บทที่ 5
การสำรวจพื้นที่ศึกษาและการประยุกต์แบบจำลอง

5.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ได้เลือกใช้บริเวณพื้นที่หัวหมากเป็นพื้นที่ศึกษา ดังแสดงไว้ในรูป 1-1 มีเนื้อที่ประมาณ 8.8 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ : จรดถนนรามคำแหง

ทิศตะวันออก : จรดถนนพัฒนาการ (บางกะปิ-บางนา)

ทิศใต้ : จรดทางรถไฟสายตะวันออก

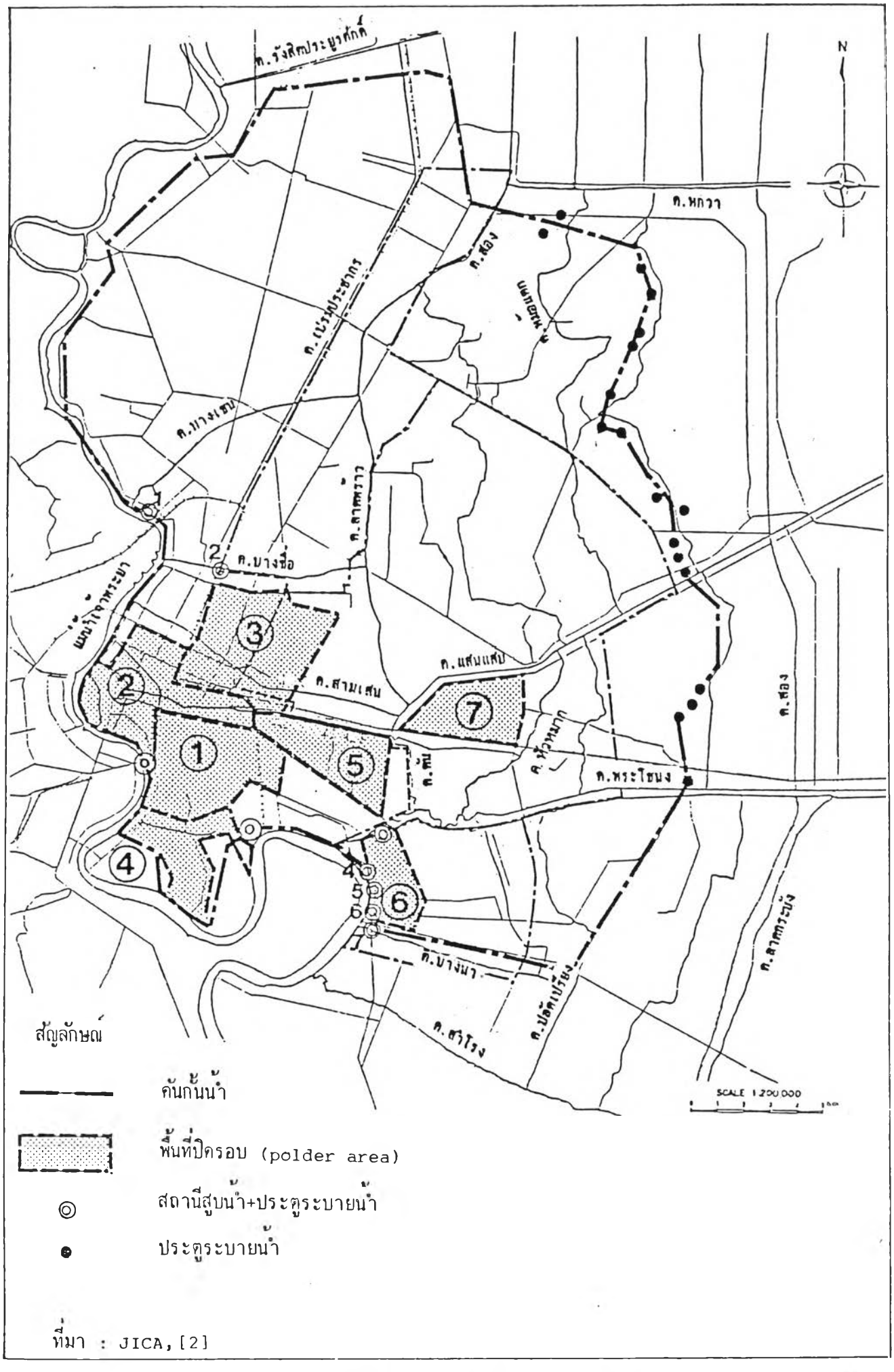
ทิศตะวันตก : จรดถนนรามคำแหง

เนื่องจากบริเวณพื้นที่หัวหมากนี้เป็นพื้นที่หนึ่งที่ กทม. ได้วางแผนป้องกันน้ำท่วมไว้เมื่อปี 2526 ดูรูปที่ 5-1 ซึ่งการป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่หัวหมากนี้ กทม.ได้ทำเป็นระบบพื้นที่ปิดรอบ (Polder System) โดยขอบเขตของพื้นที่นี้ใช้ถนนและทางรถไฟซึ่งมีระดับสูงกว่าบริเวณทั่วไปประมาณ 1 เมตร ดูรูปที่ 5-2 เป็นคันป้องกันน้ำจากพื้นที่ภายนอกไม่ให้ไหลเข้าสู่พื้นที่ป้องกัน และคลองที่ผ่านขอบเขตของพื้นที่ได้มีการติดตั้งประตูระบายน้ำสำหรับควบคุมปริมาณที่เข้า-ออกจากพื้นที่ป้องกัน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงใช้ขอบเขตเดิมนี้สำหรับปิดรอบพื้นที่ศึกษา

บริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะแบนราบ ดูรูป 5-3 มีระดับพื้นดินที่อยู่อาศัยเฉลี่ยประมาณ + 0.50 เมตร (รทก.) ชนิดของชั้นดินชั้นบนสุดเป็นดินเหนียว ลึกประมาณ 15-20 เมตร

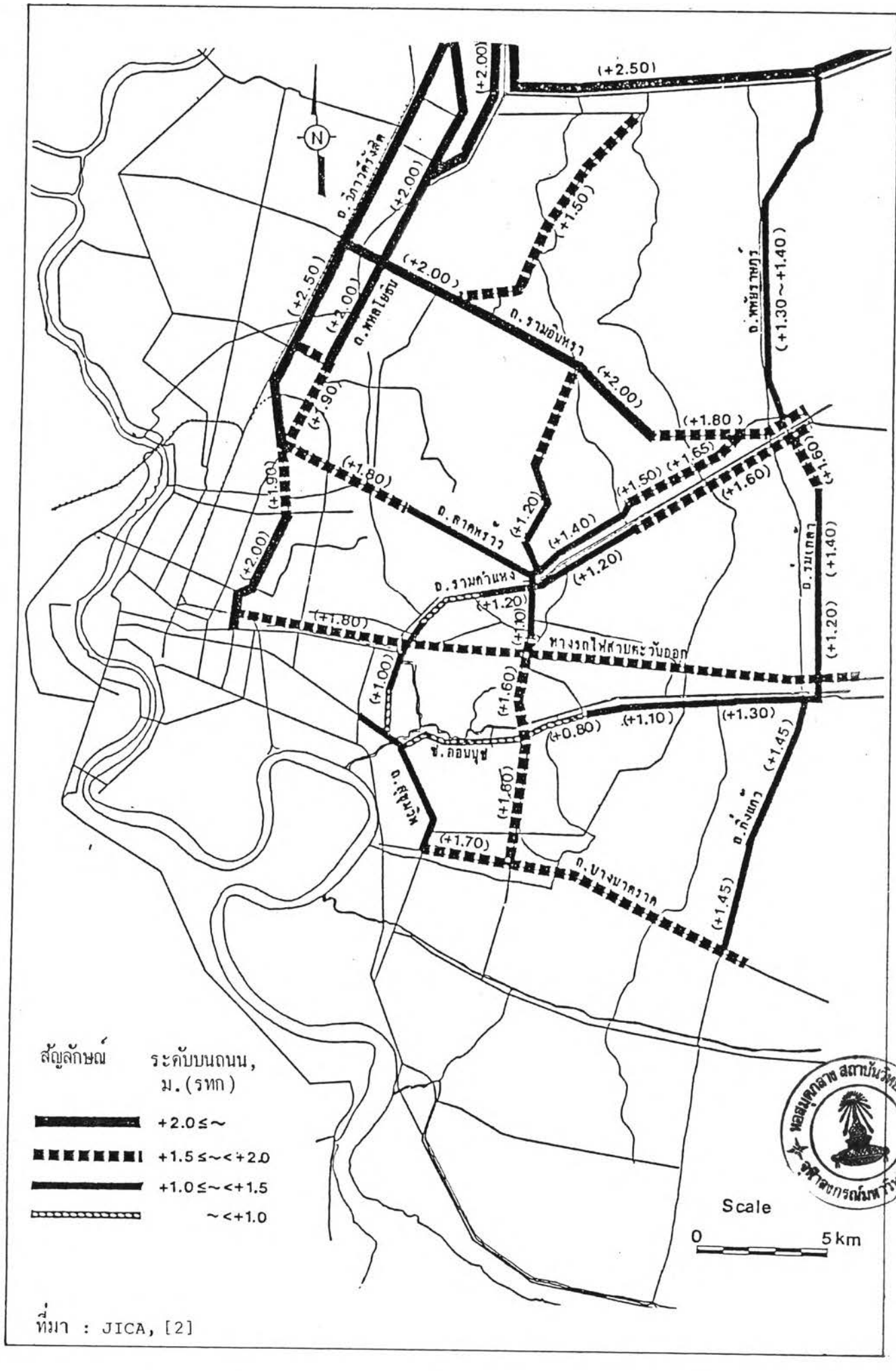
ลักษณะการใช้ที่ดินของบริเวณพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (ดูรูปที่ 5-4)

พื้นที่อยู่อาศัย	66.2 %
พื้นที่อาคารพาณิชย์	2.0 %
พื้นที่อุตสาหกรรม	4.7 %
พื้นที่ที่เป็นสถานที่ราชการ	10.0 %
พื้นที่การเกษตร, ที่ว่าง	17.1 %



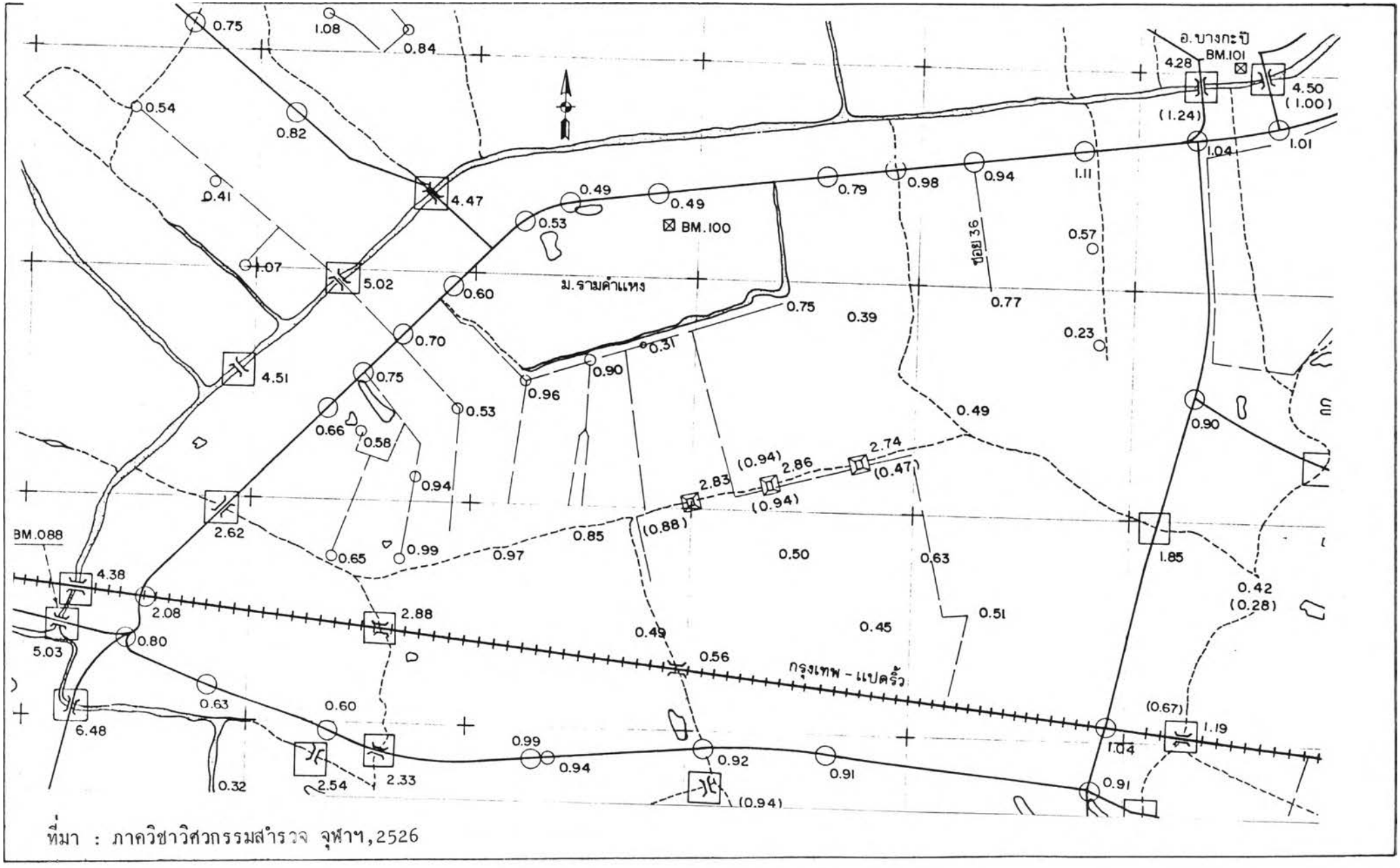
ที่มา : JICA, [2]

รูปที่ 5-1 แสดงพื้นที่ที่สำนักการระบายน้ำวางแผนป้องกันน้ำท่วมในปี 2526

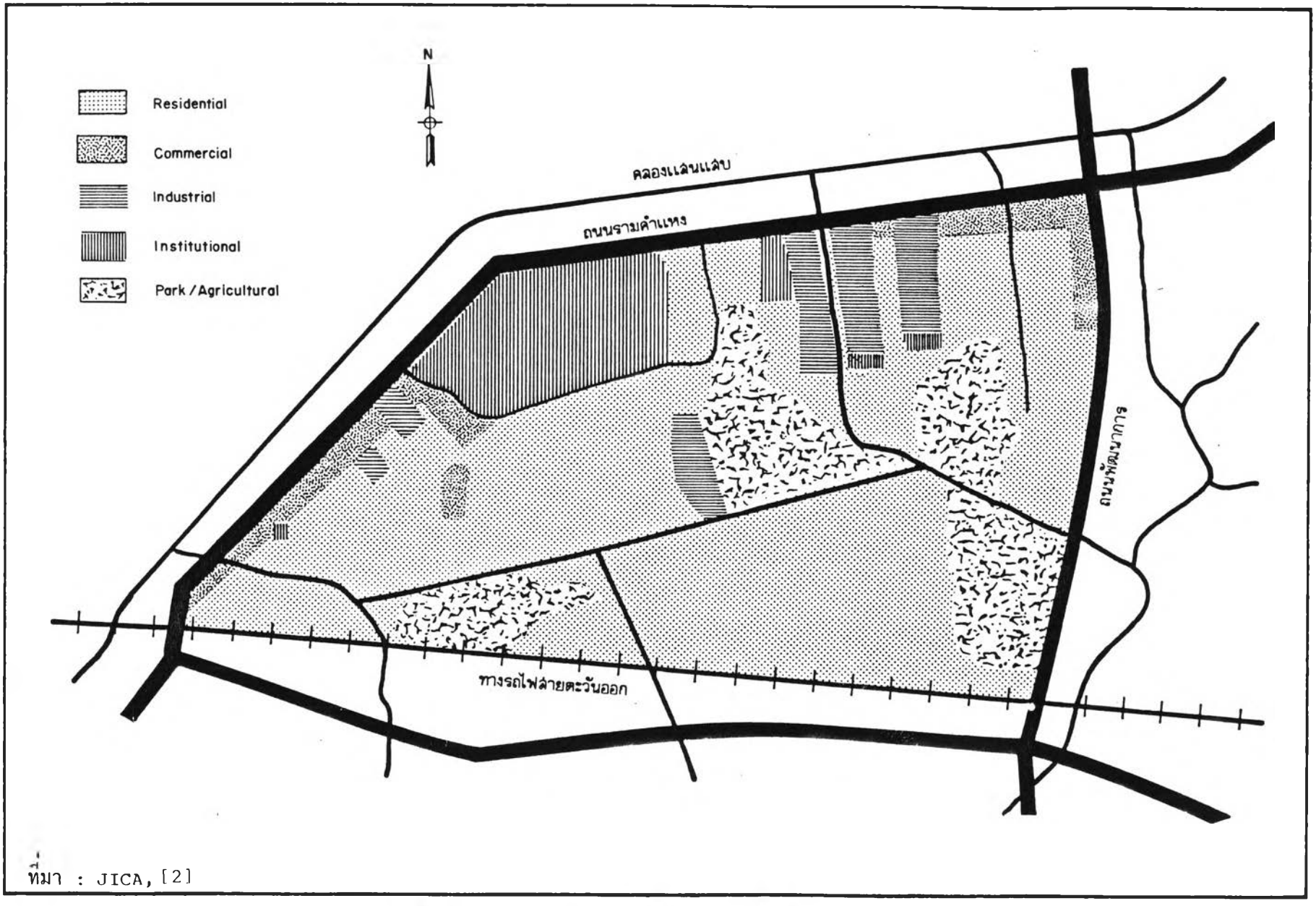


ที่มา : JICA, [2]

รูปที่ 5-2 แสดงระดับถนนฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5-3 แสดงระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่ศึกษา



ที่มา : JICA, [2]

รูปที่ 5-4 แสดงลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

5.1.1 ระบบคลองระบายน้ำในพื้นที่ศึกษา

ในอดีตพื้นที่ศึกษานี้เป็นทุ่งนาซึ่งเป็นที่ราบลุ่ม และต่อมาได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่โดยทำการถมเป็นที่อยู่อาศัย จึงทำให้บริเวณที่ยังไม่ได้ถมกลายสภาพเป็นหนองน้ำ ซึ่งบางแห่งก็กลายสภาพเป็นทางน้ำ ดังปรากฏในแผนที่ที่พิมพ์ในอดีต

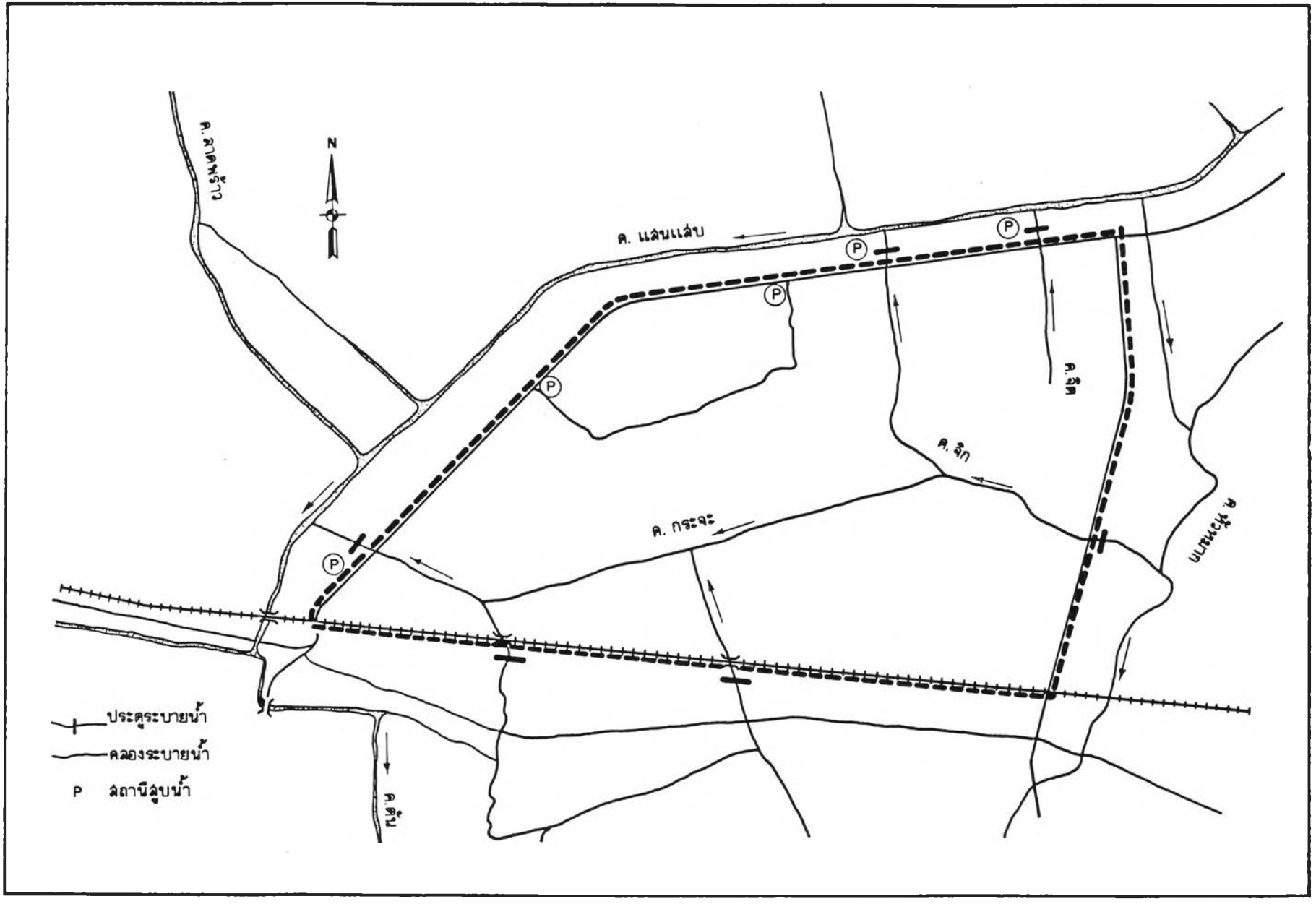
คลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย คลองกระจะ คลองจิก และคลองจิต ซึ่งคลองเหล่านี้เป็นคลองหลักสำหรับระบายน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษา แต่ปัจจุบันคลองจิตกำลังถูกราษฎรรุกล้ำถมเป็นที่อยู่อาศัย ถ้ากทม.ไม่รีบเร่งเข้าไปดำเนินการประกาศเป็นคลองสาธารณะและเข้าทำการดูแลรักษาแล้ว การแก้ปัญหาน้ำท่วมบริเวณนี้อาจจะต้องใช้งบประมาณมากกว่าที่จำเป็น ระบบคลองระบายน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 5-5

การที่ระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่หัวหมากมีระดับต่ำคล้ายแอ่งกะทะ เนื่องจากมีอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินประมาณ 10 ซม.ต่อปี [2] จึงทำให้การระบายน้ำออกจากพื้นที่ศึกษาได้ยาก จึงมักเกิดปัญหาน้ำท่วมบริเวณนี้เป็นประจำหลังจากฝนตกหนัก ถึงแม้ว่า กทม. ได้แก้ไขโดยการทำเป็นพื้นที่ปิดรอบ (Polder System) และทำการติดตั้งสถานีสูบน้ำที่ปากคลองกระจะ คลองจิก และคลองจิต สำหรับสูบน้ำจากพื้นที่ศึกษาลงสู่คลองแสนแสบ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าฝนตกหนักพื้นที่ศึกษานี้ก็ยังประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่ จนทำให้สถานที่บางแห่งในพื้นที่ศึกษาได้ทำการสร้างคันกั้นน้ำรอบเขตที่ดินตัวเอง แล้วทำการติดตั้งสถานีสูบน้ำขนาดเล็กสูบน้ำออก เช่น มหาวิทยาลัยรามคำแหง หมู่บ้านเสรี เป็นต้น

5.1.2 แผนของโครงการป้องกันน้ำท่วมที่มีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา

หลังจากเกิดน้ำท่วมปี 2526 ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากในเขตกรุงเทพมหานคร รัฐบาลได้จัดตั้ง "คณะกรรมการป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล" ซึ่งคณะกรรมการชุดนี้ได้เสนอโครงการเร่งด่วนสำหรับป้องกันกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 22 โครงการ เป็นเงินประมาณ 1,200 ล้านบาท [10] รายละเอียดของโครงการแสดงในตารางที่ 5-1 พอที่จะสรุปโครงการใหญ่ได้ ดังนี้

- โครงการสร้างคันกั้นน้ำทางด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ เพื่อป้องกันน้ำจากฝั่งตะวันออกเข้าสู่กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 5-5 แสดงระบบคลองระบายน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา

- โครงการสร้างเขื่อนกั้นน้ำและติดตั้งสถานีสูบน้ำตามจุดต่าง ๆ สำหรับระบายน้ำจากคลองหลักลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาได้เร็วขึ้น
- โครงการขุดลอกคลองสายต่าง ๆ ให้สามารถระบายน้ำได้เต็มที่

ขณะนี้โครงการต่าง ๆ ได้ดำเนินการแล้วเสร็จ ซึ่งคาดว่าโครงการเร่งด่วนนี้จะมีผลทำให้ระดับน้ำในคลองแสนแสบ ซึ่งเป็นคลองหลักรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่ศึกษาไม่ให้ล้นฝั่ง ดังเช่นปี 2526

นอกจากโครงการเร่งด่วนแล้ว กทม. ยังได้รับความช่วยเหลือจาก JICA ในการจัดทำแผนหลัก (Master plan) สำหรับป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกทม. ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 260 ตารางกิโลเมตร ดูรูป 5-6 ซึ่งพื้นที่ป้องกันของแผนหลักนี้ได้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่หัวหมากไว้ด้วย สำหรับบริเวณพื้นที่หัวหมากนี้ ในแผนหลักได้เสนอให้ทำการติดตั้งสถานีสูบน้ำที่ปากคลองกระจะ จำนวน 6 ลบ.ม./วินาที และที่ปากคลองจิก จำนวน 3 ลบ.ม./วินาที และทำการขุดลอกคลองกระจะ และคลองจิก โดยให้หน้าตัดของคลองทั้งสองมีความกว้างเท่ากับ 12 เมตร ลึกประมาณ 2 เมตร และให้บริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เก็บกักน้ำชั่วคราว ดูรูปที่ 5-7 ซึ่งขณะนี้แผนหลักป้องกันน้ำท่วมโดย JICA กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ

5.2 แนวทางในการปรับปรุงคลองระบายน้ำในพื้นที่ศึกษา

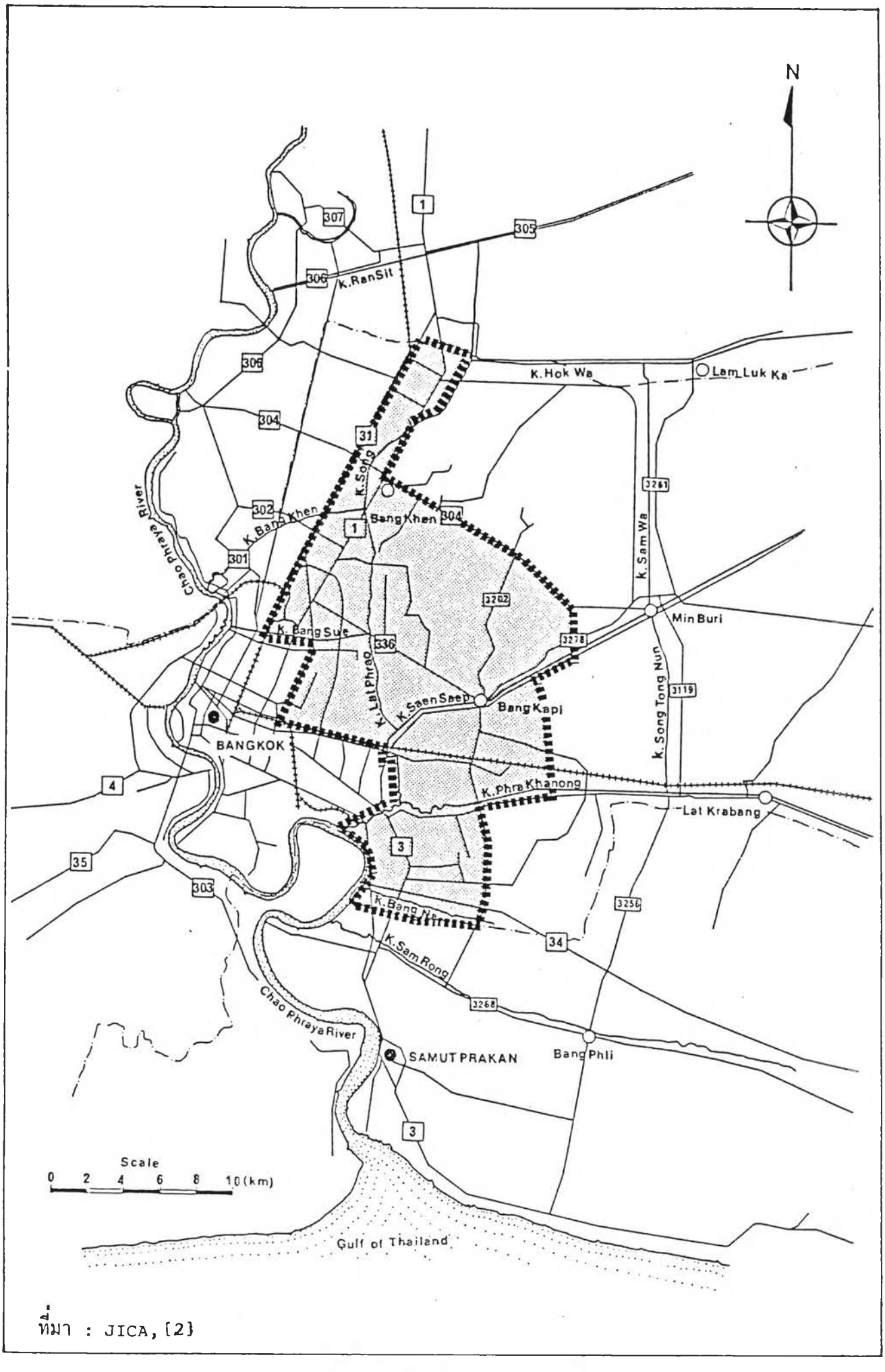
ถึงแม้ว่าโครงการเร่งด่วนต่าง ๆ จะสามารถบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมไม่ให้รุนแรงดังเช่นปี 2526 แต่อย่างไรก็ตามสำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีระดับพื้นดินต่ำกว่าบริเวณอื่น ๆ เนื่องจากการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณนี้มีอัตราสูง ทำให้บริเวณนี้เป็นแอ่งและมีน้ำท่วมขัง การระบายน้ำลงสู่คลองหลักโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นไปได้ยาก ดังนั้นบริเวณพื้นที่ศึกษานี้จำเป็นจะต้องทำเป็นระบบพื้นที่ปิดรอบ (Polder System) และทำการติดตั้งสถานีสูบน้ำสำหรับระบายน้ำออกจากพื้นที่และทำการปรับปรุงพื้นที่หน้าตัดคลองให้สามารถนำน้ำมายังสถานีสูบน้ำได้ทัน

ในการประเมินขีดความสามารถ และวางแผนปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาสำหรับการวิจัยนี้ จะอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการศึกษา วิธีการศึกษาจะดำเนินการดังนี้

ตารางที่ 5-1 สรุปแผนป้องกันน้ำท่วมเร่งด่วนของกรุงเทพมหานคร

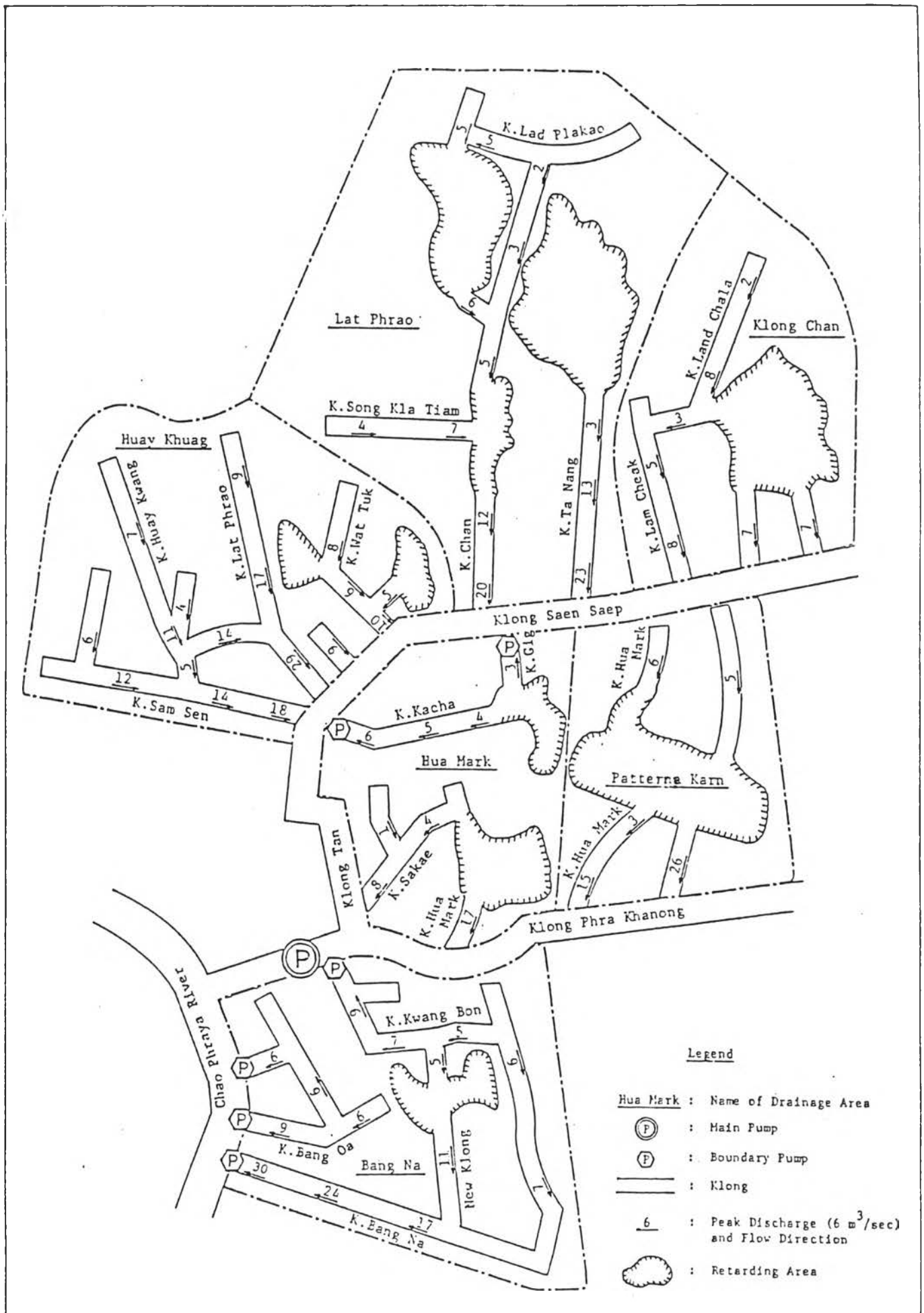
ลำดับโครงการ	ชื่อโครงการ	เป้าหมายของโครงการ	รายละเอียดการปรับปรุง	หน่วยงานรับผิดชอบ	งบประมาณ (ล้านบาท)		
					2527	2528	รวม
2527/1	ระบายน้ำหุ่งตั้งละลิบออกของกรุงเทพมหานครตามพระราชดำริ	- เร่งระบายน้ำออกทะเลโดยใช้แนวคลองผังละลิบออก - สร้างระบบป้องกันน้ำท่วม - ขยายทางน้ำเมื่อผ่านทางรถไฟทางหลวง	- สร้างคันกั้นน้ำยาวประมาณ 45.100 กม. - ขุดขยายคลองระบายน้ำยาวประมาณ173.5กม - สร้างอาคารบังคับน้ำ 13 แห่ง - ขยายสะพานรถไฟ 2 แห่ง - ขยายสะพานทางหลวง 2 แห่ง	กรมชลประทาน กรมทางหลวง การรถไฟแห่งประเทศไทย	194.5	181.5	376.0
	กลุสร้างแก้ไขปัญหาเร่งด่วนเพื่อป้องกันน้ำท่วมในจังหวัดสมุทรปราการ	- ป้องกันน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองสมุทรปราการ	- ยกระดับถนน คสล ยาวประมาณ 1,600 ม. - ปรับปรุงเขื่อน คสล ยาวประมาณ 358 ม. - ปรับปรุงทางระบายน้ำยาวประมาณ1,266 ม. - สร้างบอสูบและอาคารบังคับน้ำรวม 3 แห่ง	กรมโยธาธิการ	62.7	59.8	122.1
	บูรณาปรับปรุงน้ำท่วมในพื้นที่ตามพระราชดำริ	- ขุดลอกคลองสำโรงและคลองสาขา	- ปรับปรุงขุดลอกคลองสำโรงและคลองแยกทั้งสองฝั่งอีก 15 คลอง รวม 16 คลอง	จ.สมุทรปราการ	80.8	-	80.8
	เป็นเงิน				338.0	240.9	578.9
2527/2	ปรับปรุง คลองหกโยธา คลองสำโรง คลองบางเอน	- เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำออกจากบริเวณน้ำท่วมทั้งใช้เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ	- ปรับปรุงประตูระบายน้ำ รวม 3 แห่ง - ขยายความกว้างของช่องลัด 1 แห่ง - ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ รวม 32 เครื่อง	กรมชลประทาน	140.0	-	140.0
	ปรับปรุง คลองบางซื่อ คลองสามเสน คลองเจก คลองบางอ้อ คลองบางบา คลองหกโยธา คลองบัดนแสบ	- เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ - ขยายขีดความสามารถในการระบายน้ำ	- ปรับปรุงประตูระบายน้ำ รวม 6 แห่ง - ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ รวม 27 เครื่อง - ก่อสร้างเขื่อน คสล ยาว 2,211 ม. - ก่อสร้าง Flood Wall ยาว 1,756 ม.	กรุงเทพมหานคร	187.0	-	187.0
	ปรับปรุงขุดลอกคลองในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ	- ขยายขีดความสามารถในการระบายน้ำของคลองสายหลัก	- ปรับปรุงขุดลอกคลอง รวม 4 สาย	จ. สมุทรปราการ	14.0	-	14.0
	เป็นเงิน				341.0	-	341.0
2527/3	โครงการสร้างคันกั้นน้ำหุ่งตั้งละลิบออก เพิ่มเติมจาก 2527/1	- สร้างคันกั้นน้ำในเขตบางเขน เขตมีนบุรี และ เขตคลองสามวา	- สร้างคันกั้นน้ำ ยาวประมาณ 18.900 กม. - ยกระดับทางรถไฟสายตะวันออก ยาวประมาณ 1.500 กม.	กรุงเทพมหานคร การรถไฟ ฯ	48.7	-	48.7
	โครงการป้องกันน้ำท่วม กทม. ตามแนวตะวันตกและบางส่วนของจังหวัดนนทบุรี	- ป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่เขตหนองจอก เขตบางเขน เขตบางเขน และบางส่วนของจังหวัดนนทบุรี	- สร้างทำนบกั้นน้ำและยกระดับถนนจำนวน ประมาณ 30 แห่ง - ปรับปรุงประตูระบายน้ำ รวม 3 แห่ง - ก่อสร้างสถานีสูบน้ำชั่วคราว รวม 5 แห่ง	กรุงเทพมหานคร กรมชลประทาน กรมทางหลวง	42.1	-	42.1
	โครงการขุดลอกคลองจังหวัดสมุทรปราการ	- ขยายขีดความสามารถในการระบายน้ำ	- ปรับปรุงขุดลอกคลอง รวม 13 สาย.	จ. สมุทรปราการ	10.4	-	10.4
	เป็นเงิน				101.2	-	101.2
	รวมงบประมาณทั้งสิ้นเป็นเงิน				780.2	240.9	1,021.1

ที่มา : อนุชิต [10]



ที่มา : JICA, [2]

รูปที่ 5-6 แสดงบริเวณพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมในแผนหลักที่ทำการศึกษาโดย JICA



ที่มา : JICA [2]

รูปที่ 5-7 แสดงระบบคลองระบายน้ำในแผนหลัก JICA

1) การประเมินขีดความสามารถของคลอง เพื่อจะหาปริมาณของฝนหรือคาบการกลับของฝน (Return Period) ซึ่งระบบคลองระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถจะระบายได้โดยที่ไม่เกิดสภาวะน้ำท่วม ในการประเมินขีดความสามารถของระบบคลองระบายน้ำ จะอาศัยข้อมูลของหน้าตัดคลอง ขนาดของสถานีสูบน้ำ ระดับของพื้นดินในบริเวณพื้นที่ศึกษา และค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในคาบการกลับต่าง ๆ เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลและระดับน้ำจนกว่าจะได้คาบการกลับที่มากที่สุด ซึ่งระบบคลองระบายน้ำที่มีอยู่สามารถระบายได้

2) การปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำที่มีอยู่เดิม หลังจากประเมินขีดความสามารถของระบบคลองระบายน้ำแล้ว ถ้าหากปรากฏว่าระบบคลองไม่สามารถระบายปริมาณน้ำฝนของคาบการกลับ (Return Period) ที่กำหนดได้ ก็จะทำการออกแบบการปรับปรุงระบบคลองใหม่ ให้สามารถรับปริมาณน้ำฝนในคาบการกลับที่กำหนดไว้ ซึ่งขั้นตอนในการปรับปรุงจะทำการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดคลอง และขนาดของสถานีสูบน้ำ ตลอดจนทำการขุดคลองผันน้ำใหม่ ซึ่งการหาขนาดหน้าตัดคลอง และขนาดของสถานีสูบน้ำใช้ขบวนการทดลองผิดพลาดซ้ำซาก (Trial and error) จนกว่าจะได้หน้าตัดคลองและขนาดของสถานีสูบน้ำ ที่ไม่ทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ศึกษาสำหรับคาบการกลับของฝนที่กำหนด

5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลอง

5.3.1 ข้อมูลหน้าตัดคลองและระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลหน้าตัดคลอง นับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการจำลองสภาพการไหลของน้ำในคลอง ในการวิจัยนี้ใช้หน้าตัดคลองซึ่งสำรวจโดยสำนักการระบายน้ำเมื่อปี 2525 และบางส่วนได้จากการสำรวจของ JICA ในการนำข้อมูลหน้าตัดคลองเหล่านี้ไปใช้ในการจำลอง จะทำการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดคลองที่วัดได้ให้เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต เพื่อให้เป็นตามข้อสมมุติฐานที่ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดนี้จะพยายามให้หน้าตัดรูปทรงทางเรขาคณิตที่ได้มีคุณสมบัติการไหลใกล้เคียงกับหน้าตัดเดิมมากที่สุด

การที่พื้นดินในบริเวณหัวหมากมีการทรุดตัว ดังนั้นจึงทำให้ค่าระดับพื้นดินบริเวณนี้เปลี่ยนแปลงทุกปี จากการสำรวจโดย JICA [2] เมื่อปี 2526 ซึ่งใช้หมุดหลักฐานของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) เป็นระดับอ้างอิง (BM.31 ระดับ = 2.425 เมตร, รทก.) ทำการตรวจสอบกับหมุดหลักฐานของกทม ดูรูป 5-3 พบว่าหมุดหลักฐานของกทม ที่อยู่บริเวณหัวหมากมีระดับเปลี่ยนแปลงจากระดับเดิมที่ทำไว้เมื่อปี 2521 ดังนี้

หมุดหลักฐาน	ระดับของ กทม ปี 2521	ระดับของ JICA ปี 2526	ค่าแตกต่าง
BM.088	5.817	5.157	-0.660
BM.100	1.587	0.965	-0.622
BM.101	1.394	0.818	-0.576

นอกจากนี้ในปี 2527 กรมแผนที่ทหาร กรมชลประทาน และภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ร่วมกันทำการสำรวจพื้นที่ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยใช้ระดับอ้างอิงจากหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร ที่ อ.มีนบุรี จากการสำรวจภาคสนามเปรียบเทียบระดับพื้นดินบริเวณหัวหมากจากการสำรวจร่วมของกรมแผนที่ทหาร กรมชลประทาน และภาควิชาวิศวกรรมสำรวจจุฬา ฯ กับที่ทำการสำรวจโดย JICA ปรากฏว่าระดับที่ได้จากการสำรวจทั้งสองครั้งมีระดับใกล้เคียงกัน

ดังนั้นในการวิจัยนี้ จะใช้ค่าระดับพื้นดินจากการสำรวจร่วมกันของกรมแผนที่ทหาร กรมชลประทาน และภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และค่าหน้าตัดของคลองจากการสำรวจของ JICA และสำนักการระบายน้ำ โดยปรับค่าระดับคลองที่สำรวจโดยสำนักการระบายน้ำ ซึ่งใช้ระดับอ้างอิงจากระดับหมุดของ กทม. ลงไปอีกประมาณ 60 ซม.

5.3.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลระดับน้ำ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองนี้ จะอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนบริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง และข้อมูลระดับน้ำจะใช้ที่สถานีวัดระดับน้ำที่ปากคลองกระจะ และสถานีวัดระดับน้ำที่จุดเชื่อมระหว่างคลองกระจะและคลองจิก ซึ่งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดระดับน้ำนี้ทำการติดตั้งโดย JICA เมื่อปี 2526

สำหรับปริมาณน้ำฝน ที่ใช้ในการประเมิน และปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษานี้ จะใช้ปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่ง JICA ได้จัดทำกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของฝนไว้แล้ว และช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration) ที่ใช้ในการออกแบบปรับปรุงจะใช้ฝนที่มีช่วงเวลาตก (Duration) เท่ากับ 6 ชั่วโมง เนื่องจาก ฝนที่ตกในกรุงเทพมหานครจะตกหนักในช่วงเวลาสั้น ๆ (Short term rainfall) และจาก การศึกษาของ JICA [2] ได้ว่าฝนที่ตกเกิน 90 มม. และมีช่วงเวลาตกน้อยกว่า 6 ชั่วโมง จะมีปริมาณฝนตกภายใน 2 ชั่วโมง เท่ากับ 90% ของปริมาณฝนที่ตกทั้งหมด ดูรูปที่ 5-8

5.4 การประยุกต์แบบจำลองกับพื้นที่ศึกษา

การจำลองสภาพคลองโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ ทำให้ทราบว่า

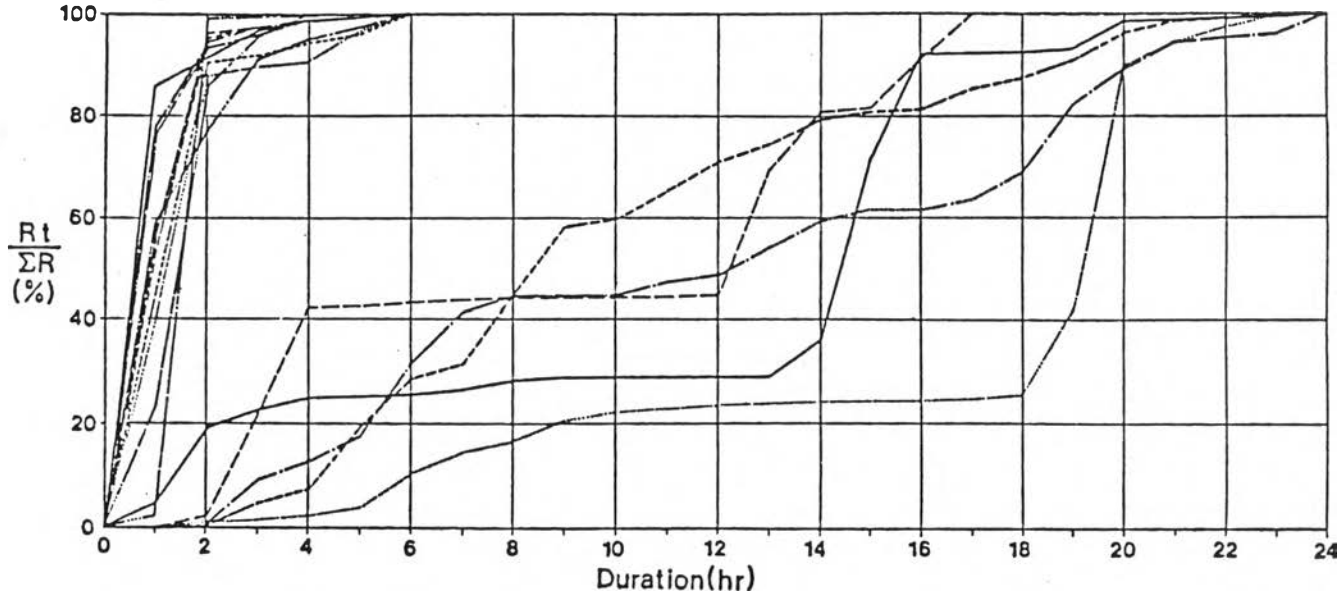
1) ที่ปลายช่วงลำน้ำ (Link) ใด ๆ ของคลอง จะได้
   - ค่าระดับน้ำ
   - ค่าความเร็วและทิศทางการไหล
   - ค่าอัตราการไหลและทิศทางการไหล
2) ที่ช่วงลำน้ำ (Link) ใด ๆ จะได้ค่าปริมาณน้ำที่เก็บกัก

ในการนำแบบจำลองไปใช้กับพื้นที่ใด ๆ ในขั้นแรกจะต้องกำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.4.1 การกำหนด Node

ตำแหน่งที่จะกำหนดให้เป็น Node ในการจำลอง มีข้อพิจารณาในการเลือกดังนี้

1) จุดที่เชื่อมของลำน้ำ
2) จุดที่มีปริมาณน้ำท่าไหลลงคลอง
3) จุดที่ตั้งของประตูน้ำ, สถานีสูบน้ำ
4) จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน้าตัดคลอง



Time Distribution Diagram for Duration of Daily Rainfall above 90 mm/day

Note: Daily rainfall data(15 samples) above 90 mm/day were recorded at the Bangkok Station between 1951 and 1982.

ที่มา : JICA, [2]

รูปที่ 5-8 แสดงการกระจายของฝนที่ตกเกิน 90 มม./วัน

5.4.2 การแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อย

พื้นที่รับน้ำฝนย่อย (Subbasin Area) เป็นพื้นที่ที่รับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาและระบายลงสู่คลองตามจุด (Node) ต่าง ๆ ในการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อยนี้ โดยทั่วไปจะแบ่งตามลักษณะภูมิประเทศ และตามแนวของท่อระบายน้ำที่มีอยู่ แต่สำหรับการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อยของการวิจัยนี้ประมาณขอบเขตจากแนวของถนน ซอย และแนวของท่อระบายน้ำที่มีอยู่ เนื่องจากลักษณะพื้นที่ศึกษามีระดับพื้นดินแบนราบจึงเป็นการยากที่จะทำการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อยได้ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาปริมาณน้ำที่จุดท้ายน้ำ (Downstream) ที่ระบายน้ำออกจากพื้นที่ศึกษาแล้วพบว่าลักษณะของการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนย่อยมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำที่จุดนี้น้อยมาก

5.4.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Coefficient of runoff, C) ของพื้นที่รับน้ำฝนย่อย

การหาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าในแต่ละพื้นที่รับน้ำฝนย่อย ทำการหาจากแผนที่แสดงการใช้ที่ดิน (Land use map) ดูรูป 5-4 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าของการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-2 สำหรับกรณีพื้นที่รับน้ำฝนย่อยที่ประกอบด้วยการใช้ที่ดินหลายประเภท จะทำการเฉลี่ยค่าของสัมประสิทธิ์ของแต่ละประเภทตามสัดส่วนขนาดของพื้นที่แต่ละประเภทที่มีในพื้นที่รับน้ำฝนย่อยนั้น

5.4.4 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (n)

ดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 3 ว่า การหาค่าความลาดของแรงเสียดทานของคลอง จะประยุกต์สูตรของ Manning คำนวณหา ในการใช้สูตร Manning นี้ ความยุ่งยากที่มีคือการตัดสินใจเลือกค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ (n) ทั้งนี้เพราะว่าไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่ชัดที่จะยึดถือในการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) โดยทั่วไปการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระจะต้องอาศัยประสบการณ์ในการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระและวิศวกรแต่ละคนจะตัดสินใจเลือกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระได้ไม่เท่ากันในกรณีเหมือน ๆ กัน [3] อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยนี้จะประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ โดยการพิจารณาองค์ประกอบ

ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับค่าความขรุขระของคลอง

เพื่อความสะดวกในการหาค่า n ของหน้าตัดที่ประกอบด้วยผิวความขรุขระต่างกัน เช่น คลองที่มีผนังด้านข้างเป็นคอนกรีตเป็นต้น จึงได้แบ่งองค์ประกอบที่มีผลต่อค่า n ออกเป็น 2 ส่วน [11] คือ

- องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่อยู่ในรูปของเส้นขอบเปียกแต่ละส่วน
- องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่อยู่ในรูปของเส้นขอบเปียกรวม

1) องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ที่อยู่ในรูปของเส้นขอบเปียกแต่ละส่วน ซึ่งการสูญเสียส่วนนี้ประกอบด้วย แรงเสียดทานของผิววัสดุ และแรงเสียดทานของวัชพืช ในการหาค่า n ขององค์ประกอบนี้จะแบ่งเส้นขอบเปียกเป็น 3 ส่วน คือ ท้องคลอง และด้านข้างทั้งสองข้าง แล้วหาค่า n ของหน้าตัดผสมรวมทั้ง 3 ส่วน ได้จาก

$$n_o = \frac{[P_1 n_1^2 + P_2 n_2^2 + P_3 n_3^2]^{1/2}}{[P_1 + P_2 + P_3]^{1/2}}$$

เมื่อ n_o = การสูญเสียของหน้าตัดผสม ผิววัสดุ และวัชพืช

n_1, n_2, n_3 = ความขรุขระของท้องคลองและความขรุขระของด้านข้างทั้งสอง

P_1, P_2, P_3 = เส้นขอบเปียกของท้องคลองและเส้นขอบเปียกของด้านข้างทั้งสอง

ซึ่งแต่ละส่วนของเส้นขอบเปียกนี้ประกอบด้วยแรงเสียดทานต่าง ๆ ดังนี้

- แรงเสียดทานเนื่องจากชนิดวัสดุ (Type roughness, n_s)
- แรงเสียดทานเนื่องจากลักษณะความขรุขระของผิว (Surface irregularities, n_i)
- แรงเสียดทานของวัชพืช (Vegetation, n_v)

ค่าของ n_1, n_2 และ n_3 จะมีค่าเท่ากับผลรวมของ n_s, n_i และ n_v ซึ่งค่าของ n_s, n_i, และ n_v สามารถหาได้จากตารางที่ 5-3

2) องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ที่อยู่ในรูปของเส้นขอบเปียกรวม ประกอบด้วยการสูญเสียต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 5-2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) สำหรับการใช้พื้นที่แบบต่าง ๆ

Land-use Type	Runoff coefficient(c)
1. Residential (medium density)	0.50
2. Residential (low density)	0.40
3. Commercial	0.75
4. Industrial	0.70
5. Institutional	0.40
6. Park/Agricultural	0.15
7. Pond	(1.00)

ที่มา : JICA, [2]

ตารางที่ 5-3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n)

ที่มา : CDM, [7]

Type of Material	n_s
Concrete	0.018
Clay	0.020
Masonry	0.025
Short grass and weeds	0.027
High grass and weeds	0.030

Type of Irregularity	n_i
Smooth	0.000
Minor: Wavy surface, small scattered rocks or holes	0.005
Moderate: many small holes, depressions, etc.	0.010

Vegetation not Accounted for Above	n_v
Negligible	0.000
Minor: grass and weeds several inches high not uniformly distributed over surface, occasional small stumps of small height	0.008
Medium: considerable weeds or grass of approximately 1/2 to 1 ft in height, many stumps of similar height	0.020

Channel Shape and Size Variations	n_A
Essentially constant	0.000
Gradually varying	0.000
Alternating occasionally	0.005
Alternating frequently	0.012

Isolated Obstructions	n_B
Negligible	0.000
Occasional piling, projecting stairs, etc.	0.005
Frequent piling and/or minor bridge abutments	0.010
Many minor bridge abutments	0.015
Many major bridge abutments	0.020

Meandering	m
Minor	1.00
Appreciable	1.15
Severe	1.30

- การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลอง (Channel irregularity, n_A)
- การสูญเสียเนื่องจากสิ่งกีดขวาง (Isolated Obstructions, n_B)
- การสูญเสียจากเนื่องความคดเคี้ยวของลำน้ำ (Channel meandering, m)

ค่าของ n_A, n_B และ m สามารถหาได้จากตารางที่ 5-3 จากองค์ประกอบที่กล่าวมาทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระรวมทั้ง 2 องค์ประกอบได้จากสูตรของ Cowan ดังนี้

$$n_{รวม} = (n_O + n_A + n_B)\, m$$

5.4.5 การกำหนดค่าระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดในคลองสำหรับการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ

ในการออกแบบปรับปรุงคลอง ค่าระดับน้ำสูงสุดในคลองที่ยอมให้เกิดจะต้องไม่สูงมากเกินไปจนทำให้ท่อไม่สามารถระบายน้ำฝนได้ทัน ดังนั้นการกำหนดระดับน้ำสูงสุดในคลองจะต้องให้มีความดันแตกต่าง (Head) จากระดับน้ำในคลองถึงระดับน้ำที่เข้าปากท่อระบายน้ำอย่างน้อยประมาณ 30 เซ็นติเมตร (ดูรายละเอียดในบทที่ 6)

การกำหนดค่าระดับน้ำต่ำสุดในคลอง ค่าระดับน้ำต่ำสุดในคลองถ้าหากสามารถกำหนดได้ต่ำลง ก็จะทำให้ปริมาตรสำหรับเก็บกักน้ำเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ระดับน้ำต่ำสุดในคลองไม่ควรต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินมากเพราะจะทำให้โครงสร้างริมตลิ่งเสียหาย CDM ได้แนะนำไว้ว่าค่าระดับน้ำต่ำสุดในคลองของดินในกรุงเทพมหานคร สามารถกำหนดให้ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินได้ประมาณ 50 เซ็นติเมตร โดยไม่ทำให้โครงสร้างริมตลิ่งเสียหาย

สำหรับการปรับปรุงระบบคลองในการวิจัยนี้ เนื่องจากระดับพื้นดินบริเวณพื้นที่ศึกษามีระดับเฉลี่ยประมาณ + 0.50 เมตร(รทก.) จึงกำหนดค่าระดับน้ำสูงสุดไว้ที่ระดับ +0.20 เมตร (รทก.) ซึ่งเป็นระดับที่ท่อระบายน้ำยังมีความดัน (Head) ที่จะให้เกิดน้ำไหลในท่อประมาณ 30 เซ็นติเมตร และค่าระดับน้ำต่ำสุดในคลองช่วงฤดูฝนไว้ที่ระดับ - 0.50 เมตร (รทก.) ซึ่งทำให้คลองมีที่ว่างสำหรับเก็บกักน้ำไว้ในคลองได้สูงประมาณ 0.70 เมตร