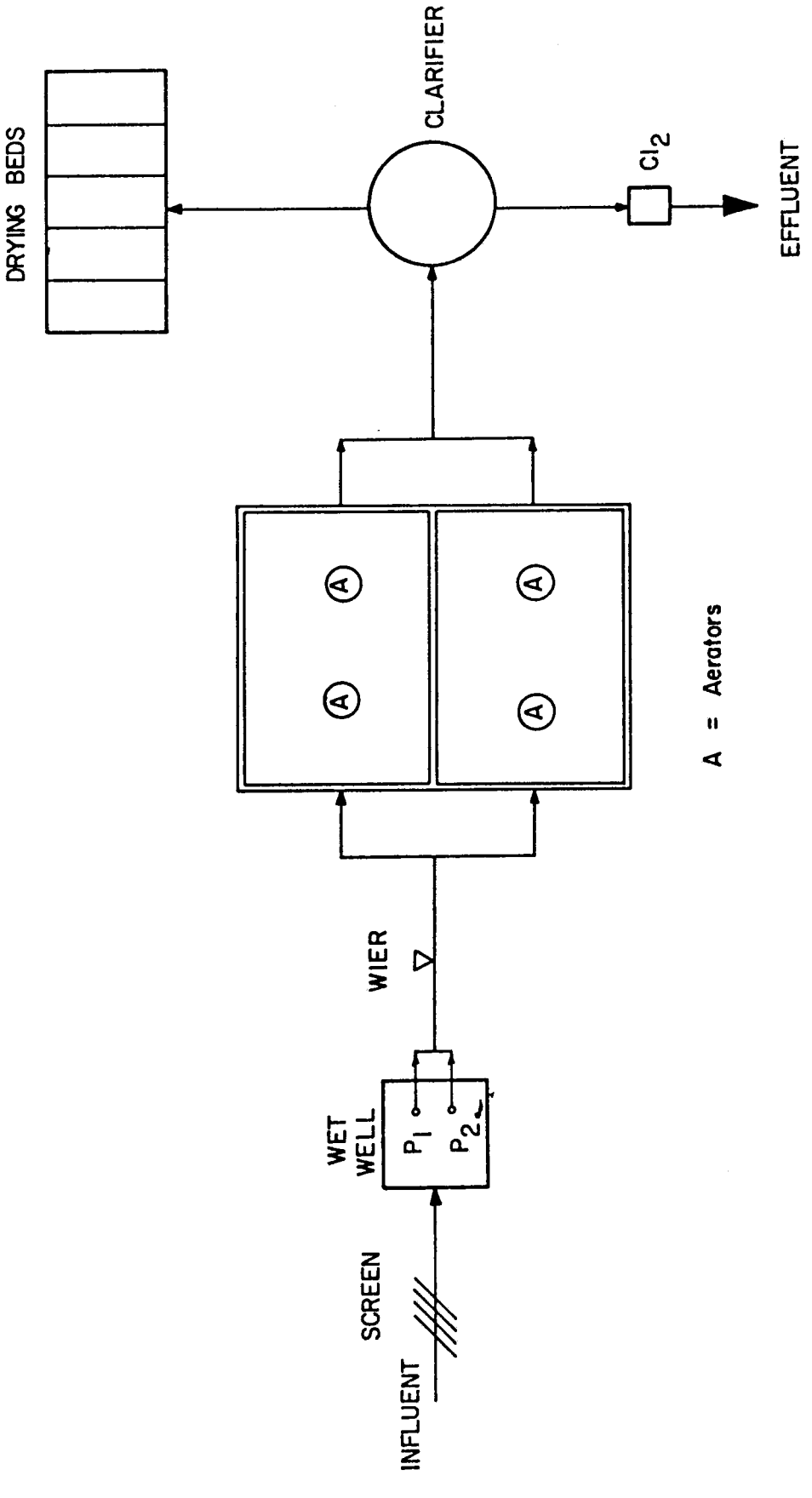
Diameter	Stages	Surface area for indicated length, m^2			
		3.0 m	4.5 m	6.0 m	7.5 m
3.2 mø	1	3220	4630	5920	7450
	2	2820	4240	5530	7080
	4	2050	3590	4890	6430
3.6 mø	1	4160	5990	7650	9660
	2	3650	5500	7150	9150
	4	2670	4640	6330	8310

Note : From Reference 12.

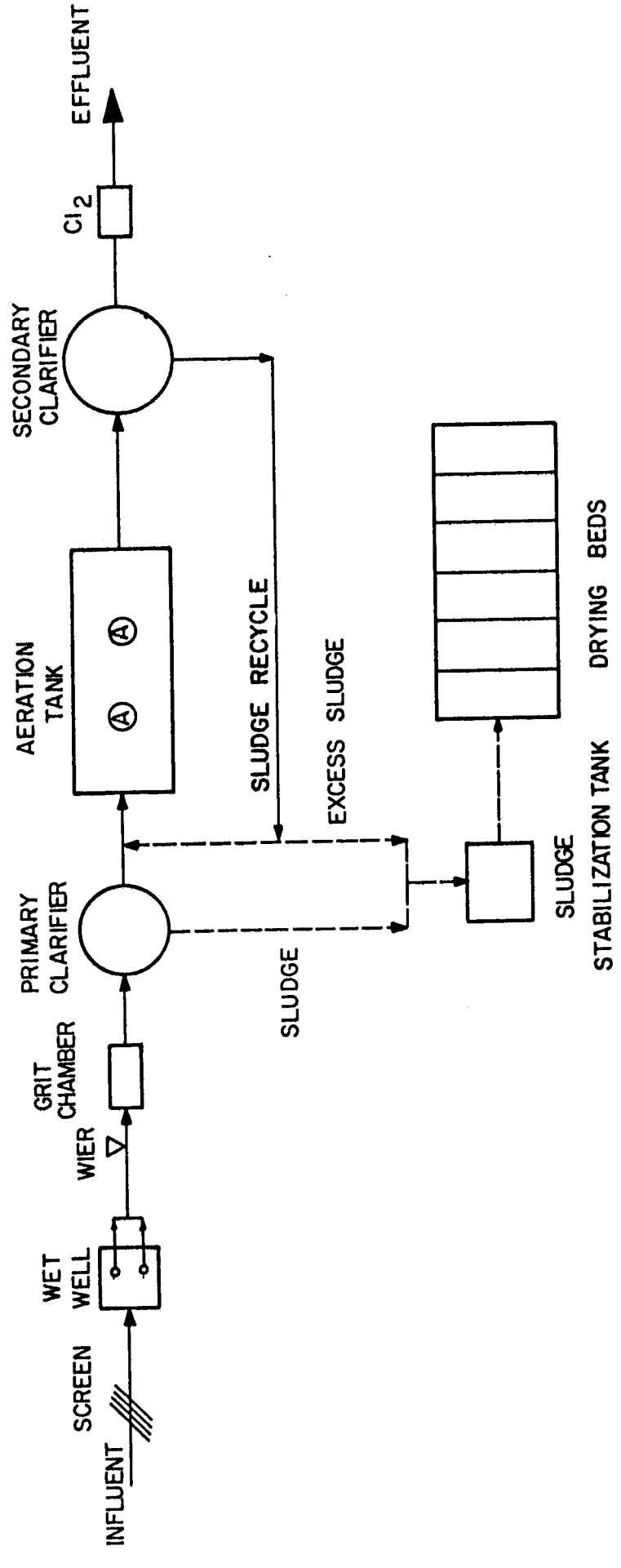


รูปที่ 8.1
STABILIZATION PONDS

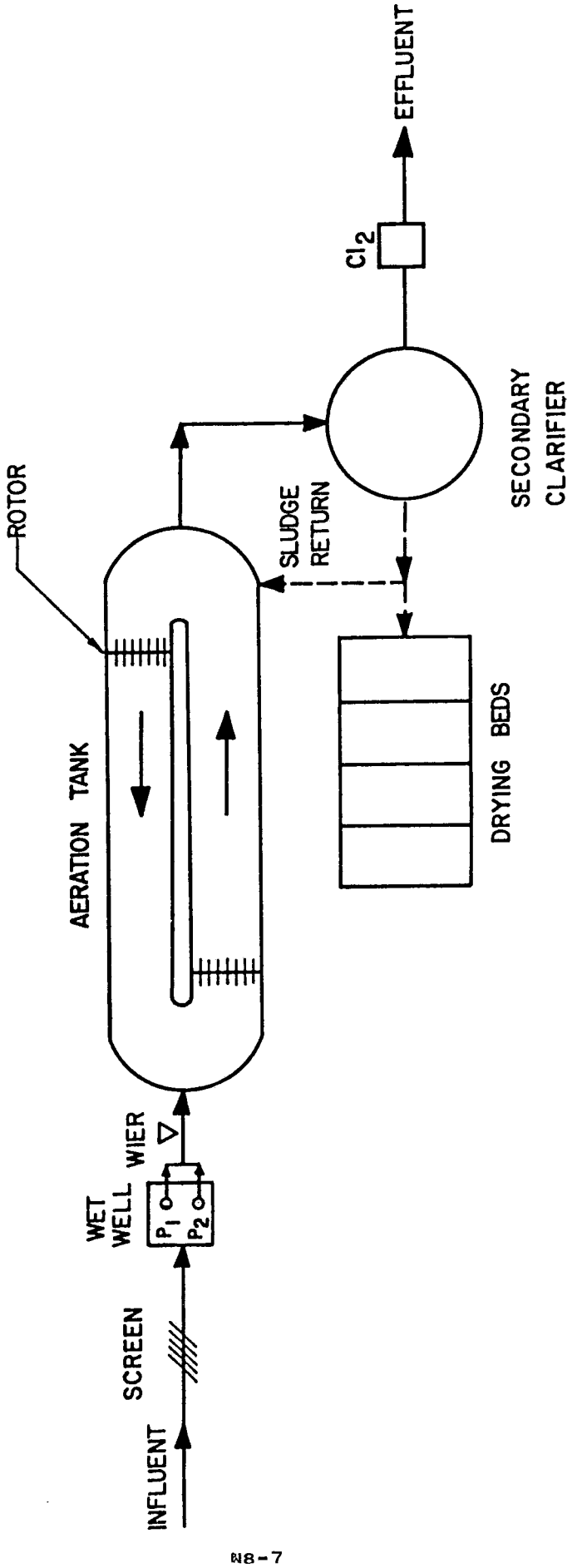
รูปที่ 8.1



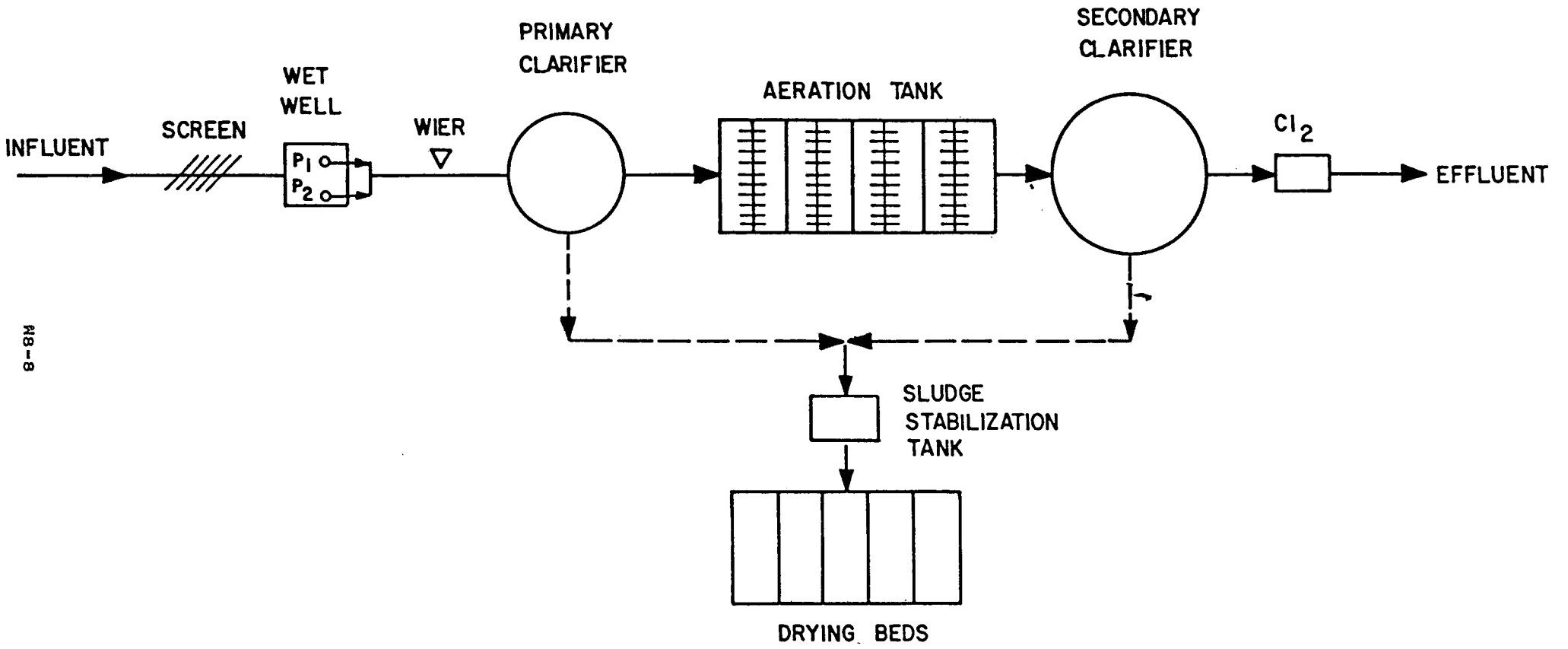
รูปที่ 8.2
AERATED LAGOONS



ดูปที่ 8.3
CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE

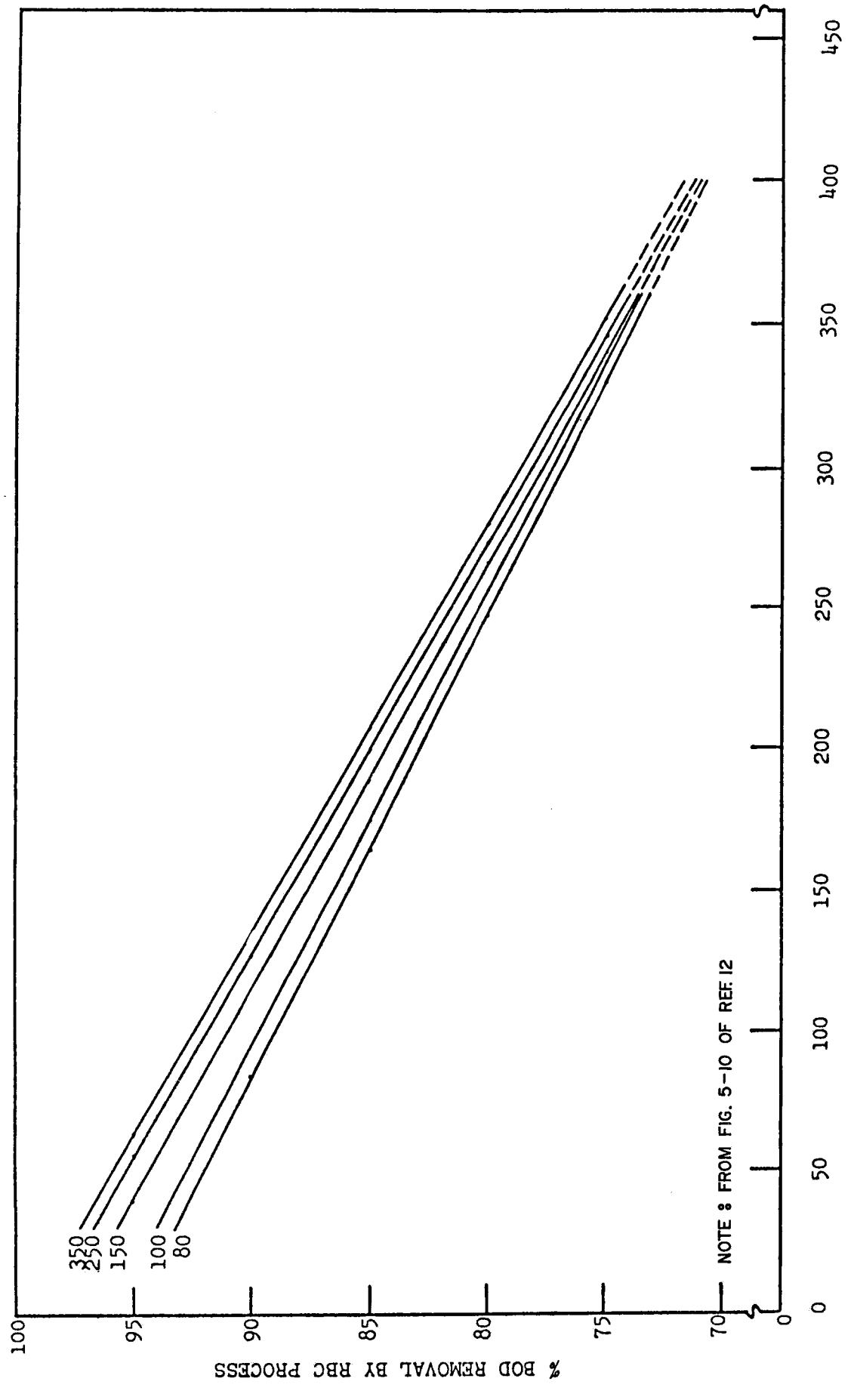


รูปที่ 8.4
OXIDATION DITCH



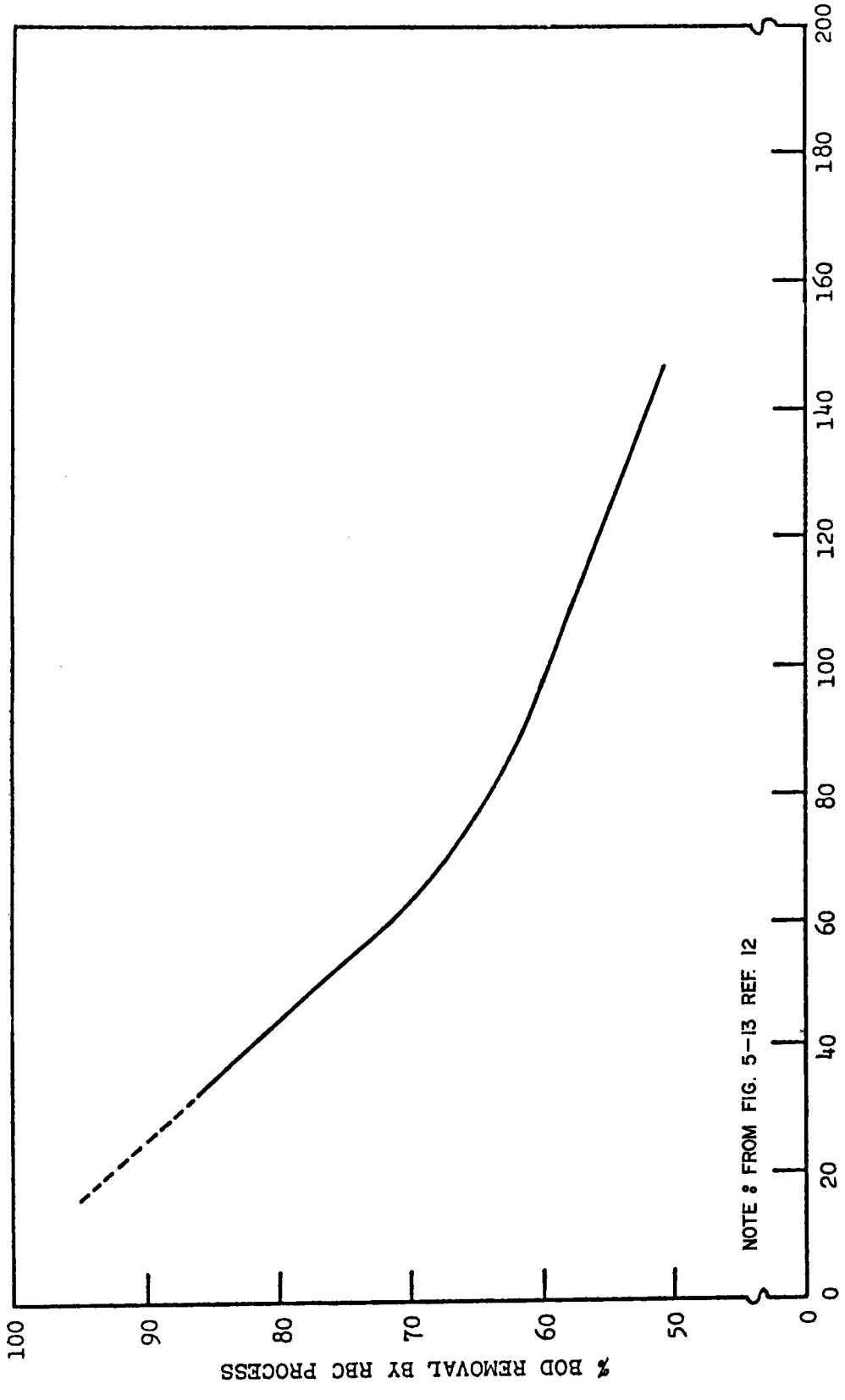
รูปที่ 8.5
ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR

รูปที่ 8.5



รูปที่ 8.6

RBC PROCESS DOMESTIC WASTEWATER BOD REMOVAL WASTEWATER TEMPERATURE $C^{\circ} \geq 13$



รูปที่ 8.7
RBC PROCESS SECONDARY CLARIFIER REQUIREMENT

ภาคผนวกที่ ๑

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการกระจายของมลสารในทะเล

ภาคผนวกที่ 9

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการกระจายของมลสารในทะเล

สภาพการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรีและบริเวณข้างเคียงเนื่องจากการปล่อยน้ำเสียจากเมืองชลบุรีในภาวะต่างๆสามารถประเมินได้โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งแสดงการแพร่กระจายของมลสารจากน้ำเสีย กรณีต่างๆที่พิจารณาเปรียบเทียบมีดังนี้

ก. กรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสีย การปล่อยน้ำเสียเป็นไปตามสภาพปัจจุบันในขณะที่ชุมชนขยายตัวขึ้นในอนาคต

ข. กรณีมีการบำบัดน้ำเสียโดยปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่บ่ากคลองละมุ

ค. กรณีปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลหลังการบำบัดขั้นปฐมภูมิ

1. ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับประเมินสภาพการแพร่กระจายของมลสารในน้ำทะเลนี้พัฒนาขึ้นจากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขและสมมุติฐานที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงของอ่าวชลบุรี โดยพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำการคำนวณและแสดงผลลัพท์ ขั้นตอนต่างๆในการพัฒนาแบบจำลองมีดังนี้

1.1 สมการแสดงการพัฒนา การแพร่กระจาย และการสลายของมลสาร

การกระจายของมลสารในน้ำทะเลหลังจากที่ปล่อยมลสารสู่ทะเลแล้วเป็นไปโดยขบวนการพัดพา การแพร่กระจาย และการสลายของมลสาร ในกรณีท้องทะเลที่ตื้นจะมีการผสมผสานทั่วถึงในแนวดิ่งตลอดความลึก การแพร่กระจายของมลสารหลังจากปล่อยสู่ทะเลจะอยู่ในแนวราบ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยสมการสองมิติ แสดงการพัดพา การแพร่กระจาย และการสลายของมลสารดังนี้ (อ้างอิง 41)

$$\frac{\partial c}{\partial t} = - U_x \frac{\partial c}{\partial x} - U_y \frac{\partial c}{\partial y} + E_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + E_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - kc \qquad (1)$$

โดยให้

c = ความเข้มข้นของมลสาร

t = เวลา

x และ y = ระยะทางในแนวแกน x และแกน y ตามลำดับ

U_x และ U_y = ความเร็วของกระแสน้ำในแนวแกน x และแกน y ตามลำดับ

E_x และ E_y = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแนวแกน x และแกน y ตามลำดับ

k = อัตราการสลายของมลสารซึ่งเป็นไปตามปฏิกริยาอันดับหนึ่ง

1.2 สมมุติฐานและเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์

โดยที่สมการ (1) ข้างต้นเป็นสมการแสดงการผันแปรของความเข้มข้นของมลสารตามระยะเวลาณ ตำแหน่งต่างๆในระนาบนอนของท้องทะเล แต่วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวซึ่งสามารถแทนด้วยสภาพคงตัว (Steady State) เนื่องจากกระแสน้ำในบริเวณนี้ไหลในทิศทางขนานกับชายฝั่ง ดังนั้นเมื่อกำหนดให้แนวแกน x ที่จุดปล่อยน้ำเสียอยู่ในแนวทิศทางของกระแสน้ำ และสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย E_x และ E_y มีค่าเท่ากันให้เท่ากับ E สมการคงตัวของ (1) จึงแปรรูปเป็น

$$U_x \frac{\partial c}{\partial x} = E \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}\right) - kc \qquad (2)$$

ค่าความเข้มข้น c ณ ตำแหน่งต่างๆ (x,y) หาได้โดยการแก้สมการ (2) ซึ่งในที่นี้มีสองกรณี คือ

ก. กรณีปล่อยมลสารที่ชายฝั่งทะเล จะได้

$$c = \frac{W}{\pi z E} \exp\left(\frac{U_x x}{2E}\right) K_o\left[r\sqrt{k/E + (U_x/2E)^2}\right] \qquad (3)$$

และ ข. กรณีปล่อยมลสารนอกฝั่งทะเล จะได้

$$c = \frac{W}{2\pi z E} \exp\left(\frac{U_x x}{2E}\right) K_o\left[r\sqrt{k/E + (U_x/2E)^2}\right] \qquad (4)$$

โดยให้ W = อัตราการปล่อยมลสารต่อหน่วยเวลา

K_o = Modified Bessel functions of the second kind

z = ความลึกเฉลี่ยของทะเล

r = เป็นระยะทางจากจุดปล่อยน้ำเสีย = $\sqrt{x^2 + y^2}$

การหาการกระจายของมลสารจากจุดปล่อยมลสารหลายๆจุดสามารถประมาณได้โดยการคิดแยกการกระจายของมลสารจากแต่ละจุดแล้วนำผลมารวมโดยวิธี Superimposition

<u>โปรแกรมคอมพิวเตอร์</u>

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินการกระจายของมลสารในทะเลนี้สร้างขึ้นจากการแก้สมการ (2) ซึ่งได้เป็นสมการ (3) และ (4) ข้างต้น และพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิค (BASIC) ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM-PC พร้อมด้วยระบบ Graphics.

ลักษณะของโปรแกรมเป็น Semi-interactive กล่าวคือในการคำนวณ จะรับข้อมูลซึ่งใช้ควบคุมการทำงานของโปรแกรมโดยการโต้ตอบบนจอภาพ สำหรับข้อมูลรายละเอียดที่นำไปใช้คำนวณจะอ่านมาจาก Input File ซึ่งเตรียมบันทึกไว้บนจานแม่เหล็ก เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จแล้วจะแสดงผลออกเป็นรูปปรากฏบนจอในลักษณะของเส้นแสดงความเข้มข้นของมลสารในทะเลประกอบบนแผนที่ ซึ่งสามารถถ่ายลงกระดาษบนเครื่องพิมพ์แบบ Dot-matrix ข้อมูลที่ใช้เข้าแบบจำลอง สำหรับการคำนวณมีรายละเอียดตามที่แสดงในตารางที่ 9.1 รายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์พร้อมตัวอย่างการใช้โปรแกรมและการเตรียม Input File แสดงอยู่ท้ายภาคผนวกที่ 9 นี้ด้วยแล้ว

2. <u>การกำหนดค่าในแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง</u>

ก่อนที่จะนำแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้มาใช้ประเมินสภาพการกระจายของมลสารในสภาพการต่างๆในอนาคต ต้องกำหนดค่าต่างๆในแบบจำลองให้เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองสามารถประเมินสภาพได้ใกล้เคียงกับสภาพการที่จะเกิดขึ้นจริงมากที่สุด สำหรับค่าต่างๆซึ่งจะแทนสภาพของอ่าวชลบุรีนี้กำหนดขึ้นโดยการประมวลข้อมูลที่ได้จากผลการสำรวจศึกษาในสถานที่และรวบรวมจากผลการศึกษาอื่นๆที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน นอกจากนั้นหลังจากที่ได้กำหนดค่าต่างๆขึ้นแล้วจึงได้ทดสอบค่ากับแบบจำลองประเมินผลเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันที่ได้จากการสำรวจ (ปี พ.ศ.2528) อีกชั้นหนึ่ง

ตารางที่ 9.1

ข้อมูลสำหรับเข้าแบบจำลองคณิตศาสตร์

รายการ	หน่วย
1. สภาพท้องทะเลและเงื่อนไขทั่วไป	
ความลึกเฉลี่ย	เมตร
สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย	เมตร^2/วัน
ความเร็วของกระแสน้ำ	เมตร/วัน
อัตราการสลายของมลสาร	1/วัน
จำนวนจุดปล่อยมลพิษ	-
2. รายละเอียดของจุดปล่อยมลสารแต่ละจุด	
ประเภทของจุดปล่อย ชายฝั่ง/นอกฝั่ง	
ตำแหน่งเทียบกับแกน x	เมตร
ตำแหน่งเทียบกับแกน y	เมตร
อัตราการปล่อยมลสาร	หน่วยน้ำหนักหรือจำนวน/วัน
มุมแสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำ (วัดทวนเข็มนาฬิกาจากแนวแกน x)	องศา
3. รายละเอียดพื้นที่ที่ทำการคำนวณ	
ระยะทางส่วนกว้างในแนวแกน x	เมตร
ระยะห่างของแต่ละจุดย่อยในแนวแกน x	เมตร
ระยะทางส่วนกว้างในแนวแกน y	เมตร
ระยะห่างของแต่ละจุดย่อยในแนวแกน y	เมตร

อย่างไรก็ตามควรตระหนักไว้ด้วยว่า เนื่องจากแบบจำลองนี้ได้พัฒนาขึ้นจากสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ที่จะแสดงสภาพรวมในระยะยาวของการกระจายของมลสาร สภาพการซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาสั้นๆ จึงไม่อาจแสดงได้โดยแบบจำลองนี้ ดังนั้นในการกำหนดค่าต่างๆจึงได้ใช้ค่าที่แสดงสภาพรวมของอ่าวชลบุรี หลักเกณฑ์การกำหนดค่า และการประเมินผลเปรียบเทียบกับสภาพจริงได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

2.1 <u>สภาพท้องทะเล และการสลายของมลสาร</u>

ก. <u>ความลึก</u> บริเวณอ่าวชลบุรีท้องทะเลมีลักษณะราบ ความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนบริเวณที่ปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 6 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ข. <u>สัมประสิทธิ์การกระจาย</u> จากการศึกษาหลายแห่งที่ผ่านมาสรุปได้ว่า การแพร่กระจายในอ่าวไทยเป็นลักษณะ Turbulent Mixing มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายประมาณ 3-4 $ม^2$/วินาที ดังนั้นสำหรับอ่าวชลบุรีซึ่งมีสภาพการผสมผสานพอสมควรจึงกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 3.5 $ม^2$/วินาที หรือเท่ากับ 3.02×10^5 $ม^2$/วัน

ค. <u>กระแสน้ำ</u> กระแสน้ำที่มีผลต่อการแพร่กระจายในระยะยาวนั้นคิดจากค่าการเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำในบริเวณอ่าวชลบุรี การเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำออกจากอ่าวไทยตอนบนในแต่ละเดือนประมาณว่าเฉลี่ยประมาณ 0.1 ถึง 4 เซ็นติเมตรต่อวินาที (อ้างอิง 33) สำหรับการเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำบริเวณอ่าวชลบุรียังไม่เคยมีการประเมินไว้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำบางปะกงต่อการไหลเวียนของน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งชลบุรี รวมทั้งข้อมูลการเคลื่อนที่รวมที่สัตหีบซึ่งมีค่าประมาณ 2 เซ็นติเมตรต่อวินาที ดังได้บรรยายไว้ในเรื่องลักษณะสมุทรศาสตร์แล้ว ในการศึกษาการแพร่กระจายของมลสารนี้จึงใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำรวม 0.025 เมตรต่อวินาที (2 160 เมตรต่อวัน) สำหรับกรณีกระแสน้ำเฉลี่ย ส่วนในช่วงเวลาที่มีกระแสน้ำเร็วที่สุดประมาณว่าความเร็วของกระแสน้ำรวมมีค่าไม่เกิน 0.1 เมตรต่อวินาที (8 640 เมตรต่อวัน) และทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในแนวขนานกับชายฝั่งหรือในแนวไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงน้ำขึ้น และไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงน้ำลง

ง. <u>อัตราการสลายของมลสาร</u> โคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำทั่วไปสลายตัว (ตาย-เกิด) ด้วยปฏิกิริยาอันดับหนึ่งด้วยอัตรา 1-1.5 ต่อวัน สำหรับการสลายของแบคทีเรียในน้ำทะเลอ่าวชลบุรี ใช้ค่าอัตราการสลายเท่ากับ 1.25 ต่อวัน การสลายของบีโอดีในสภาพที่มีการตกตะกอนด้วยส่วนหนึ่ง ค่าเฉลี่ยโดยปกติทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.6-0.8 ต่อวัน ดังนั้นในกรณีนี้ใช้อัตราเกณฑ์ต่ำคือ ให้อัตราการสลายของบีโอดีเท่ากับ 0.6 ต่อวัน

ค่ากำหนดต่างๆที่ใช้กับแบบจำลองคณิตศาสตร์สรุปตามที่แสดงในตารางที่ 9.2

2.2 <u>เกณฑ์การประเมินอัตราการปล่อยมลสาร</u>

อัตราการปล่อยมลสารลงทะเลในสภาพการต่างๆ ประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

ก. <u>สภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย</u> น้ำเสียที่ออกสู่ทะเลจะเป็นน้ำเสียที่สิ้นออกจากบ่อเกรอะบ่อซึมผ่านมาตามท่อระบายน้ำ และลำรางเปิด มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนประมาณ 2×10^6 ต่อ 100 มิลลิลิตร และมีบีโอดี 150 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยอัตราการไหลของน้ำเสียลงทะเลเป็น 70 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำเสียซึ่งประเมินไว้ (ถือว่าน้ำเสียที่ซึมหายไปในดินและอื่นๆเท่ากับ 30 เปอร์เซนต์)

ตารางที่ 9.2

สรุปค่ากำหนดที่ใช้กับแบบจำลองคณิตศาสตร์

รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้
ก. ความลึกเฉลี่ย	เมตร	
- บริเวณอ่าวชลบุรี		1.5
- บริเวณทิ้งน้ำเสียนอกฝั่งทะเล		6.0
ข. สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย	เมตร^2/วัน	3.02 X 10^5
ค. ความเร็วของกระแสน้ำ	เมตร/วัน	
- สภาพปกติ		2 160
- ฤดูแล้ง		0
- ฤดูฝน		8 640
ง. ทิศทางกระแสน้ำ	ขนานกับชายฝั่ง, NE-SW	
จ. อัตราการสลายของมลสาร	/วัน	
- โคลิฟอร์มแบคทีเรีย		1.25
- บีโอดี		0.60

ข. <u>สภาพหลังจากมีระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดทุติยภูมิที่ปากคลองละมุ</u> น้ำเสียที่ออกสู่ทะเลโดยตรงจะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อ (ก) ข้างต้น แต่มีอัตราการไหลลดลงตามสัดส่วนของปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสีย ขณะเดียวกันจะมีการปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นทุติยภูมิแล้วออกสู่ทะเลที่ปากคลองละมุซึ่งเพิ่มขึ้นแต่ละปีตามอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดโดยมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนประมาณ 1 000 ต่อ 100 มิลลิลิตร และมีบีโอดี 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค. <u>สภาพหลังจากมีระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล</u> น้ำเสียที่ออกสู่ทะเลโดยตรงบริเวณชายฝั่งจะเหมือนกับสภาพในข้อ (ข) ข้างต้นทั้งในด้านลักษณะและอัตราการไหล ส่วนน้ำที่ปล่อยนอกชายฝั่งจะผ่านการบำบัดปฐมภูมิ โดยมีการแยกสารแขวนลอยออกบางส่วนซึ่งจะทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และบีโอดีลดลง 20 เปอร์เซนต์ ดังนั้นหากไม่มีการฆ่าเชื้อต่อโดยคลอรีน น้ำเสียส่วนที่ปล่อยนอกชายฝั่งจะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวนประมาณ 1.6 X 10^6 ต่อ 100 มิลลิลิตร และบีโอดี 120 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีอัตราการไหลเท่ากับอัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสียในข้อ (ข) ข้างต้น

ตำแหน่งที่ปล่อยน้ำเสียและสัดส่วนของมลสารที่ปล่อยในแต่ละจุดกำหนดโดยแนวโน้มที่ได้จากผลการสำรวจ ทั้งนี้ในการประเมินจะคิดเฉพาะจุดปล่อยน้ำเสียที่มีการปล่อยในอัตราสูงซึ่งได้แก่ คลองระบายน้ำสายหลัก และท่อระบายน้ำจากเขตเทศบาล ตามสภาพในปี 2528 ดังนี้

		สัดส่วนการปล่อยมลสาร
1.	คลองสังเขป	0.22
2.	คลองบางปลาสร้อย	0.17
3.	คลองกระโดน-ละมุ	0.09
4.	ท่อระบายน้ำซอยศรีนิคม	0.10
5.	ท่อระบายน้ำซอยคูกำพล	0.30
6.	ท่อระบายน้ำซอยลาดวิถี	0.12
	รวม	1.00

ส่วนจุดปล่อยน้ำเสียหลังการบำบัดกำหนดตามที่ได้เลือกและนำเสนอไว้แล้วในแต่ละกรณี

2.3 การประเมินเปรียบเทียบแบบจำลองกับสภาพจริง

สภาพการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในสภาพจริงยังไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจศึกษายังไม่มากพอ อย่างไรก็ตามผลจากการสำรวจและวิเคราะห์ที่ดำเนินการในโครงการนี้ (พ.ศ.2528-2529) ตามที่ได้บรรยายไว้ในเรื่องการศึกษาคุณภาพน้ำทะเล ได้แสดงแนวโน้มของสภาพการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในรูปแบบเดียวกับผลที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งใช้ค่ากำหนดตามที่แสดงในตารางที่ 9.2 ข้างต้น และใช้อัตราการปล่อยมลสารประเมินตามเกณฑ์สำหรับปี พ.ศ. 2528 ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 9.3 การกระจายของ

ตารางที่ 9.3

อัตราการปล่อยมลสารในปัจจุบัน (พ.ศ.2528)

หมายเลข	ตำแหน่ง	อัตราการปล่อยมลสาร	
		โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน
1	คลองสังเขป	5.72×10^{13}	4.29×10^{5}
2	คลองบางปลาสร้อย	4.42×10^{13}	3.32×10^{5}
3	คลองกระโดน-ละมุ	2.34×10^{13}	1.76×10^{5}
4	ท่อระบายน้ำซอยศรีนิคม	2.60×10^{13}	1.95×10^{5}
5	ท่อระบายน้ำซอยคูกำพล	7.80×10^{13}	5.85×10^{5}
6	ท่อระบายน้ำซอยลาดวิถี	3.12×10^{13}	2.34×10^{5}

โคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีในสภาพปกติของปี พ.ศ.2528 ซึ่งคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์แสดงในรูปที่ 9.1 และรูปที่ 9.2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะบริเวณหน้าเมืองชลบุรีซึ่งเป็นเขตเทศบาลชุมชนหนาแน่น มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่หนาแน่นมากเกินเกณฑ์มาตรฐานสำหรับชายฝั่งทะเล (มาตรฐานให้ไม่เกิน 1 000 ต่อ 100 มิลลิลิตร สำหรับการเล่นน้ำ) ส่วนค่าบีโอดียังนับว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีปริมาณการเจือจางได้มาก ดังนั้นในสภาพการปล่อยน้ำเสียลงสู่ทะเลนี้ มาตรฐานของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ

รูปที่ 9.3 และรูปที่ 9.4 แสดงสภาพการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในสภาพที่การเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำเป็นศูนย์ (ฤดูแล้ง) และเท่ากับ 0.1 เมตรต่อวินาที (8 640 เมตรต่อวัน ฤดูฝน) ตามลำดับ จะเห็นว่าในขณะที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ โคลิฟอร์มแบคทีเรียจะกระจายออกจากฝั่งเป็นบริเวณกว้างและในกรณีที่มีกระแสน้ำพัดในฤดูฝน โคลิฟอร์มแบคทีเรียจะลดเหลือบริเวณความเข้มข้นสูงเฉพาะในส่วนที่อยู่ใกล้ฝั่ง แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าในบริเวณชายฝั่งจะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในปริมาณสูงในทุกฤดูกาล

3 การประเมินสภาพในอนาคต

การใช้แบบจำลองประเมินสภาพน้ำทะเลในอนาคตมีประเด็นดังนี้

ก. กรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปล่อยน้ำเสียสู่ทะเลตามสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (พ.ศ.2528)

ข. กรณีมีระบบบำบัดทุติยภูมิ ปล่อยน้ำผ่านการบำบัดที่ชายฝั่ง

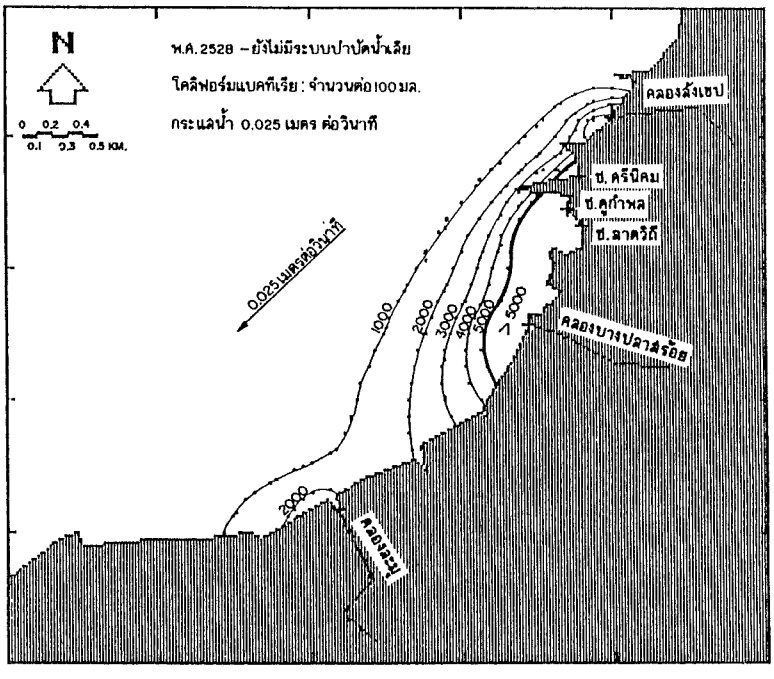
ค. กรณีมีระบบบำบัดปฐมภูมิ ปล่อยน้ำผ่านการบำบัดนอกฝั่งทะเล

ค่าคุณภาพน้ำที่ใช้แสดงสภาพน้ำทะเลในการประเมินนี้ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และบีโอดี โดยประเมินเปรียบเทียบในช่วงเวลาต่างๆ จากปีที่เริ่มใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย (ปี พ.ศ.2530) ปี พ.ศ.2538 และปี พ.ศ.2548 ทั้งนี้โดยใช้เกณฑ์การประเมินอัตราการปล่อยน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลาตามที่แสดงไว้ข้างต้น

3.1 กรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

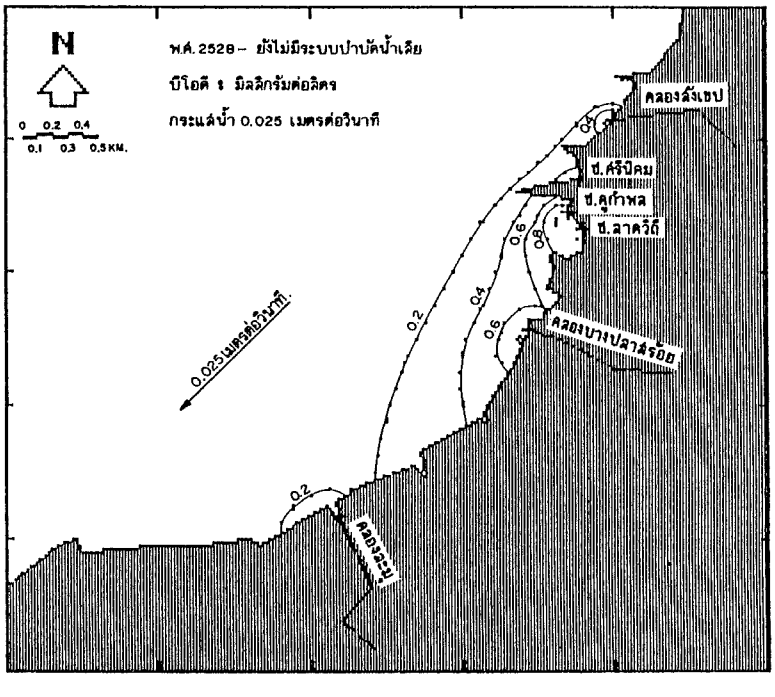
ในกรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียมีการปล่อยน้ำเสียเป็นไปตามสภาพปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2528) อัตราการปล่อยมลสารที่ชายฝั่งทะเลจากจุดต่างๆ ในอนาคตจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของปริมาณน้ำเสียจากชุมชน ซึ่งประเมินได้ตามที่แสดงในตารางที่ 9.4 การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และบีโอดีบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีตามสภาพปกติในอนาคต ปี พ.ศ.2530 ปี พ.ศ.2538 และปี พ.ศ.2548 ซึ่งประเมินโดยแบบจำลอง แสดงไว้ในรูปที่ 9.5 ถึงรูปที่ 9.10

จากสภาพที่แสดงด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า ถ้าไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในอนาคต สภาพความสกปรกบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันตามอัตราการเติบโตของเมืองในอนาคต โดยเฉพาะปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จะมีการกระจายอยู่ในระดับสูงเกิน 1 000 ต่อ 100 มิลลิลิตร ขยายออกเป็นวงกว้างตลอดแนวชายฝั่ง เยื้องลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามทิศทางกระแสน้ำ และในบริเวณเขตชุมชนหนาแน่นจะมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินกว่า 5 000 ต่อ 100 มิลลิลิตร ตลอดแนวฝั่ง ส่วนการกระจายของบีโอดีในอนาคตก็อยู่ในลักษณะคล้ายกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แต่ว่าอยู่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำ



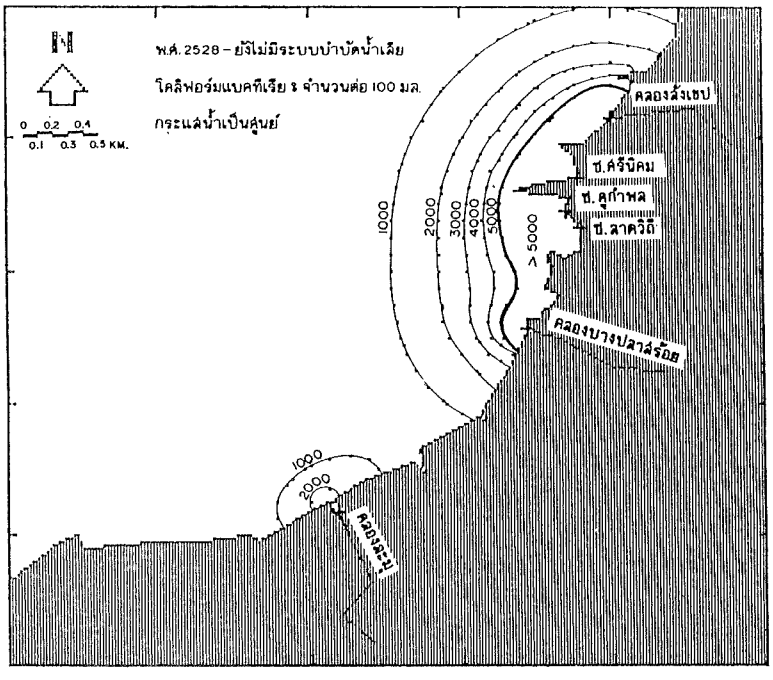
รูปที่ 9.1

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ปี พ.ศ. 2528 ขณะที่กระแสน้ำไหลในอัตราเฉลี่ย



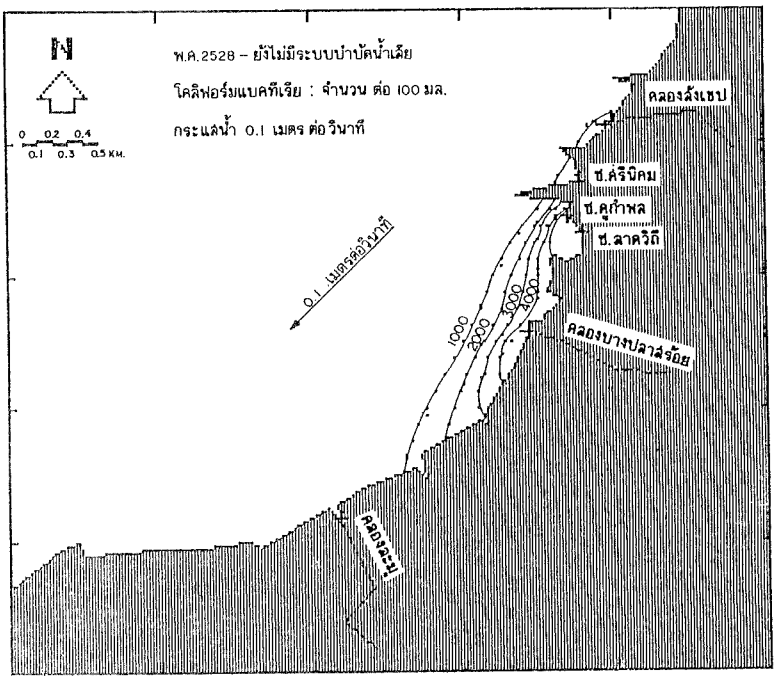
รูปที่ 9.2

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ปี พ.ศ. 2528
ขณะที่กระแสน้ำไหลในอัตราเฉลี่ย



รูปที่ 9.3

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณ
อ่าวชลบุรี ปีพ.ศ.2528 ในฤดูแล้ง



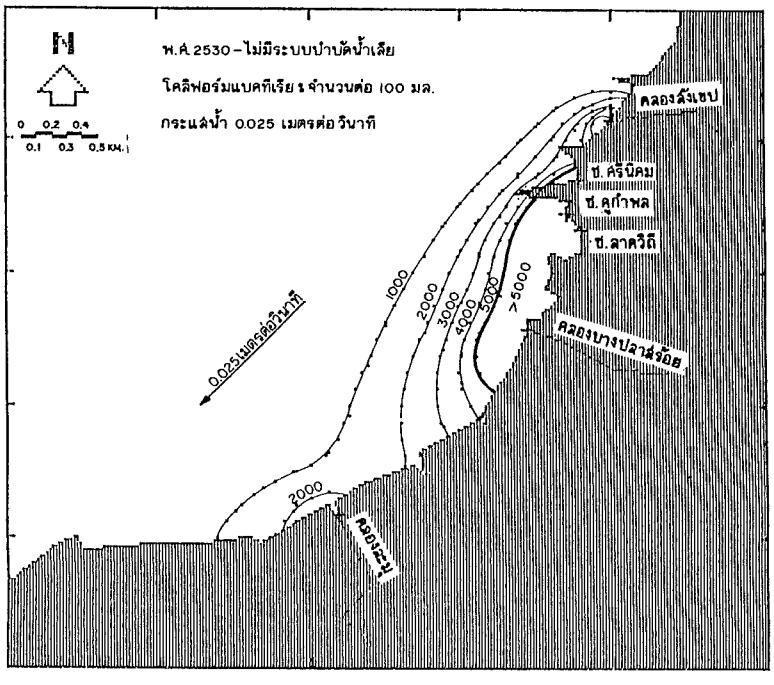
รูปที่ 9.4

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณ
อ่าวชลบุรี ปี พ.ศ.2528 ในฤดูฝน

ตารางที่ 9.4

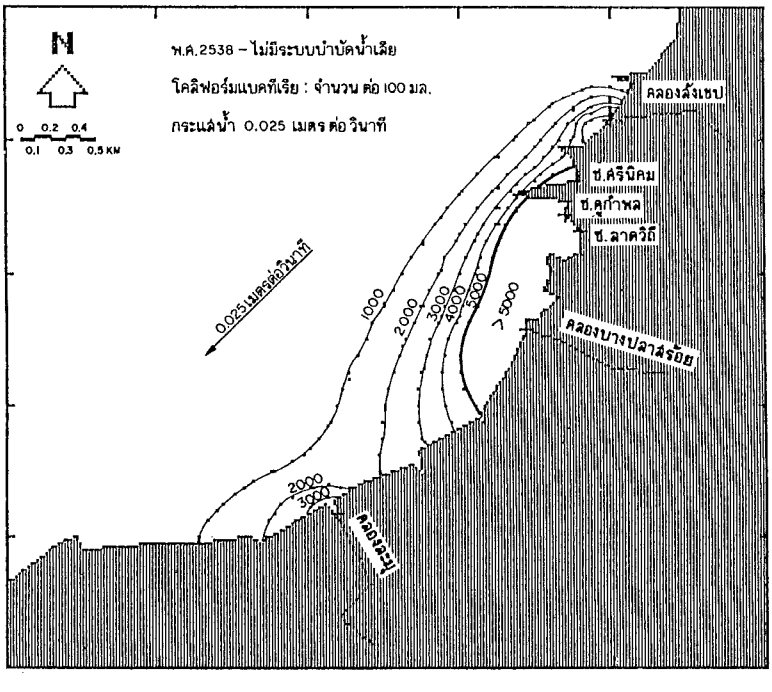
อัตราการปล่อยมลสารในอนาคตกรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

จุดปล่อยน้ำเสีย	ปี พ.ศ.2530		ปี พ.ศ.2538		ปี พ.ศ.2548	
	โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน	โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน	โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน
1. คลองสังเขป	6.05×10^{13}	4.54×10^{5}	7.37×10^{13}	5.53×10^{5}	9.46×10^{13}	7.10×10^{5}
2. คลองบางปลาสร้อย	4.68×10^{13}	3.51×10^{5}	5.70×10^{13}	4.27×10^{5}	7.31×10^{13}	5.49×10^{5}
3. คลองกระโดน-ละมุ	2.48×10^{13}	1.86×10^{5}	3.02×10^{13}	2.26×10^{5}	3.87×10^{13}	2.90×10^{5}
4. ท่อระบายน้ำซอยศรีนิคม	2.75×10^{13}	2.06×10^{5}	3.35×10^{13}	2.51×10^{5}	4.30×10^{13}	3.23×10^{5}
5. ท่อระบายน้ำซอยดูกำพล	8.25×10^{13}	6.19×10^{5}	1.01×10^{14}	7.54×10^{5}	1.29×10^{14}	9.68×10^{5}
6. ท่อระบายน้ำซอยลาดวิถี	3.30×10^{13}	2.48×10^{5}	4.02×10^{13}	3.02×10^{5}	5.16×10^{13}	3.87×10^{5}



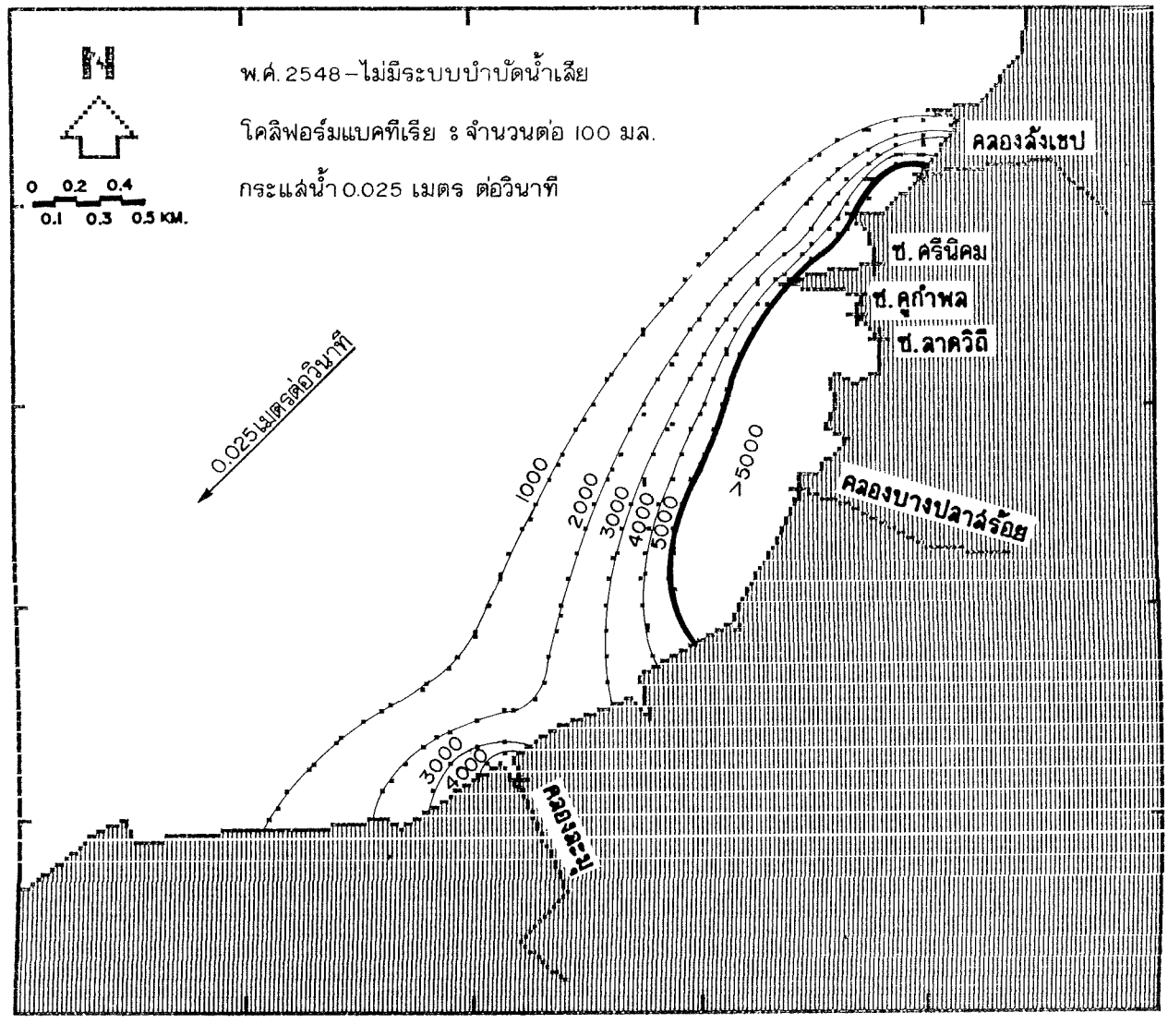
รูปที่ 9.5

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ในสภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ. 2530



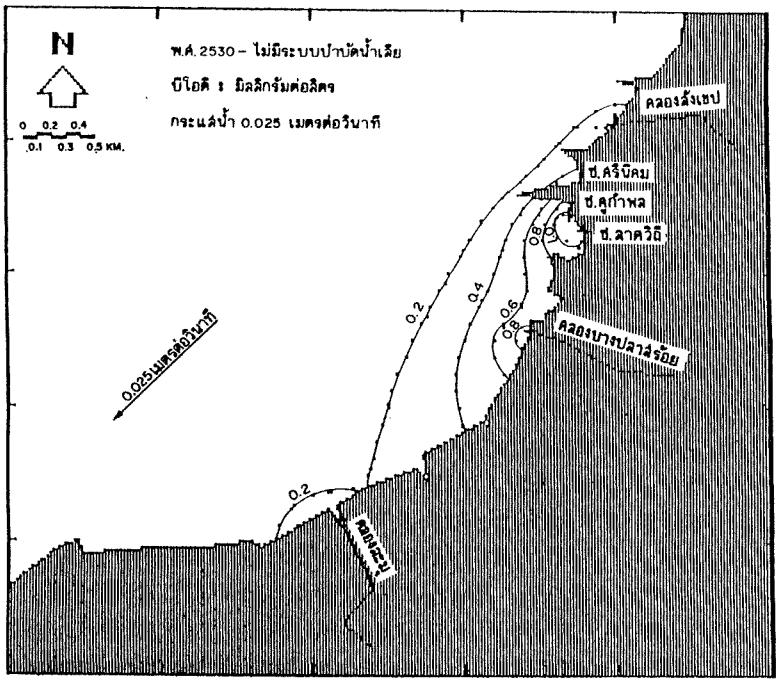
รูปที่ 9.6

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ในสภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ 2538



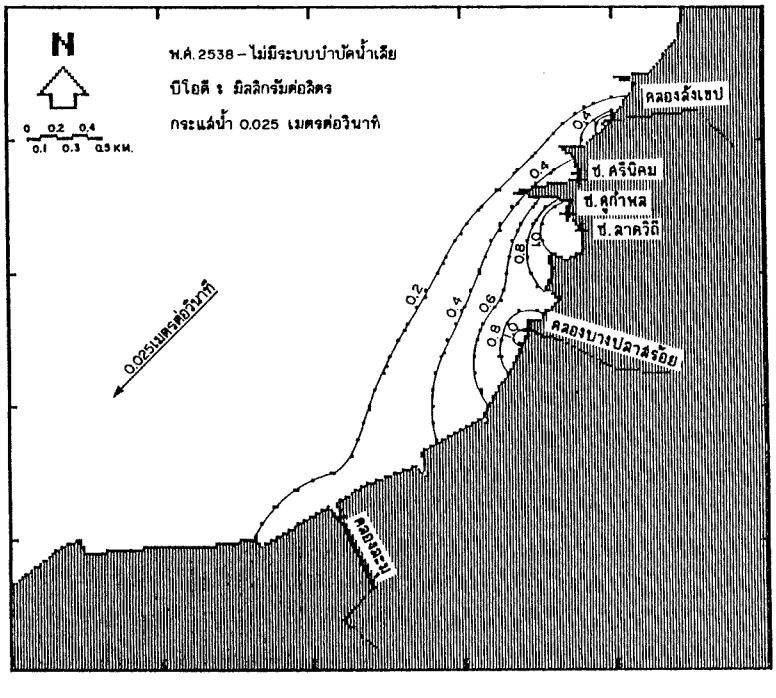
รูปที่ 9.7

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ในสภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ 2548



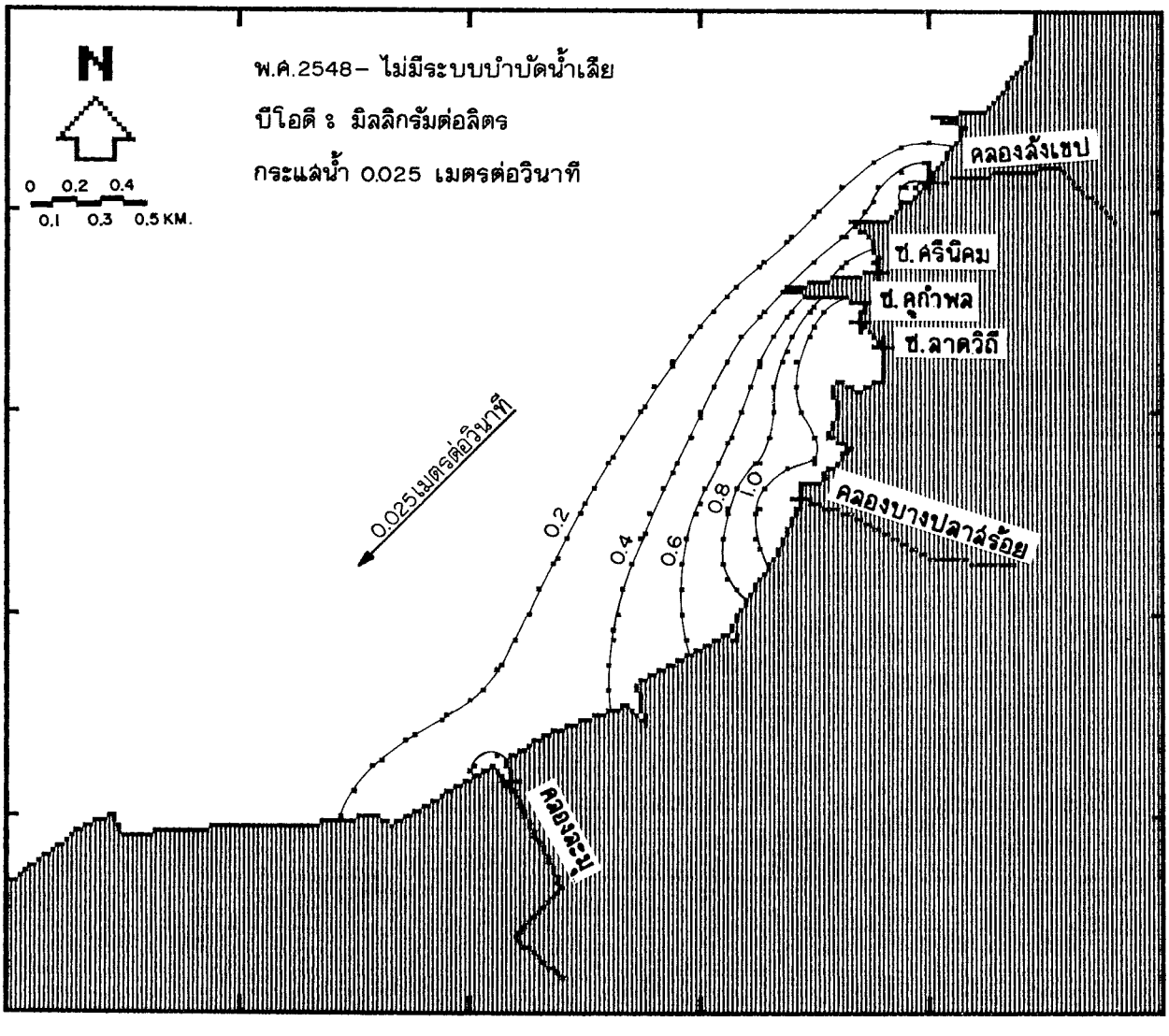
รูปที่ 9.8

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรีในสภาพที่ไม่มี
ระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ. 2530



รูปที่ 9.9

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรีในสภาพที่ไม่มี
ระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ. 2538



รูปที่ 9.10

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรีในสภาพที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ปี พ.ศ.2548

9.2 <u>กรณีที่มีระบบบำบัดทุติยภูมิ</u>

ตามที่ได้เสนอทางเลือกในการจัดระบบบำบัดน้ำเสียโดยวางท่อรับน้ำเสียรวมเข้าระบบบำบัดทุติยภูมิแล้วปล่อยออกทะเลที่ชายฝั่งบริเวณปากคลองละมุนั้น น้ำเสียที่ปล่อยลงทะเลโดยตรงตามแนวชายฝั่งในอนาคตจะลดปริมาณลงตามสัดส่วนของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบรับน้ำเสีย ขณะเดียวกับปริมาณน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงทะเลจะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งน้ำเสียทั้งหมดผ่านระบบบำบัดโดยไม่มีการปล่อยน้ำเสียลงทะเลโดยตรงเลยในปี พ.ศ.2548 ค่าประเมินอัตราการปล่อยมลสารลงทะเลแสดงในตารางที่ 9.5 การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และบีโอดีในทะเลบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีในสภาพปกติจากปีแรกที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย พ.ศ.2530 ปี พ.ศ.2538 และปี พ.ศ.2548 ซึ่งเป็นปีที่คาดว่าน้ำเสียทั้งหมดจะผ่านระบบบำบัด แสดงในรูปที่ 9.11 ถึงรูปที่ 9.16

9.3 <u>กรณีปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล</u>

ในกรณีใช้ทางเลือกระบบน้ำเสียโดยวางท่อรับน้ำเสียรวมเข้าระบบบำบัดปฐมภูมิแล้วปล่อยออกนอกฝั่งทะเลนั้น จุดศูนย์กลางของการกระจายมลสารจะอยู่ที่บริเวณระบบปล่อยน้ำเสียนอกชายฝั่งซึ่งอยู่บริเวณปลายแหลมด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวชลบุรีดังรายละเอียดที่แสดงอยู่ในเรื่องระบบปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล

การประเมินการกระจายของมลสารในทะเลในอนาคตหลังจากที่ใช้ระบบปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลจะพิจารณาสองบริเวณคือ (ก) บริเวณแนวฝั่งหน้าอ่าวชลบุรีซึ่งเป็นผลจากการปล่อยน้ำเสียส่วนที่ไม่เข้าระบบรับน้ำเสีย และ (ข) บริเวณจุดปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล สำหรับมลสารที่ปล่อยลงชายฝั่งเมืองชลบุรีนี้ จะมีตำแหน่งและอัตราการปล่อยสู่ทะเลในอนาคตเช่นเดียวกับที่ประเมินในกรณีที่มีระบบบำบัดทุติยภูมิ (ตารางที่ 9.5 รายการที่ 1 ถึง 6) ส่วนอัตราการปล่อยมลสารในอนาคตที่จุดปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลใช้เกณฑ์การประเมินจากปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบและเกณฑ์การกำจัดมลสารจากน้ำเสียของระบบปฐมภูมิก่อนปล่อยสู่ทะเล การประเมินแสดงไว้ในตารางที่ 9.6

ผลจากการประเมินการกระจายของมลสารโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับกรณีปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลในสองบริเวณดังกล่าวมีดังนี้

ก. <u>บริเวณแนวฝั่งหน้าอ่าวชลบุรี</u> จากปีแรกที่เริ่มมีระบบรับน้ำเสีย พ.ศ.2530 ปริมาณมลสารที่ปล่อยลงทะเลบริเวณแนวฝั่งหน้าเมืองชลบุรีจะลดลงเรื่อยๆจนถึงปี พ.ศ.2548 เมื่อน้ำเสียทั้งหมดเข้าสู่ระบบรับน้ำเสียแล้วคาดว่าจะไม่มีมลสารจากน้ำเสียปล่อยลงชายฝั่งทะเลเลย รูปที่ 9.17 ถึงรูปที่ 9.20 แสดงผลการประเมินการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีในสภาพปกติของปีพ.ศ.2530 และปีพ.ศ.2538 ตามลำดับ สำหรับในปีพ.ศ.2548 คาดว่าจะไม่มีมลสารจากน้ำเสียกระจายอยู่ในบริเวณแนวฝั่งอ่าวชลบุรีเลย จะเห็นว่าโดยทั่วไปแล้วสภาพการกระจายของมลสารบริเวณแนวชายฝั่งอ่าวชลบุรีในอนาคตสำหรับกรณีปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลนี้จะใกล้เคียงกับสภาพสำหรับกรณีที่มีระบบทุติยภูมิมาก

ตารางที่ 9.5

อัตราการปล่อยมลสารในอนาคตกรณีมีระบบบำบัดทุติยภูมิ

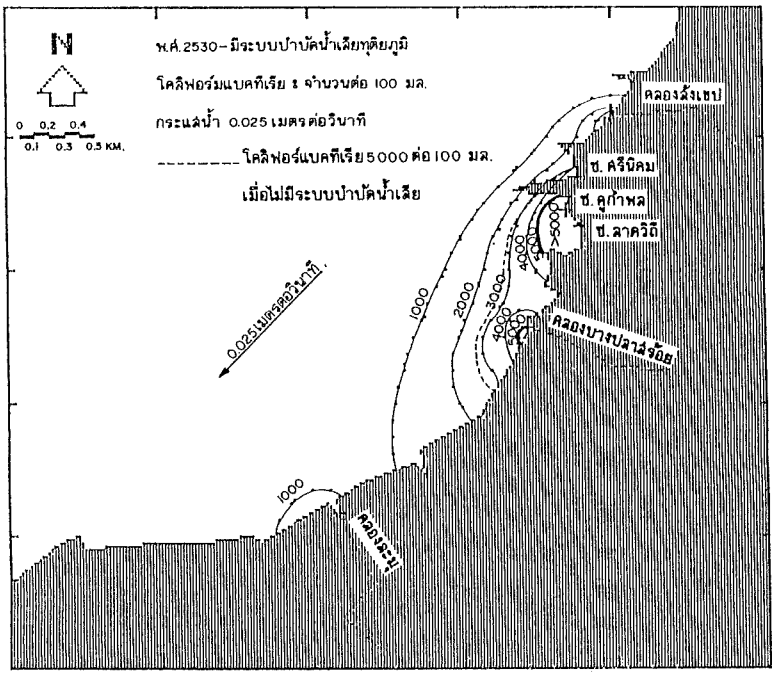
จุดปล่อยน้ำเสีย	ปี พ.ศ.2530		ปี พ.ศ.2538		ปี พ.ศ.2548	
	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวนต่อวัน	บีโอดี กรัมต่อวัน
1. คลองสังเขป	3.30×10^{13}	2.48×10^{5}	2.09×10^{13}	1.57×10^{5}	-	-
2. คลองบางปลาสร้อย	2.55×10^{13}	1.91×10^{5}	1.62×10^{13}	1.21×10^{5}	-	-
3. คลองกระโดน-ละมุ	1.35×10^{13}	1.01×10^{5}	8.55×10^{13}	6.41×10^{4}	-	-
4. ท่อระบายน้ำชอยศรีนิคม	1.50×10^{13}	1.13×10^{5}	9.50×10^{13}	7.13×10^{4}	-	-
5. ท่อระบายน้ำชอยคูกำพล	4.50×10^{13}	3.38×10^{5}	2.85×10^{13}	2.14×10^{5}	-	-
6. ท่อระบายน้ำชอยลาดวิถี	1.80×10^{13}	1.35×10^{5}	1.14×10^{13}	8.55×10^{4}	-	-
7. ระบบบำบัดน้ำเสีย (ปากคลองละมุ)	7.50×10^{10}	1.50×10^{5}	1.40×10^{11}	2.80×10^{5}	2.81×10^{11}	5.63×10^{5}

ตารางที่ 9.6

อัตราการปล่อยมลสารในอนาคต ที่จุดปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล

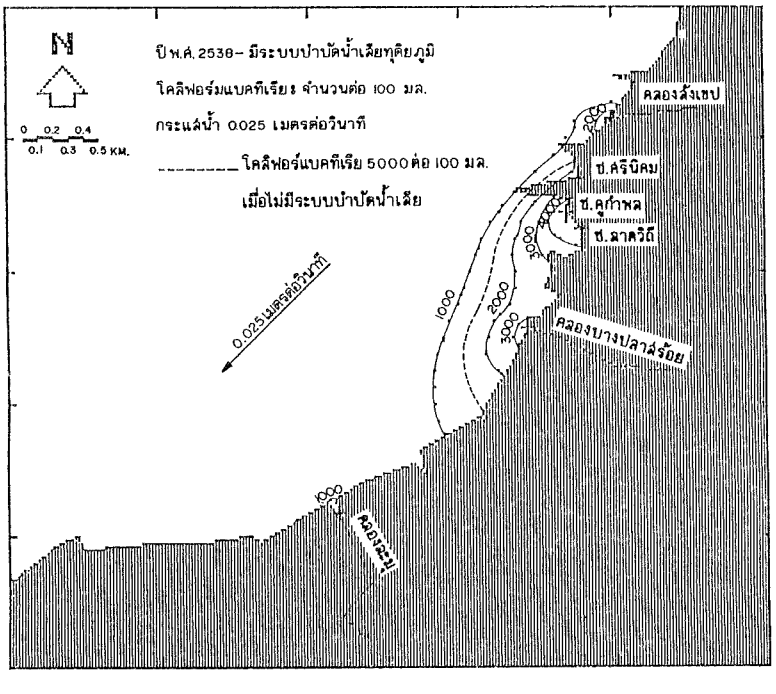
ปี พ.ศ. / มลสาร	2530	2538	2548
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (จำนวนต่อวัน)	1.2×10^{14}	2.24×10^{14}	4.50×10^{14}
บีโอดี (กรัมต่อวัน)	9.0×10^{5}	1.68×10^{6}	3.38×10^{6}

หมายเหตุ กรณีไม่มีการใช้คลอรีนในระบบบำบัดน้ำเสียแบบปฐมภูมิ



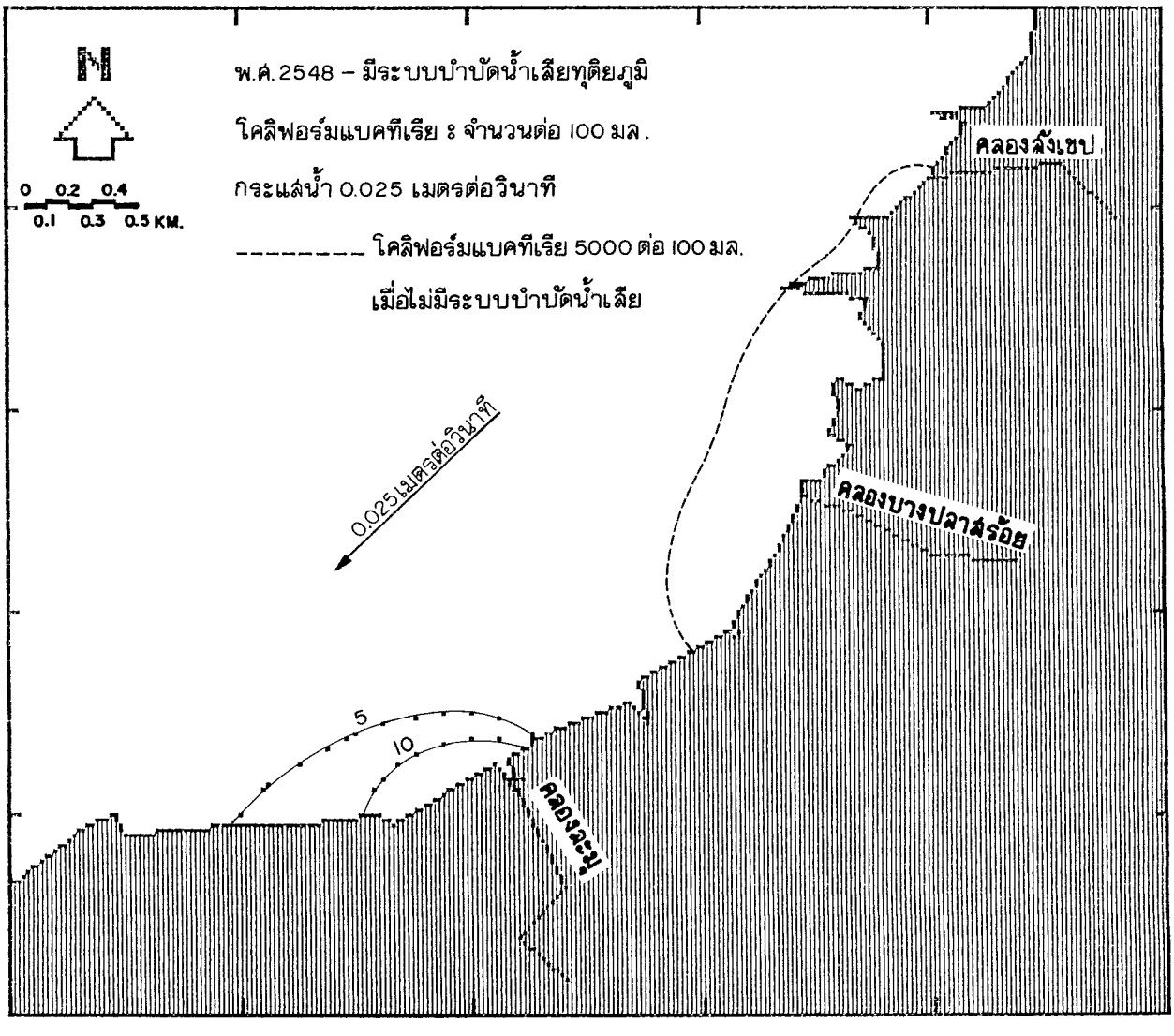
รูปที่ 9.11

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ใน พ.ศ.2530 หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิ
ที่ปากคลองละมุ



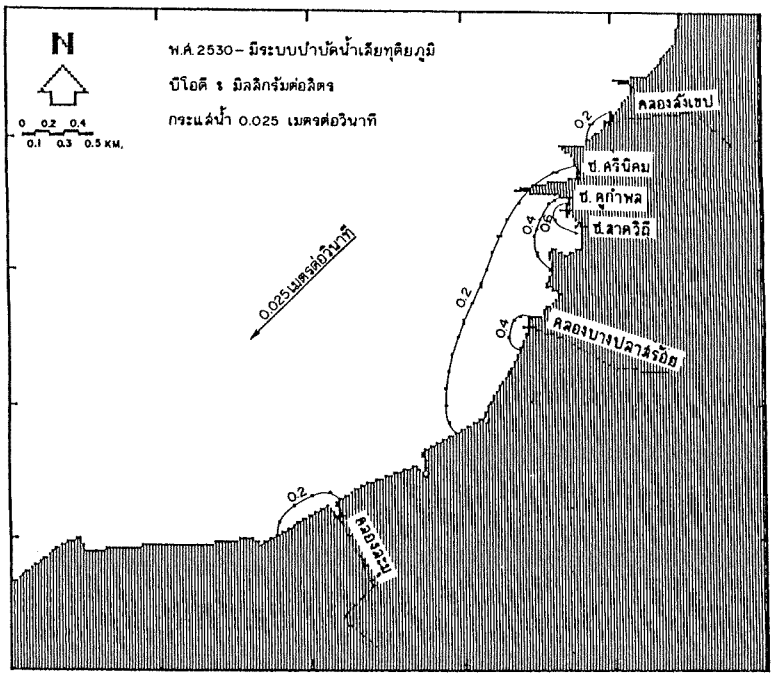
รูปที่ 9.12

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ใน พ.ศ.2538 หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิ
ที่ปากคลองละมุ



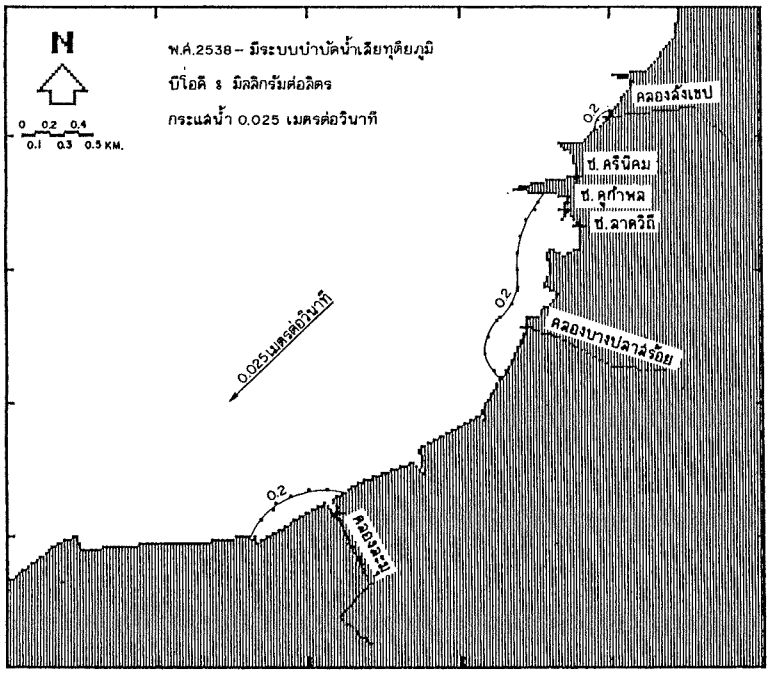
รูปที่ 9.13

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ใน พ.ศ. 2548 หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิ
ที่ปากคลองละมุ



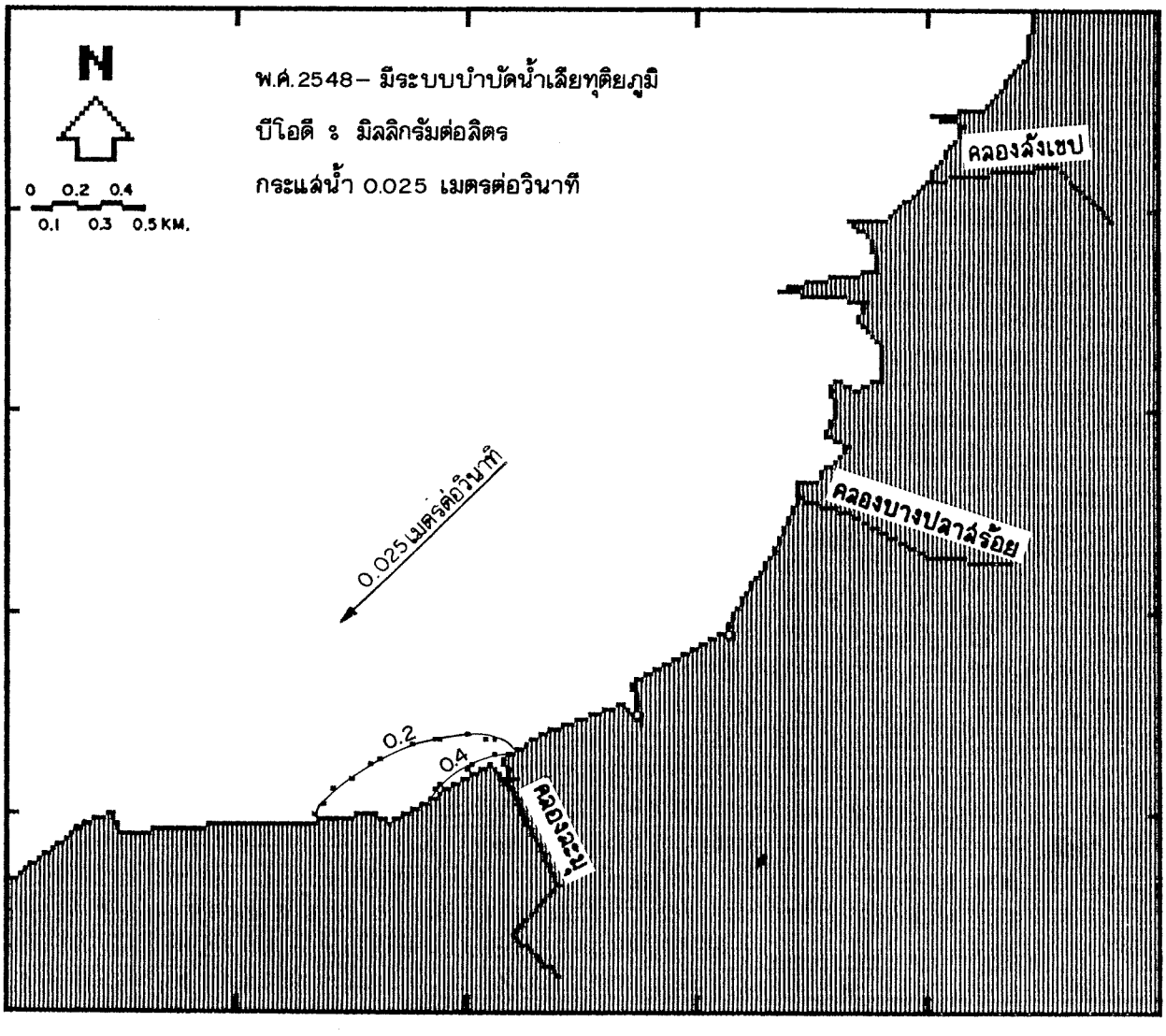
รูปที่ 9.14

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ใน พ.ศ. 2530
หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิที่ปากคลองละมุ



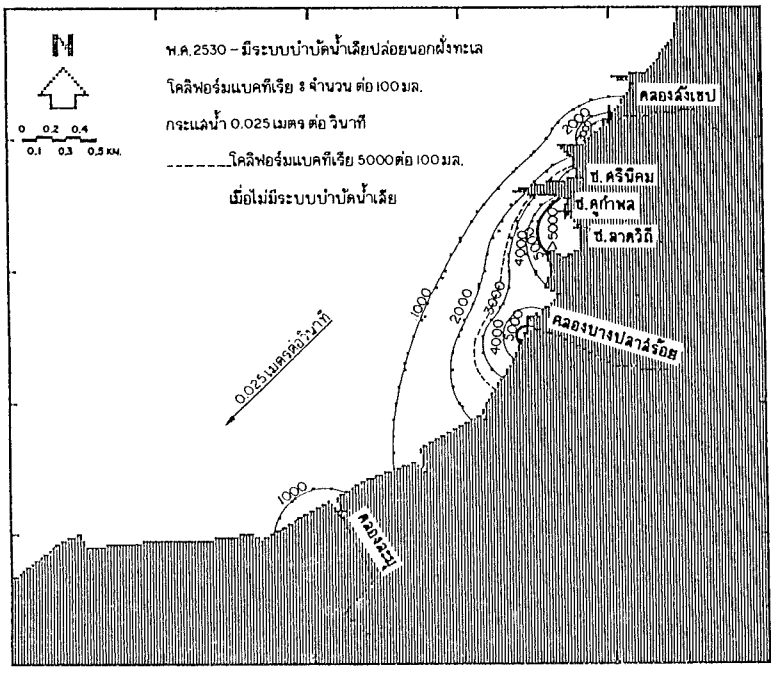
รูปที่ 9.15

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ใน พ.ศ. 2538
หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิที่ปากคลองละมุ



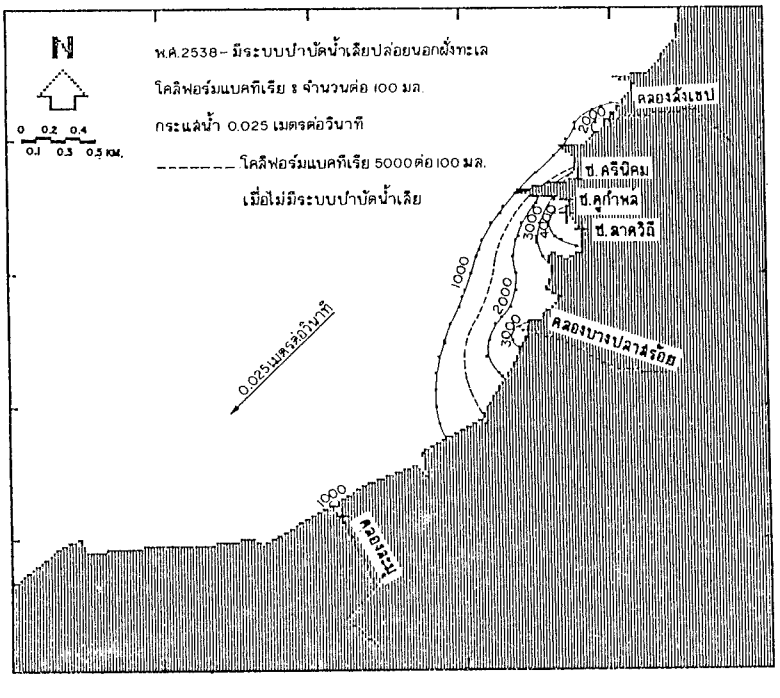
รูปที่ 9.16

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ใน พ.ศ. 2548
หลังจากมีระบบบำบัดน้ำเสียทุติยภูมิที่ปากคลองละมุ



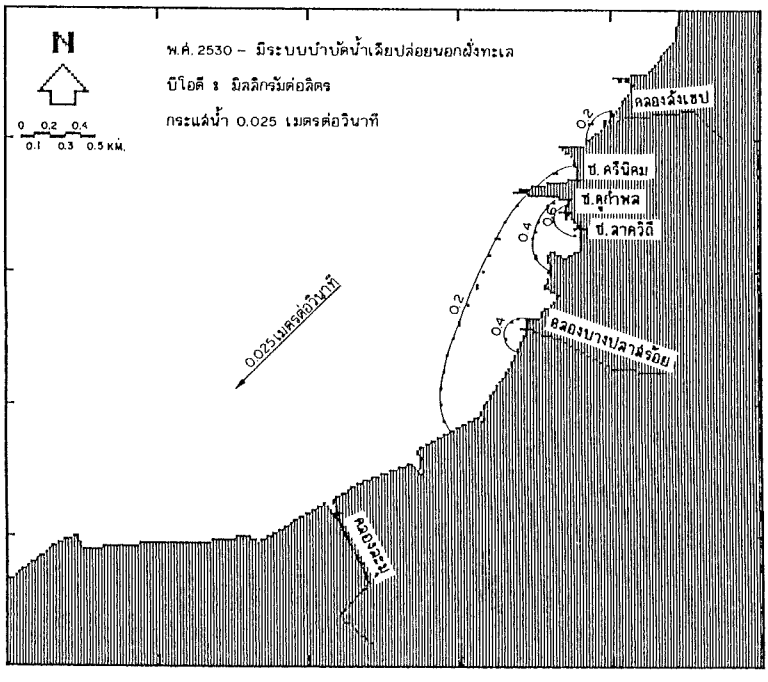
รูปที่ 9.17

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ใน พ.ศ 2530 หลังจากใช้ระบบบำบัดน้ำเสียปล่อยนอกฝั่งทะเล



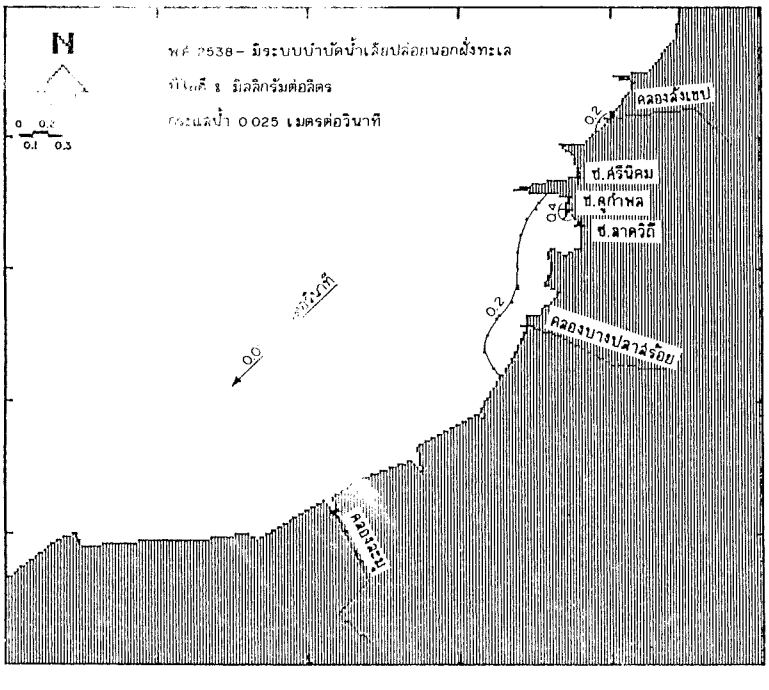
รูปที่ 9.18

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณอ่าวชลบุรี
ใน พ.ศ.2538 หลังจากใช้ระบบบำบัดน้ำเสียปล่อยนอกฝั่งทะเล



รูปที่ 9.19

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ในพ.ศ. 2530
หลังจากใช้ระบบบำบัดน้ำเสียปล่อยนอกฝั่งทะเล



รูปที่ 9.20

การกระจายของบีโอดีบริเวณอ่าวชลบุรี ในพ.ศ. 2538
หลังจากใช้ระบบบำบัดน้ำเสียปล่อยนอกฝั่งทะเล

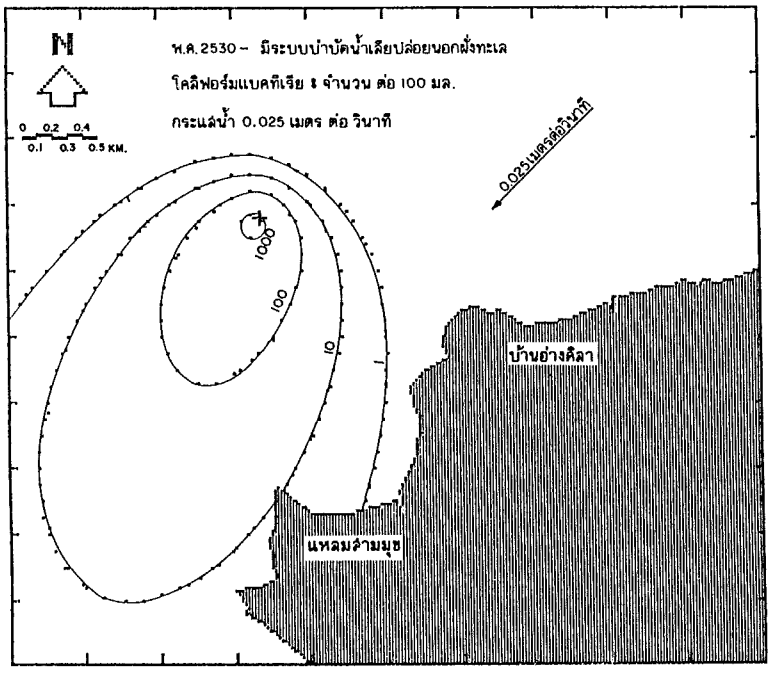
ข. <u>บริเวณจุดปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล</u> มลสารที่ปล่อยออกจากจุดปล่อยนอกฝั่งทะเลจะกระจายออกโดยรอบจุดปล่อย ในสภาพปกติซึ่งอัตราการเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำประมาณ 0.025 เมตรต่อวินาที เส้นแสดงความเข้มข้นจะเป็นรูปวงรีตามทิศทางการไหลของกระแสน้ำตามที่แสดงในรูปที่ 9.21 และ 9.22 ซึ่งเป็นการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีจากการปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลในสภาพปกติของปีเริ่มแรก พ.ศ.2530 ในช่วงฤดูแล้งซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำมลสารจะกระจายเป็นวงกลมโดยรอบจุดปล่อย และในฤดูฝนที่มีการเคลื่อนที่รวมของกระแสน้ำในอัตราสูงสุดประมาณ 0.1 เมตรต่อวินาที มลสารจะถูกเจือจางลงในระยะทางที่สั้นลงตามที่แสดงในรูปที่ 9.23 และรูปที่ 9.24 ตามลำดับ และในอนาคตเมื่อมีการปล่อยมลสารในอัตราที่สูงขึ้นมลสารก็จะกระจายออกจากจุดปล่อยกว้างขึ้นเรื่อยๆตามที่แสดงในรูปที่ 9.25 ถึงรูปที่ 9.28 ซึ่งเป็นการประเมินการกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดีในสภาพปกติของปี พ.ศ.2538 และปีพ.ศ.2548 จากสภาพการกระจายที่แสดงโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์จะเห็นว่าความเข้มข้นของมลสารจะอยู่ในบริเวณใกล้จุดปล่อยและจะจางลงตามระยะห่างจากจุดปล่อยและในบริเวณชายฝั่งทะเลมลสารจะเจือจางลงต่ำกว่าค่ากำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทั้งโคลิฟอร์มแบคทีเรียและบีโอดี

4. <u>ข้อสรุปจากการประเมินคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์</u>

ข้อสรุปจากการประเมินสภาพการกระจายของมลสารในทะเลอ่าวชลบุรีโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์มีดังนี้

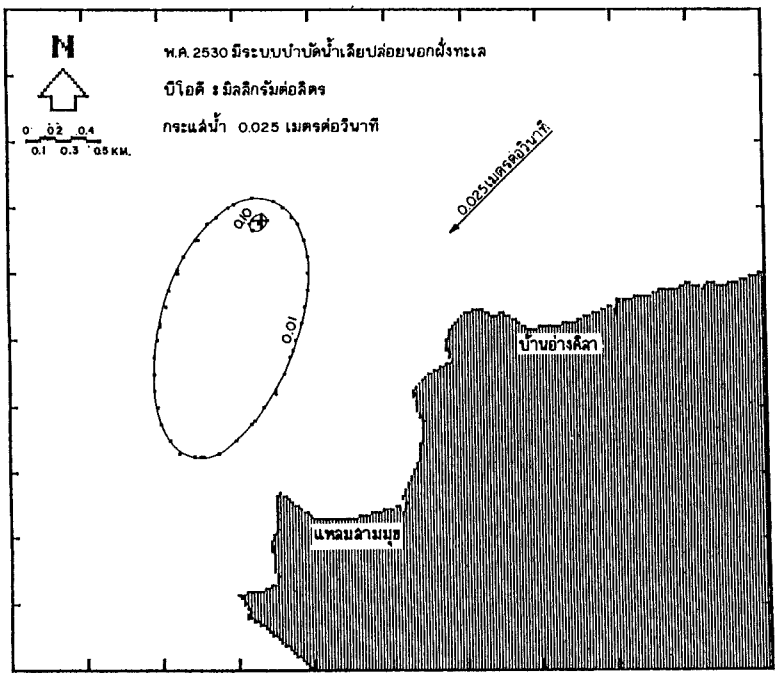
สภาพโดยทั่วไปของอ่าวชลบุรีในปัจจุบัน (ปีพ.ศ.2528) มีการปล่อยน้ำเสียจากชุมชนลงทะเลตลอดแนวชายฝั่งทั้งทางคลองและท่อระบายน้ำ น้ำเสียที่ปล่อยลงทะเลนี้มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียประมาณ $2X10^6$ ต่อ 100 มิลลิลิตร และมีบีโอดีประมาณ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร การประเมินการกระจายของมลสารใช้ค่าลักษณะน้ำทั้งสองดังกล่าวนี้เป็นตัวประเมิน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับผลจากการสำรวจ สรุปได้ว่าในปัจจุบันอ่าวชลบุรีมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียกระจายอยู่ในปริมาณสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล (มากกว่า 1 000 ต่อ 100 มิลลิลิตร) เป็นบริเวณกว้างและในบริเวณเลียบชายฝั่งปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะสูงเกินกว่า 5 000 ต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นสภาพที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องสัมผัสกับน้ำทะเล แต่สำหรับการกระจายของบีโอดีเท่าที่ประเมินจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ปรากฏว่าความเข้มข้นของบีโอดีโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีการแพร่กระจายและผสมผสานออกไปเป็นบริเวณกว้าง เป็นผลให้บีโอดีเจือจางลง ปริมาณบีโอดีที่ปรากฏจากการประเมินด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้คาดว่าจะไม่ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำ เนื่องจากน้ำทะเลจะสามารถรับออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายบีโอดีได้ในอัตราที่สูง

จากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ถ้าไม่มีการจัดสร้างระบบรับน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย สภาพความสกปรกของน้ำในอ่าวชลบุรีจะดำเนินต่อไปโดยลุกลามขึ้นเรื่อยๆตามอัตราการเติบโตของชุมชนในอนาคต ซึ่งจะทำให้อาณาบริเวณที่น้ำทะเลมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเกินเกณฑ์อันตรายขยายออกไปเรื่อยๆ ตามที่ได้แสดงไว้ในผลการประเมินสภาพในอนาคตโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์



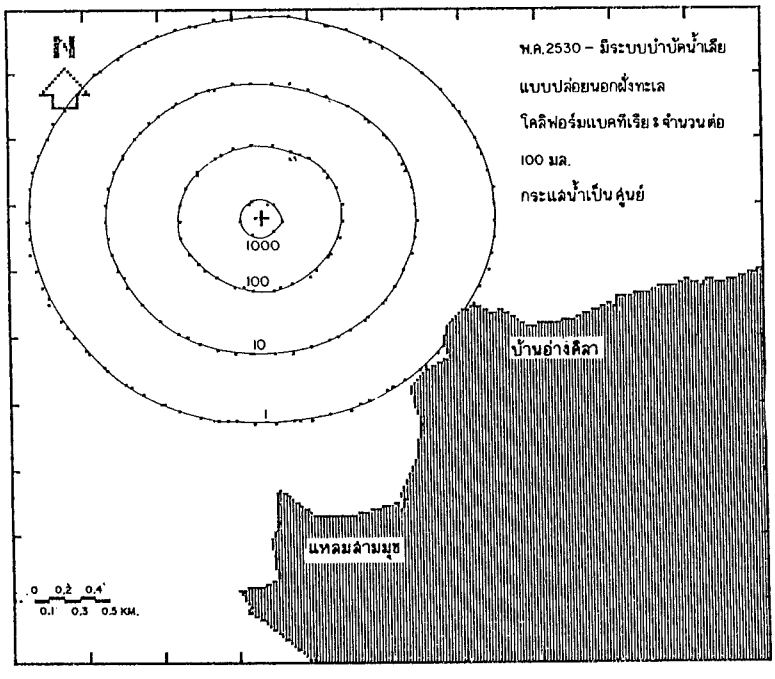
รูปที่ 9.21

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณปล่อยน้ำเสีย
นอกฝั่งทะเล ปีพ.ศ.2530 ขณะที่กระแสน้ำไหลด้วยอัตราเฉลี่ย



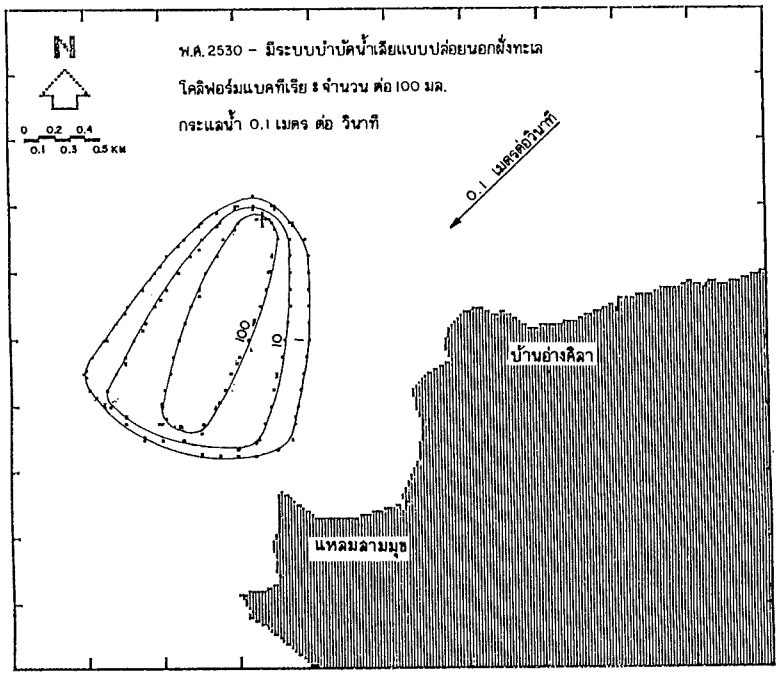
รูปที่ 9.22

การกระจายของบีโอดีบริเวณปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเล
ปี พ.ศ.2530 ขณะที่กระแสน้ำไหลด้วยอัตราเฉลี่ย



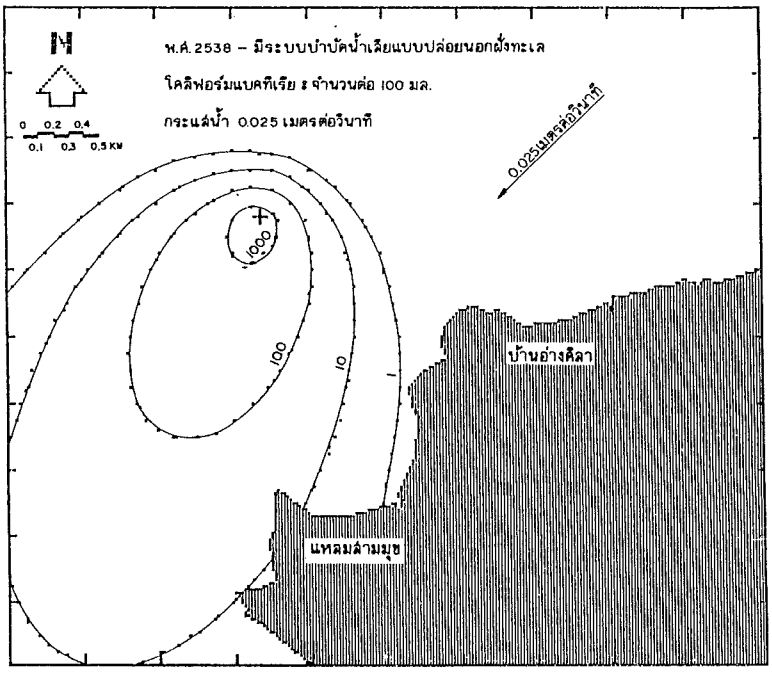
รูปที่ 9.23

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณปล่อยน้ำเสีย
นอกฝั่งทะเล ปี พ.ศ. 2530 ในฤดูแล้ง



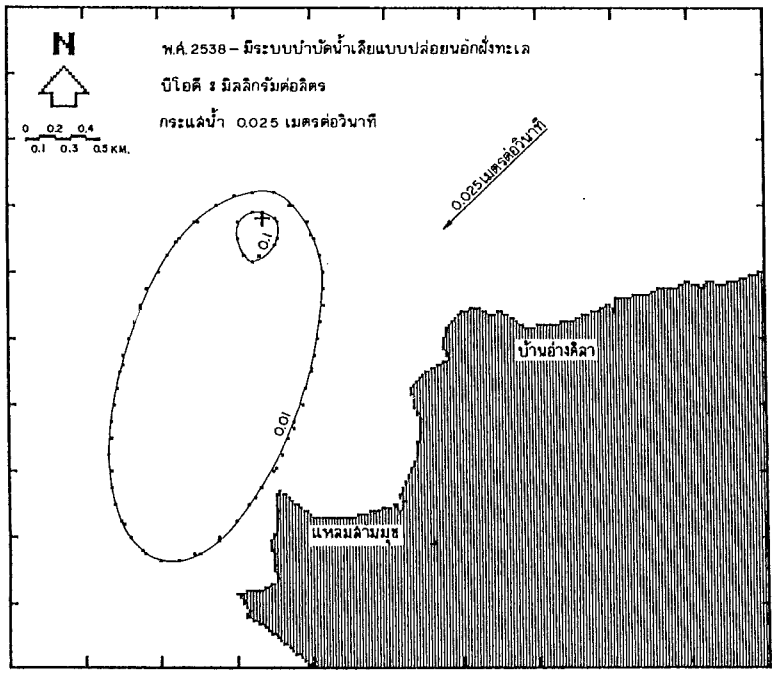
รูปที่ 9.24

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณปล่อยน้ำเสีย
นอกฝั่งทะเล ปี พ.ศ.2530 ในฤดูฝน



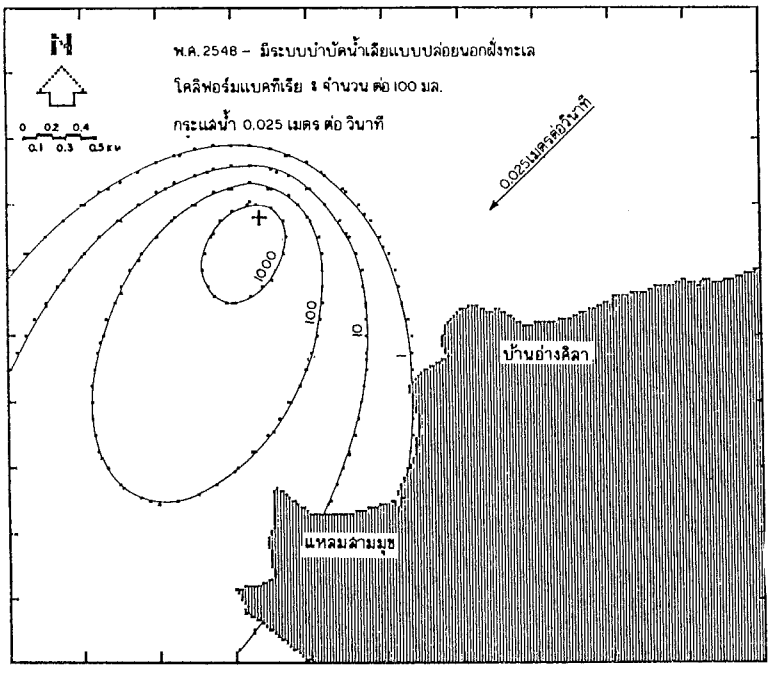
รูปที่ 9.25

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณปล่อยน้ำเสีย
นอกฝั่งทะเล ปี พ.ศ. 2538



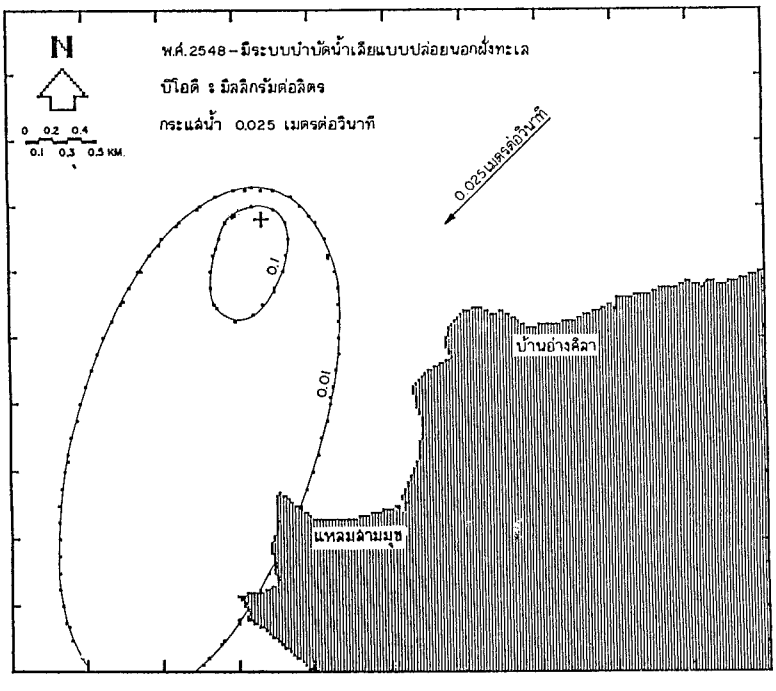
รูปที่ 9.26

การกระจายของบีโอดีบริเวณปล่อย
น้ำเสียนอกฝั่งทะเลปี พ.ศ 2538



รูปที่ 9.27

การกระจายของโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณปล่อยน้ำเสีย
นอกฝั่งทะเล ปีพ.ศ. 2548



รูปที่ 9.28

การกระจายของ บีโอดี บริเวณปล่อย
น้ำเสียนอกฝั่งทะเล ปี พ.ศ.2548

สำหรับสภาพการในอนาคตหลังจากมีระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแล้วนั้น ได้ใช้แบบจำลองประเมินสภาพทั้งในกรณีที่ใช้ระบบบำบัดทุติยภูมิแล้วปล่อยน้ำผ่านการบำบัดที่ชายฝั่ง และในกรณีที่ใช้ระบบบำบัดปฐมภูมิแล้วปล่อยน้ำผ่านการบำบัดนอกฝั่งทะเลซึ่งสรุปได้ว่า หลังจากมีระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียแล้วสภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวชลบุรีจะค่อยๆดีขึ้นโดยเริ่มจากปีแรกที่มีระบบรับและบำบัดน้ำเสีย (ปีพ.ศ.2530) อัตราการปล่อยน้ำเสียโดยตรงตามแนวฝั่งทะเลจะลดลงส่วนหนึ่ง และเมื่อในชุมชนมีการต่อท่อถ่ายน้ำเสียเข้าระบบรับน้ำเสียเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อัตราการปล่อยน้ำเสียตามแนวฝั่งทะเลลดลงเรื่อยๆ และคาดว่าในปี 2548 น้ำเสียทั้งหมดจากชุมชนจะเข้าระบบรับน้ำเสียผ่านระบบบำบัดทั้งหมดและจะไม่มีน้ำเสียปล่อยลงทะเลโดยตรงเลย สภาพการกระจายของมลสารที่ลดลงตามระยะเวลาต่างๆในอนาคตได้ประเมินไว้โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์

อย่างไรก็ตามในการใช้ระบบบำบัดสองกรณีถึงแม้จะมีผลทำให้สภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งอ่าวชลบุรีดีขึ้นเหมือนกัน แต่การใช้ระบบบำบัดปฐมภูมิแล้วทิ้งน้ำที่ผ่านการบำบัดนอกฝั่งทะเลจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของมลสารในบริเวณกว้างนอกฝั่งทะเลในอาณาบริเวณรอบจุดปล่อยน้ำเสียนอกฝั่งทะเลนั้น ซึ่งในกรณีนี้ก็ได้ประเมินสภาพการกระจายของมลสารโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ไว้ด้วย เพื่อเป็นแนวทางที่จะทำให้สามารถควบคุมป้องกันผลเสียหายที่อาจเกิดต่อสภาพแวดล้อมในอนาคตต่อไป

โดยสรุปแบบจำลองคณิตศาสตร์แสดงการกระจายของมลสารในสองมิติที่พัฒนาขึ้นสำหรับการประเมินคุณภาพน้ำอ่าวชลบุรีนี้สามารถใช้ในการประเมินเปรียบเทียบเบื้องต้นประกอบการวางแผนจัดการและควบคุมคุณภาพน้ำเท่านั้น ในขั้นตอนต่อไปที่จะมีการดำเนินการจัดการควบคุมคุณภาพน้ำจริงๆจำเป็นจะต้องมีการติดตามศึกษาสภาพทางสมุทรศาสตร์และคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้ปรับปรุงค่ากำหนดในแบบจำลองให้มีความแม่นยำมากขึ้นและสามารถพัฒนาแบบจำลองที่จะแสดงผลได้ละเอียดขึ้นอีกมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินงานจัดการและควบคุมคุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรีและบริเวณข้างเคียงต่อไป

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการกระจายของมลสารในทะเล

```
10 '.. MODEL: NEAR/OFF-SHORE TWO-DIM STEADY-STATE ADVECTION ALONG SHORELINE
20 '
30 'Input Parameters:
40 '   Z...average depth (L)
50 '   E...dispersion coefficient (L^2/T)
60 '   UX...flow velocity along the x-axis (L/T)
70 '   W(i)...rate of mass loading at point i (M/T)
80 '   K...rate of decay (1-st order) (1/T)
90 '   NL%...number of loading point (integer)
100 '   XO(i),YO(i)...coordinate of point of discharge i (L)
110 '   ALPHA(i) flow vector at point i; angle counter clockwise from x-axis
        (deg)
120 '   XMAX...max x-distance to be covèred (L)
130 '   XGRIT...grit piont interval in x-direction (L)
140 '   YMAX...max y-distance to be covered (L)
150 '   YGRIT...grit point interval in y-direction (L)
160 '
170 DIM C(50,50),XCP(200),YCP(200),TY%(20),W(20),XO(20),YO(20),ALPHA(20)
180 PHI = 3.141593
190 '
200 DEF FNIO(X) = 1 + X^2*.25 + X^4*.015625 + X^6*4.340278E-04 + X^8
    *6.781684E-06 + X^10*6.781685E-08 + X^12*4.709503E-10 + X^14*2.402808E-12
    + X^16*9.385968E-15
210 DEF FNKO(X) = -(LOG(X/2) + .5772157)*FNIO(X) + X^2*.25 + X^4*.0234375
    + X^6*7.957176E-04 + X^8*1.412851E-05 + X^10*1.548485E-07 + X^12*1.53828E-09
    + X^14*6.230137E-12 + X^16*2.550972E-14
220 '
230 GOSUB 450   '...Title, input, echo input
240 '
250 FOR I% = 1 TO NL%: ALPHA(I%) = ALPHA(I%)*PHI/180: NEXT I%
260 NX% = XMAX/XGRIT: NY% = YMAX/YGRIT
265 FOR I = 1 TO NX%: FOR J = 1 TO NY%: C(I,J) = 0: NEXT J: NEXT I
270 FOR L% = 1 TO NL%
280    SCREEN 0:WIDTH 40:PRINT :PRINT :PRINT "            *** COMPUTING ***"
290    FOR I = 0 TO NX%
300       X = I*XGRIT
310       FOR J = 0 TO NY%
320          Y = J*YGRIT: YP = (Y - YO(L%))*COS(ALPHA(L%)) - (X - XO(L%))*
             SIN(ALPHA(L%)): XP = (X - XO(L%))*COS(ALPHA(L%)) + (Y - YO(L%))*
             SIN(ALPHA(L%))
330          IF XP = 0 AND YP = 0 THEN C(I,J) = C(I,J) + W(L%)/Z: GOTO 350
332          ROB = SQR((XP^2+YP^2)*(K/E + (UX/2/E)^2)): IF ROB > 50 THEN 350
334          IF ROB > 1 THEN KO = EXP(-ROB)/SQR(2*ROB/PHI) ELSE KO = FNKO(ROB)
340          CP = W(L%)/PHI/Z/E*EXP(UX*XP/2/E)*KO:IF TY%(L%) = 1 THEN CP = CP/2
342          C(I,J) = C(I,J) + CP
350       NEXT J
360    NEXT I
370 NEXT L%
371 CMAX = 0
372 FOR I = 1 TO NX%
373    FOR J = 1 TO NY%
374       IF CMAX < C(I,J) THEN CMAX = C(I,J)
375    NEXT J
376 NEXT I
380 GOSUB 1170   '...plotting output
390 SCREEN 0,0,0: WIDTH 80
400 '
410 END
420 '
430 '....SUBROUTINE: Screen Title, Input, Echo Input....
440 '
450 KEY OFF: SCREEN 0,0,0: WIDTH 80: CLS: PRINT : PRINT
460 '
470 PRINT "  ***********************************************************************
******
480 PRINT "  * MODEL: NEAR/OFF-SHORE TWO-DIM  STEADY-STATE ADVECTION ALONG SHORE
LINE *"
490 PRINT "  ***********************************************************************
******
```

```
500
510 GOSUB 1020    '...format strings
520 '
530 INPUT "   Do you want hard copy (Y/N) "; R$: IF R$ = "y" OR R$ = "Y"
      THEN COP% = 1 ELSE COP% = 0: GOTO 600
540 IF COP% = 1 THEN PRINT "*** Please set line printer to TOP then hit any key
***"
550 IF INKEY$ = "" THEN 550
560 LPRINT:LPRINT:LPRINT: LPRINT CHR$(14);"    Model: NEAR/OFF-SHORE LOADING"
570 '
580 '...Input data from data file...
590 '
600 INPUT "   What input data file name "; IN$
610 '
620 OPEN IN$ FOR INPUT AS #1
630 INPUT #1, Z, E, UX, K, NL%
640 FOR I = 1 TO NL%: INPUT #1,TY%(I),XO(I),YO(I), W(I), ALPHA(I): NEXT I
650 INPUT #1, XMAX, XGRIT, YMAX, YGRIT
660 CLOSE #1
670 '
680 '...Echo input...
690 INPUT "   Do you want input echo (Y/N) "; R$
700 IF R$ <> "y" AND R$ <> "Y" THEN RETURN ELSE IF COP% <> 1 THEN  870
710 '
720 LPRINT : LPRINT CHR$(14);"Input:"
730 LPRINT USING FM1$; Z
740 LPRINT USING FM2$; E
750 LPRINT USING FM3$; UX
760 LPRINT USING FM4$; K
770 LPRINT USING FM5$; NL%
780 LPRINT : LPRINT HEAD1$: LPRINT HEAD2$
790 FOR I = 1 TO NL%: LPRINT USING FM6$; I,TY%(I),XO(I),YO(I),W(I),ALPHA(I):
    NEXT I: LPRINT
800 LPRINT USING FM7$; XMAX
810 LPRINT USING FM8$; XGRIT
820 LPRINT USING FM9$; YMAX
830 LPRINT USING FM10$; YGRIT
840 LPRINT :LPRINT
850 RETURN
860
870 CLS: PRINT : PRINT :PRINT "INPUT:"
880 PRINT USING FM1$; Z
890 PRINT USING FM2$; E
900 PRINT USING FM3$; UX
910 PRINT USING FM4$; K
920 PRINT USING FM5$; NL%
930 PRINT : PRINT HEAD1$: PRINT HEAD2$
940 FOR I = 1 TO NL%: PRINT USING FM6$; I,TY%(I),XO(I),YO(I),W(I),ALPHA(I):
    NEXT I: PRINT
950 PRINT USING FM7$; XMAX
960 PRINT USING FM8$; XGRIT
970 PRINT USING FM9$; YMAX
980 PRINT USING FM10$; YGRIT
990 PRINT :PRINT :PRINT "                              *** Hit any key to continue ***"
1000 IF INKEY$ = "" THEN 1000
1010 RETURN
1020
1030 FM1$  = "   Avg depth (L)..........................................    #####
.##"
1040 FM2$  = "   Dispersion coeff (L^2/T)..............................  ########
.##"
1050 FM3$  = "   Flow velocity along shore (L/T)........................  ########
.##"
1060 FM4$  = "   Rate of decay (1/T)...................................  ########
.##"
1070 FM5$  = "   Number of loading point.................................       #
###"
1080 HEAD1$ = "    LOADING NO.  TYPE        XO          YO            W       ALPH
A"
1090 HEAD2$ = "                               (L)         (L)          (M/T)     (DEG
)"
```

```
1100 FM6$  = "          ###        ##    ########.##  ########.##  ##.####^^^^    ###.
##"
1110 FM7$ = "   Max x-distance to be covered (L)..................... #########.
##"
1120 FM8$ = "   Grit point interval in x-direction (L)................ #########.
##"
1130 FM9$ = "   Max y-distance to be covered (L)..................... #########.
##"
1140 FM10$ = "   Grit point interval in y-direction (L)................ #########
.##"
1150 RETURN
1160 '
1170 '... OUTPUT ...
1180 '
1182 BEEP: SCREEN 0,0,0: WIDTH 80: LOCATE 3,26: PRINT "*** COMPUTATION COMPLETED
 ***"
1184 IF COP% = 1 THEN LPRINT :LPRINT :LPRINT CHR$(14);"OUTPUT:":
     LPRINT "   Maximum concontration (M/L^3) = ";CMAX
1186 PRINT :PRINT : PRINT "   Maximum concentration (iso-concentration line 1, M
/L^3) = ";CMAX
1188 INPUT "   Specify the concentration for iso-conc line #1, number of line, i
nterval";CMAX, NC, IN
1189 IF COP% = 1 THEN LPRINT "   Concentration on the iso-conc line #1 = ";CMAX:
                      LPRINT "                                        interval = ";IN
1190 LOCATE 23,25: PRINT "...PRESS ANY KEY TO CONTINUE..."
1192 IF INKEY$ = "" THEN 1192
1194 '
1195 GOSUB 1460    '... draw base map
1200 FOR L = 1 TO NC
1210    CP = CMAX - (L-1)*IN: M% = 0
1220    FOR I = 1 TO NX%
1230       X = I*XGRIT
1240       FOR J = 1 TO NY%
1250          IF CP = C(I,J) THEN M% = M% + 1: XCP(M%) = X:
              YCP(M%) = J*YGRIT: GOTO 1280
1260          IF (CP < C(I,J) AND CP < C(I,J-1)) OR
              (CP > C(I,J) AND CP > C(I,J-1)) THEN 1280
1270          M% = M% + 1: XCP(M%) = X: YCP(M%) = YGRIT*(J - (C(I,J) - CP)/
              (C(I,J) - C(I,J-1)))
1280       NEXT J
1290    NEXT I
1300    FOR J = 1 TO NY%
1310    '   Y = J*YGRIT
1320       FOR I = 1 TO NX%
1330          IF CP = C(I,J) THEN M% = M% + 1: YCP(M%) = Y:
              XCP(M%) = I*XGRIT: GOTO 1360
1340          IF (CP < C(I,J) AND CP < C(I-1,J)) OR
              (CP > C(I,J) AND CP > C(I-1,J)) THEN 1360
1350          M% = M% + 1: YCP(M%) = Y: XCP(M%) = XGRIT*(I - (C(I,J) - CP)/
              (C(I,J) - C(I-1,J)))
1360       NEXT I
1370    NEXT J
1380    LOCATE 1,37: PRINT L
1390    FOR I = 1 TO M%
1392       XX = XCP(I)*.05: YY = (YMAX-YCP(I))*.04:
           IF POINT(XX,YY) = 0 THEN PSET (XX,YY),3
1394    NEXT I
1400 NEXT L
1410 BEEP
1420 IF INKEY$ = "" THEN 1420
1430 SCREEN 0,0,0
1440 RETURN
1450 '
1460 '... MAP DRAWING SUBROUTINE ...
1470 '
1480 OPEN "CBMAP3" FOR INPUT AS #3
1490 SCREEN 1: COLOR 0,1:CLS: KEY OFF
1520 LINE(0,0)-(250,0),3:LINE-(250,199),3:LINE-(0,199),3:LINE-(0,0),3
1530 FOR I = 1 TO 4: LINE(0,I*40)-(2,I*40),3:LINE(250,I*40)-(248,I*40),3:
       LINE(I*50,0)-(I*50,3),3:LINE(I*50,199)-(I*50,196),3:NEXT I
```

```
1540 INPUT #3,NL
1550 FOR J = 1 TO NL
1560     INPUT #3, N
1570     INPUT #3, XMI, YMI: XMI = XMI*50: YMI = YMI*40
1580     FOR I = 1 TO N: INPUT #3, XM, YM: XM = XM*50: YM = YM*40:
            LINE(XMI,YMI)-(XM,YM),3: XMI = XM: YMI = YM: NEXT I
1590 NEXT J
1600 INPUT #3, NP
1610 FOR J = 1 TO NP
1620     INPUT #3, XM, YM, PA%: XM = XM*50: YM = YM*40: PAINT(XM,YM),PA%,3
1630 NEXT J
1640 CLOSE #3: LOCATE 2,3:PRINT "N"
1650 SYMBOL$ = "NU2 ND2 NR2 NL2"
1652 FOR I% = 1 TO NL%: XX = XO(I%)*.05: YY = (YMAX-YO(I%))*.04: DRAW "BM="+
     VARPTR$(XX)+",="+VARPTR$(YY): DRAW "C3"+SYMBOL$: NEXT I%
1660 SYMBOL$ = "U4 L4 E8 F8 L4 D4 L8": XX = 15: YY = 30: DRAW "BM="+VARPTR$(XX)+
     ",="+VARPTR$(YY): DRAW "C3"+SYMBOL$
1670 RETURN

A>type cbmap3
4
47
                        4.47,0.00   4.45,0.23   4.23,0.50
4.02,0.53   4.15,0.57   4.00,0.85   3.82,1.06   3.65,1.06
3.65,1.06   3.75,1.16   3.78,1.30   3.50,1.35   3.35,1.40
3.73,1.46   3.70,1.56   3.80,1.67   3.80,1.85   3.75,1.85
3.70,1.90   3.60,1.85   3.57,1.90   3.60,2.00   3.56,2.13
3.65,2.18   3.60,2.26   3.56,2.27   3.51,2.34   3.43,2.35
3.43,2.43   3.35,2.65   3.14,3.05   3.15,3.13   3.10,3.10
2.71,3.36   2.75,3.55   2.68,3.44   2.32,3.60   2.15,3.72
2.19,3.90   2.10,3.75   1.65,4.05   1.60,4.00   1.25,4.05
1.00,4.05   0.50,4.10   0.45,4.00   0.34,4.05   0.00,4.35
2
4.00,0.85   4.56,0.78   4.80,1.05
3
3.43,2.43   3.70,2.52   4.00,2.72   4.35,2.75
3
2.19,3.90   2.40,4.35   2.20,4.60   2.40,4.80
1
4.5,4.5,1

A>type cl030c
1.5   3.02E+05   2160        1.25 6
0     4000      4150    6.05E+9     255
0     3430      2570    4.68E+9     245
0     2170      1170    2.48E+9     205
0     3780      3700    2.75E+9     255
0     3700      3440    8.25E+9     255
0     3800      3330    3.30E+9     255
5000   125 5000   125
```

BT 19561

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT19561