บทที่ 6
ผลการศึกษาและวิจารณ์

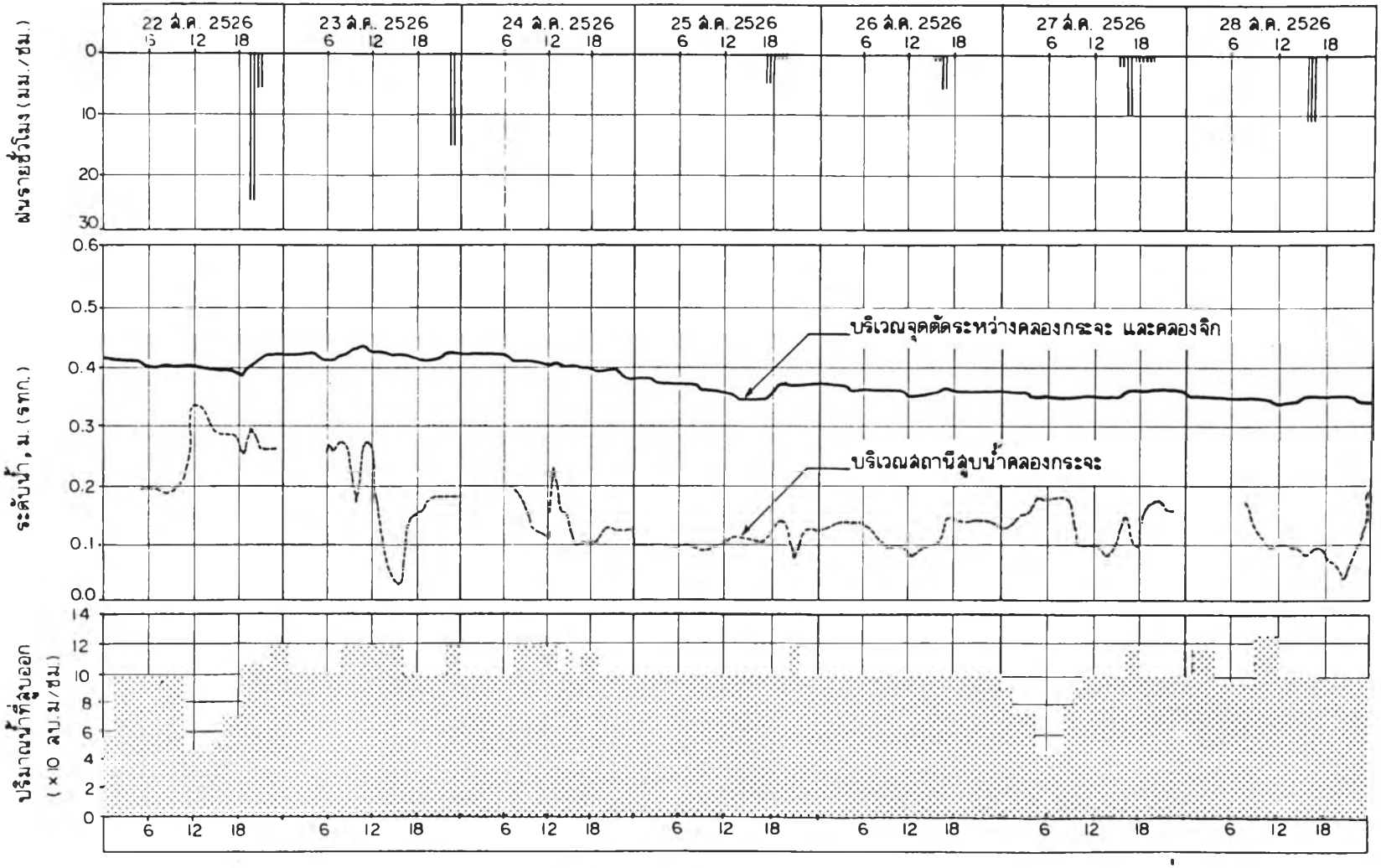
ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการศึกษาที่ได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับพื้นที่ศึกษาบริเวณหัวหมาก สำหรับการวิจัยนี้ได้แยกทำการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการทดสอบแบบจำลอง ส่วนที่สองเป็นการประเมินขีดความสามารถของระบบคลองระบายน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา และส่วนสุดท้ายจะเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงระบบระบายน้ำให้สามารถระบายน้ำได้เต็มที่

6.1 การทดสอบแบบจำลอง (Model Calibration)

การทดสอบแบบจำลองนี้ จะเป็นขั้นตอนในการปรับค่าของตัวแปรกำหนด (Model Parameter) ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง เพื่อให้ผลที่ได้จากการจำลองนั้นมีค่าใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่ปรากฏจริงในสนาม โดยในการปรับค่าตัวแปรกำหนด (Model parameter) ของแบบจำลองนี้จะใช้ขบวนการทดลองผิดพลาดซ้ำซาก (Trial and error) ซึ่งถ้าหากว่าแบบจำลองนี้ใช้ทฤษฎีและสมมุติฐานถูกต้องแล้ว ผลที่ได้จากการจำลองควรจะมีค่าใกล้เคียงกับผลที่วัดได้จริงในสนาม สำหรับข้อมูลทางอุทกวิทยาที่ใช้ทดสอบแบบจำลองนี้ได้เลือกข้อมูลที่เก็บช่วงวันที่ 22-23 สิงหาคม 2526 ซึ่งข้อมูลนี้ทำการเก็บรวบรวมโดย JICA ดังแสดงไว้ในรูป 6-1 และขบวนการปรับค่าตัวแปรกำหนด (Model parameter) นี้จะทำการปรับเฉพาะตัวแปรกำหนดที่มีความไวต่อผลที่ได้สูง ซึ่งตัวแปรกำหนดเหล่านี้ประกอบด้วย การปรับค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่คลอง การปรับค่า สปส.ความขรุขระ และการปรับค่าช่วงเวลาที่ใช้คำนวณ (Time step,T)

6.1.1 การปรับค่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลอง (Adjustment of Lateral Inflow)

ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองจากพื้นที่รับน้ำฝนย่อย(Subbasin) นับว่ามีความสำคัญมาก ดังได้กล่าวในบทที่ 3 แล้วว่า การหาค่าชลภาพของน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองนั้น จะใช้วิธีของ Ra-



ที่มา : JICA,[14]

รูปที่ 6-1 แสดงข้อมูลทางอุทกวิทยาที่เก็บในพื้นที่ศึกษา

tional Method ซึ่งเป็นการหาค่าโดยประมาณเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วการหาค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในตัวเมืองให้ละเอียดแล้ว จะมีวิธีการหาที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่านี้มาก แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณ จึงไม่สามารถที่จะทำการศึกษาปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองได้ละเอียด แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้ค่าของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงคลองมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงในสนาม จะทำการหาสัมประสิทธิ์ค่าคงที่ปรับค่าของอัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองอีกครั้งหนึ่ง

โดยทั่วไปแล้วระบบท่อระบายน้ำฝนจากพื้นที่อยู่อาศัยในตัวเมืองลงสู่คลองหรือแม่น้ำ จะทำการออกแบบไว้ให้สามารถรับปริมาณฝนที่มีคาบการกลับ (Return Period) เท่ากับ 2 ปี ซึ่งถ้าปริมาณฝนที่ตกมีคาบการกลับที่สูงกว่านี้ จะทำให้ท่อระบายน้ำไม่ทัน ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าอัตราการไหลสูงสุด (Peak Discharge) ลดลง จากการศึกษาของ CDM [11] สำหรับฝนที่ตกในพื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานคร พบว่า ท่อระบายน้ำที่ออกแบบไว้สำหรับฝนที่มีปริมาณสูงสุดในรอบ 1 ปี (one-year storm) รับฝนที่มีปริมาณสูงสุดในรอบ 5 ปี (five-year storm) จะทำให้อัตราการไหลสูงสุดลดลงประมาณ 35%

สำหรับระบบท่อระบายน้ำลงสู่คลองของบริเวณพื้นที่ศึกษา ปัจจุบันยังมีไม่เพียงพอสำหรับการระบายน้ำฝน เนื่องจากบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวเมืองอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาพบว่า ระบบท่อระบายน้ำในพื้นที่นี้จะทำให้ปริมาณน้ำท่า มีอัตราการไหลสูงสุดลดลงเหลือประมาณ 20% ของอัตราการไหลสูงสุดที่คำนวณได้จากวิธีของ Rational Method รูปที่ 6-2 แสดงลักษณะของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลอง และรูปที่ 6-3 แสดงระดับน้ำที่วัดจริงและระดับน้ำที่ได้จากการจำลองเมื่อให้อัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำท่าจากท่อระบายน้ำเปลี่ยนแปลง

6.1.2 การปรับค่า สปส. ความขรุขระ (Adjustment of Manning's n)

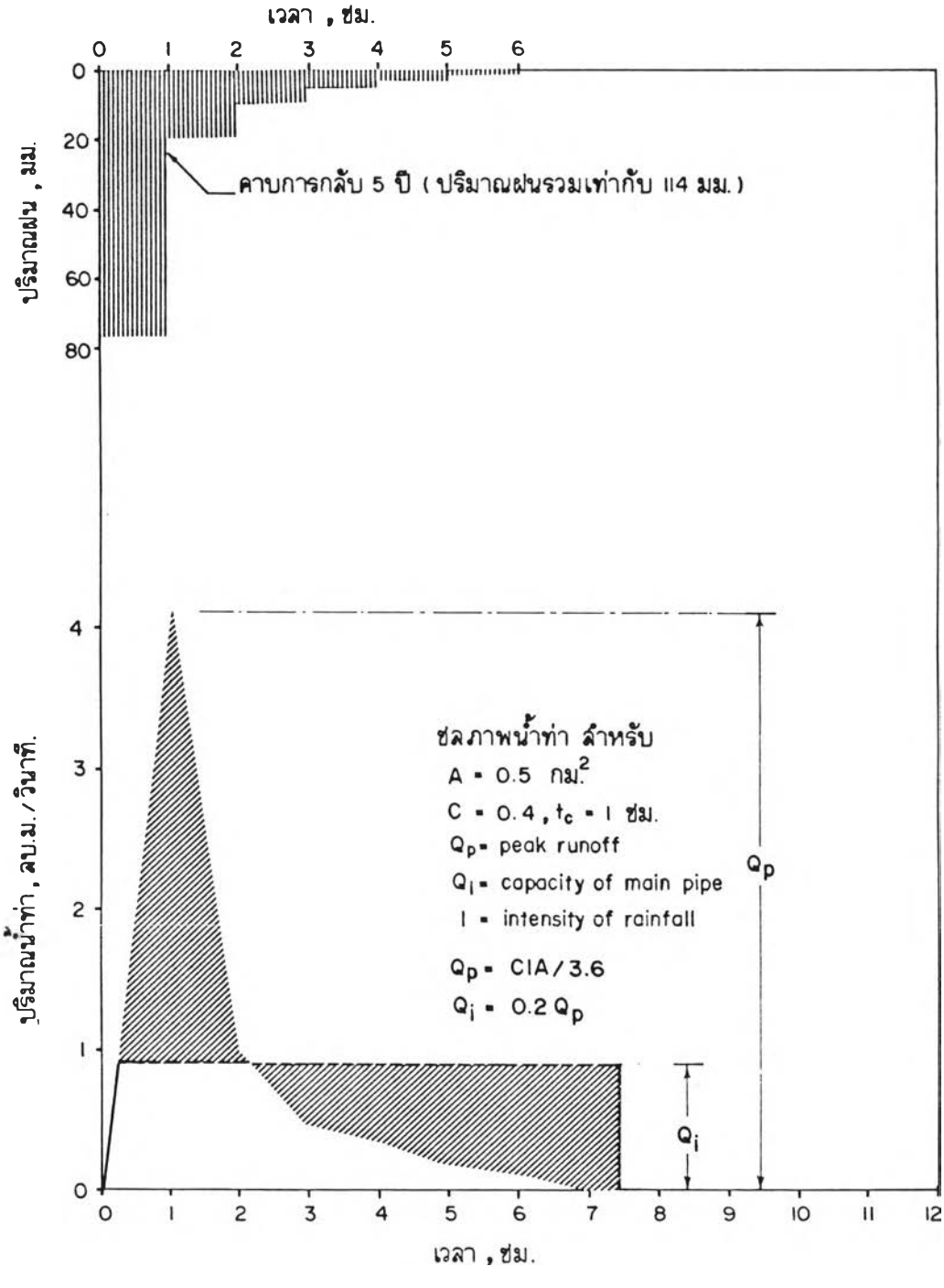
ค่า สปส. ความขรุขระมีความสำคัญต่อการไหลมาก ถึงแม้ว่าได้แนะนำการเลือกค่า สปส. ความขรุขระไว้แล้วในบทที่ 5 แต่ก็เป็นการยากที่จะเลือกได้เหมาะสมกับค่าจริงได้ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรับค่าอีกครั้งหนึ่ง จากรูปที่ 6-4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า สปส.ความขรุขระที่มีผลต่อระดับน้ำบริเวณสถานีสูบน้ำคลองกระจะ ซึ่งจะเห็นว่า ถ้าหาก n มีค่าเท่ากับ 0.060 ระดับน้ำที่สถานีสูบน้ำจะมีค่าต่ำกว่าระดับน้ำที่วัดได้จริง ทั้งนี้เป็นเพราะการที่ค่า n มีค่าสูงกว่าค่าที่เป็นจริง จึงทำให้แรงเสียดทานการไหลมีค่ามากกว่าค่าจริง เป็นผลให้ปริมาณการ

ไหลของน้ำจากด้านเหนือน้ำมายังจุดนี้ได้ช้า และถ้าหาก n ที่มีค่าเท่ากับ 0.030 ระดับน้ำที่สถานีสูบน้ำนี้มีค่าสูงกว่าระดับน้ำที่วัดได้จริง ทั้งนี้เป็นเพราะการที่ค่า n มีค่าต่ำกว่าค่าที่เป็นจริง จึงทำให้แรงเสียดทานการไหลมีค่าต่ำกว่าค่าจริง เป็นผลให้ปริมาณการไหลของน้ำจากด้านเหนือน้ำมายังจุดนี้ได้เร็ว จากการทดสอบการปรับค่า สปส. ความขรุขระนี้ พบว่า ค่า n ที่เหมาะสมกับสภาพจริงของคลองในพื้นที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 0.045 ซึ่งเป็นค่าที่ให้ระดับจากการจำลองใกล้เคียงกับระดับน้ำที่วัดได้จริง สำหรับกรณีที่คลองได้ทำการขุดลอกแล้วจะใช้ค่า n เท่ากับ 0.035 [2]

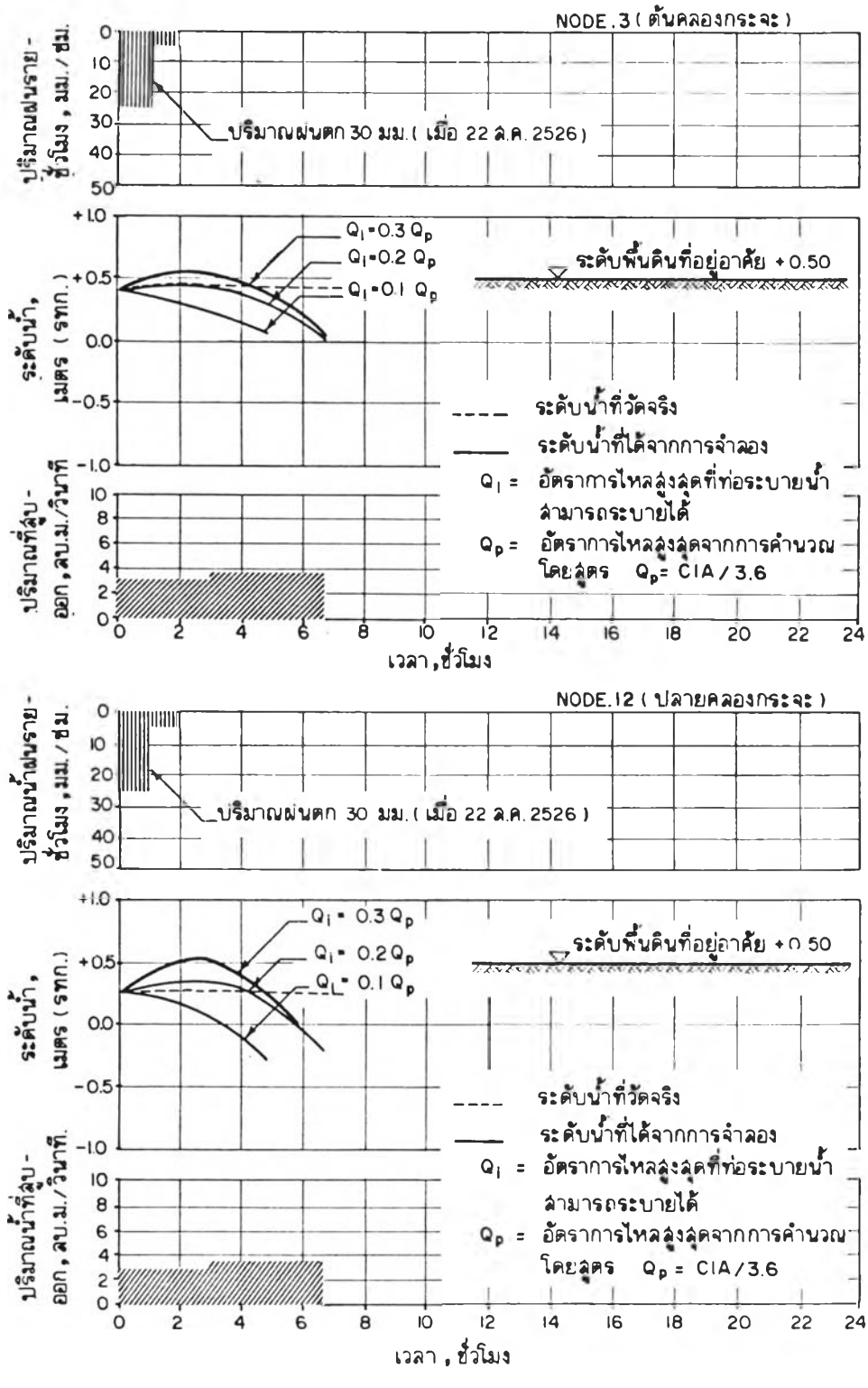
6.1.3 การปรับค่าช่วงเวลาที่ใช้คำนวณ (Adjustment of Time Step,T)

ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ว่า แบบจำลองนี้สามารถที่จะกำหนดความยาวของช่วงลำน้ำแต่ละ Link ให้ยาวไม่เท่ากันได้ แต่การกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ(Time Step) นั้นจะต้องพิจารณาค่าของ Link ที่สั้นที่สุดเสียก่อน ทั้งนี้เนื่องจากในการคำนวณสมการโมเมนต์ตั้มในบทที่ 3 นั้น ถ้าหากค่าของ A_{LO} มีค่าใกล้เคียงกับค่า A_{OO} แล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ของ V_{OT} คือเทอม $[\frac{-A_{OO}V_{OO}}{g} + \frac{L}{6Tg}(2A_{OO} + A_{LO})]$ จะมีค่าเป็น $\frac{A_{OO}}{g}(-V_{OO} + \frac{L}{2T})$ ซึ่งถ้าหากค่าของ V_{OO} มีค่าใกล้เคียงกับ $\frac{L}{2T}$ แล้ว จะทำให้สัมประสิทธิ์ของ V_{OT} นี้มีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการแก้สมการหาค่าตัวแปรไม่ทราบค่า ดังนั้นการกำหนดค่า T จะต้องทำการตรวจสอบกับค่า L ที่สั้นที่สุดเสมอ การกำหนดค่า T น้อย ๆ ถึงแม้ว่าจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อย แต่การคำนวณจะต้องใช้ค่า CPU Time มาก ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ตารางข้างล่างนี้แสดงค่า CPU Time ที่ใช้ในการคำนวณ เมื่อ T มีค่าต่าง ๆ ของแบบจำลองที่มีขนาด 20 Node, 19 Link ระยะเวลาในการจำลอง 12 ชั่วโมง

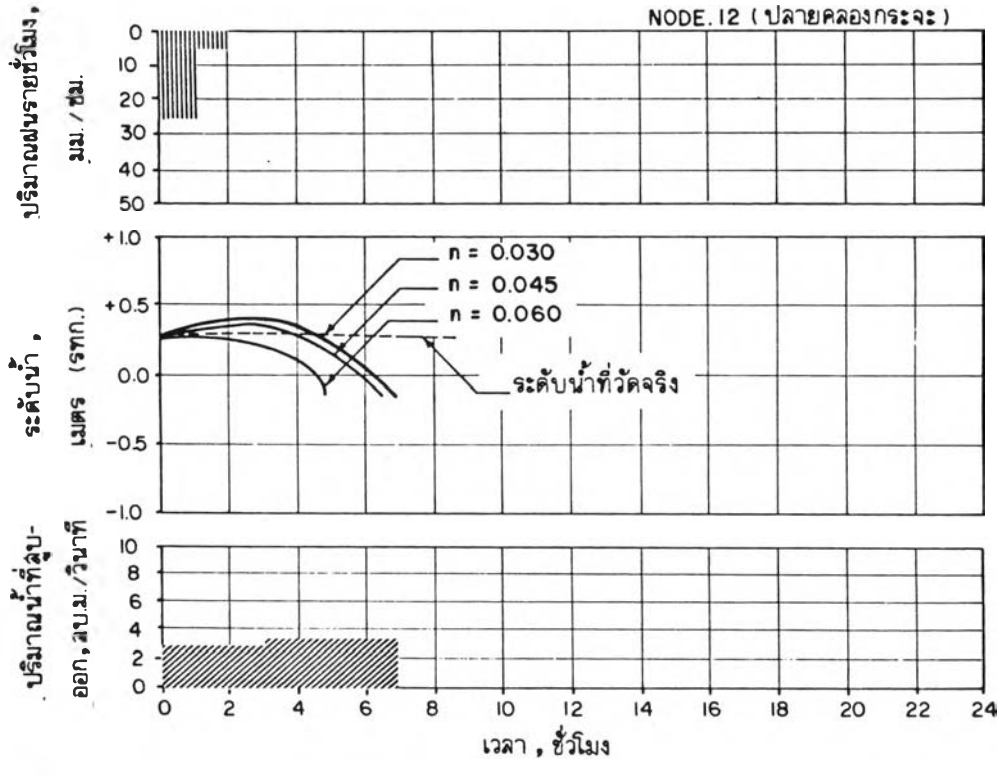
T	CPU TIME
30 วินาที	3,381 S.U.
60 วินาที	1,693 S.U.
120 วินาที	847 S.U.
180 วินาที	565 S.U.
360 วินาที	283 S.U.



รูปที่ 6-2 แสดงลักษณะชลภาพของน้ำท่าที่ไหลลงคลอง (Lateral Inflow Hydrograph)



รูปที่ 6-3 แสดงผลการจำลองที่ได้เมื่ออัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำทาเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 6-4 แสดงผลการจำลองที่ได้เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) เปลี่ยนแปลง (บริเวณจุดที่ตั้งสถานีสูบน้ำปากคลองกระจะ)

6.2 การใช้แบบจำลองในการประเมินขีดความสามารถของระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

ในการที่จะปรับปรุงหรือออกแบบระบบระบายน้ำใหม่นั้น จำเป็นต้องทราบขีดความสามารถของระบบระบายน้ำเดิมก่อน จึงจะทำให้การปรับปรุงหรือออกแบบระบบระบายน้ำนั้นได้มีประสิทธิภาพและประหยัดขึ้น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้แบบจำลองทดสอบกับฝนที่มีคาบการกลับ (Return Period) เท่ากับ 2 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ

สำหรับการประเมินขีดความสามารถของระบบคลองนี้ จะกำหนดสภาวะน้ำท่วมพื้นที่เกิดขึ้นเมื่อระดับน้ำในคลองสูงเกินระดับ +0.20 เมตร (รทก.) ทั้งนี้เนื่องจากถ้าระดับน้ำสูงกว่าระดับ +0.20 เมตร จะทำให้ความดัน (Head) การไหลในท่อมีค่าน้อยกว่า 30 เซ็นติเมตร จะมีผลทำให้อัตราการไหลของน้ำท่าในท่อระบายน้ำลงสู่คลองได้น้อย ตารางข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างแสดงอัตราการไหลของน้ำท่าในท่อระบายน้ำที่ค่าความดัน (Head) ต่าง ๆ

ระดับน้ำสูงสุดในคลอง (m,รทก.)	ความดัน (m)	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (m)	ความยาวท่อ (m)	อัตราการไหล (cms)
+ 0.35	0.15	1.00	500	0.35
+ 0.20	0.30	1.00	500	0.50
+ 0.05	0.45	1.00	500	0.63
- 0.10	0.60	1.00	500	0.74

ปัจจุบัน ระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา มีลักษณะการระบายน้ำออกจากพื้นที่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6-5 ซึ่งมีการติดตั้งสถานีสูบน้ำที่คลองกระจะ ขนาด 4 ลบ.ม./วินาที ติดตั้งสถานีสูบน้ำที่คลองจิกขนาด 1.5 ลบ.ม./วินาที และติดตั้งสถานีสูบน้ำที่คลองจิตขนาด 0.75 ลบ.ม./วินาที และขนาดโดยเฉลี่ยของหน้าตัดคลองต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษามีดังนี้

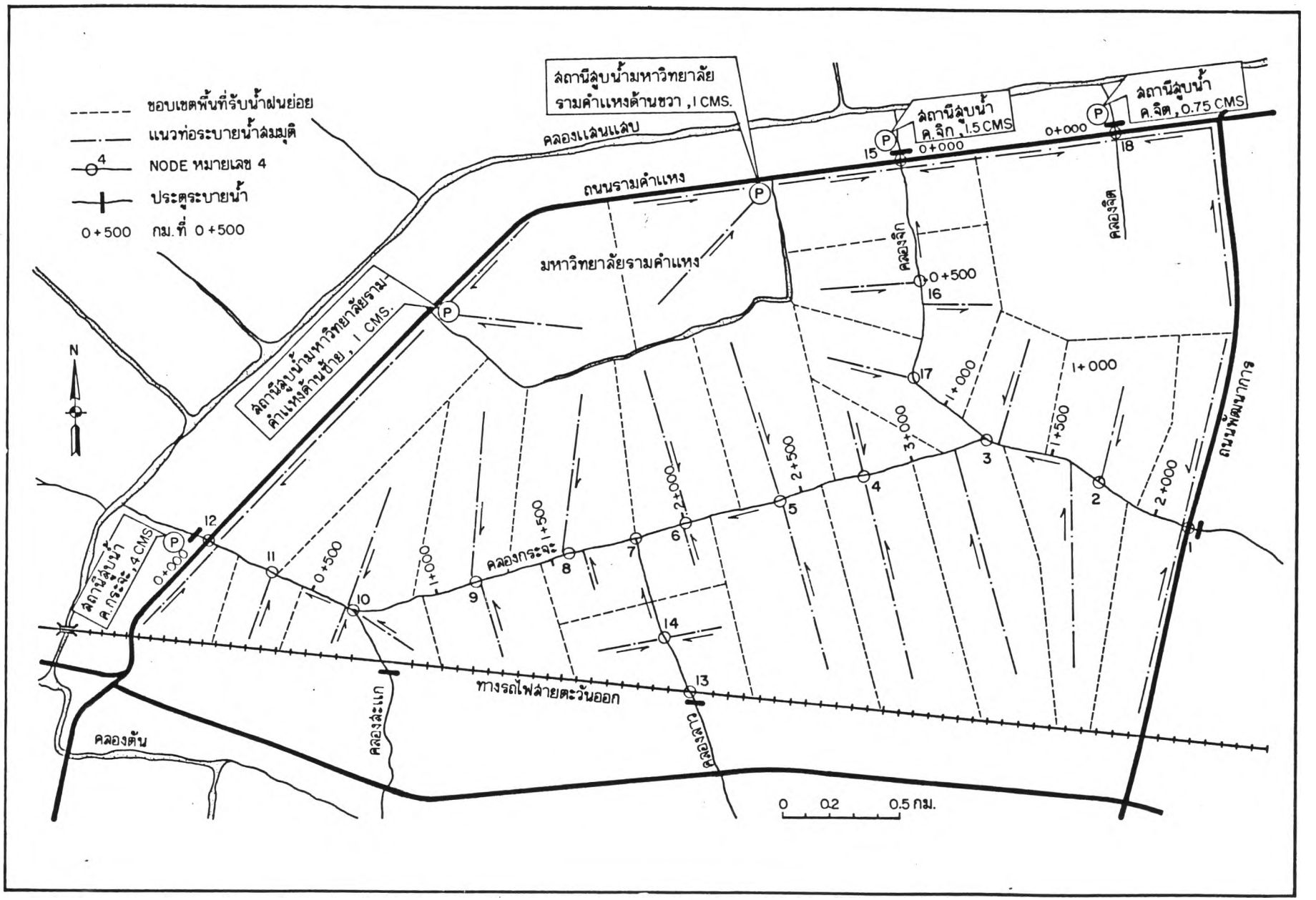
	ยาว(กม.)	กว้าง(ม.)	ลึก(ม.)	ระดับท้องคลอง(ม./รทก.)
คลองกระจะ	3.5	8.0	1.5	-1.00
คลองจิก	2.0	11.0	1.7	-1.20
คลองจิต	1.6	10.0	1.0	-0.50
คลองสะแก	0.3	5.5	2.3	-1.10
คลองลาว	0.7	13.0	2.4	-1.50

จากการประเมินขีดความสามารถของการระบายน้ำบริเวณหัวหมาก ผลที่ได้จากการจำลองแสดงไว้ในรูปที่ 6-6 จะได้ว่า เมื่อใช้แบบจำลองทดสอบกับฝนที่มีคาบการกลับ (Return Period) เท่ากับ 2 ปีของฝนที่มีช่วงเวลาตก (Duration) เท่ากับ 6 ชั่วโมง ซึ่งมีปริมาณฝนเท่ากับ 91 มม. จะทำให้พื้นที่บริเวณนี้ประสบกับภาวะน้ำท่วมประมาณ 5 ชั่วโมงบริเวณต้นคลองกระจะ และ 4 ชั่วโมงบริเวณปลายคลองกระจะ และเมื่อใช้แบบจำลองทดสอบกับฝนที่มีคาบการกลับ (Return Period) เท่ากับ 5 ปี ของฝนที่มีช่วงเวลาการตก (Duration) เท่ากับ 6 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าปริมาณฝนเท่ากับ 114 มม. พื้นที่บริเวณนี้จะประสบกับภาวะน้ำท่วมประมาณ 9 ชั่วโมงบริเวณต้นคลองกระจะ และ 8 ชั่วโมงบริเวณด้านปลายคลองกระจะ

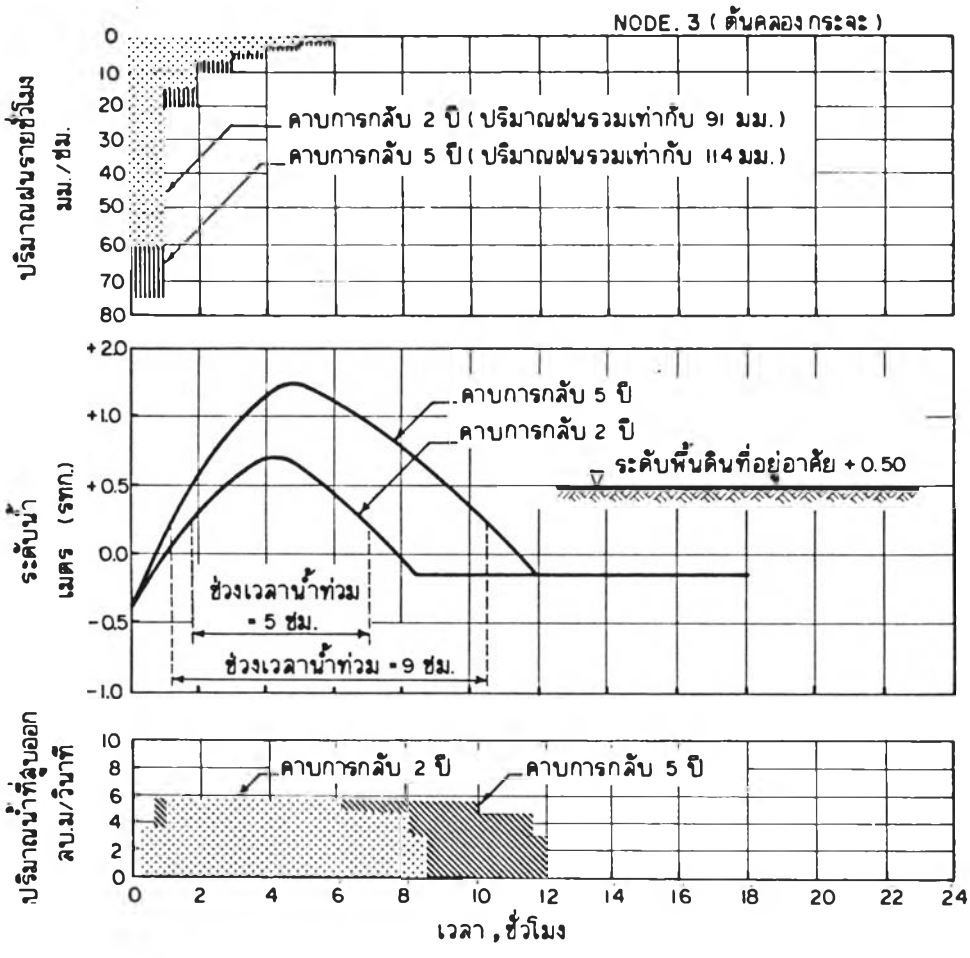
ถ้าหากทำการพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลอง และปริมาณน้ำที่สูบออกจากพื้นที่ของฝนที่มีคาบการกลับเท่ากับ 5 ปี ดูรูป 6-7 จะได้ว่าจุดที่เกิดระดับน้ำสูงสุดในคลอง (มีช่วงระยะเวลาห่างจากฝนเริ่มตกเท่ากับ Tmax) จะมีปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองทั้งหมดเท่ากับ 225,000ลบ.ม. แต่ผลรวมของปริมาณน้ำที่สูบออกกับปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ชั่วคราวในคลอง มีค่าเท่ากับ 135,000 ลบ.ม. ดังนั้นจึงมีปริมาณน้ำที่ยังท่วมพื้นที่ประมาณ 80,000 ลบ.ม. ซึ่งถ้าจะไม่ให้เกิดปัญหาน้ำท่วมพื้นที่นี้จะต้องหาพื้นที่เก็บกักน้ำส่วนที่ท่วมพื้นที่นี้ไว้ชั่วคราวแล้วค่อยระบายออกหลังจากฝนหยุดตก หรืออีกวิธีหนึ่งที่จะไม่ให้เกิดปัญหาน้ำท่วม คือทำการเพิ่มขนาดของเครื่องสูบน้ำให้สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ทัน ซึ่งรายละเอียดแนวทางในการปรับปรุงระบบระบายน้ำในพื้นที่บริเวณหัวหมากนี้จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

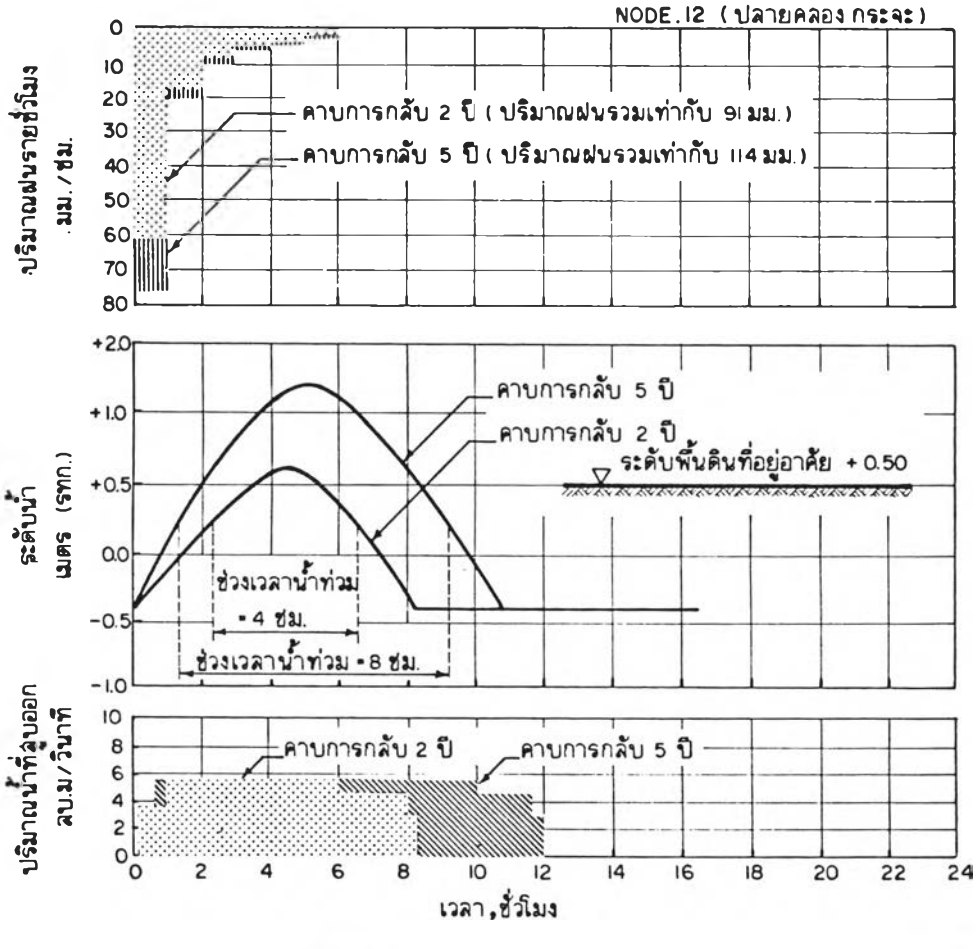
6.3 การใช้แบบจำลองในการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากหัวข้อ 6.2 จะเห็นว่าระบบคลองระบายน้ำในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีขีดความสามารถในการระบายน้ำต่ำ และเป็นที่แน่นอนว่าพื้นที่บริเวณนี้จะต้องประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาหาแนวทางที่จะปรับปรุงระบบระบายน้ำให้ดีขึ้น เพื่อสามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้น

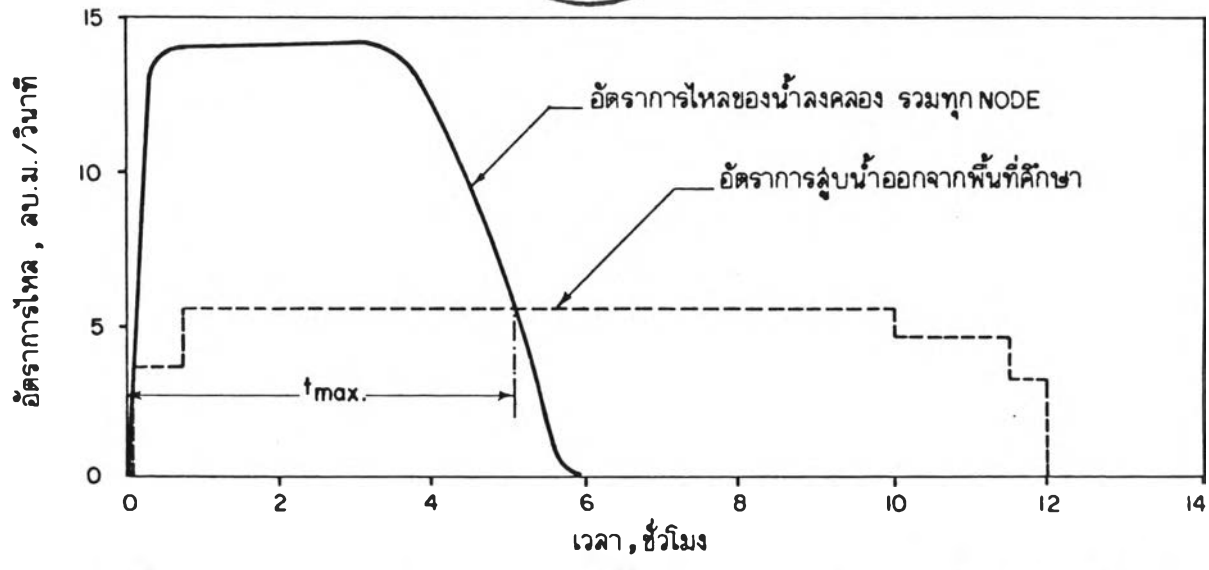


รูปที่ 6-5 แสดงระบบระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน

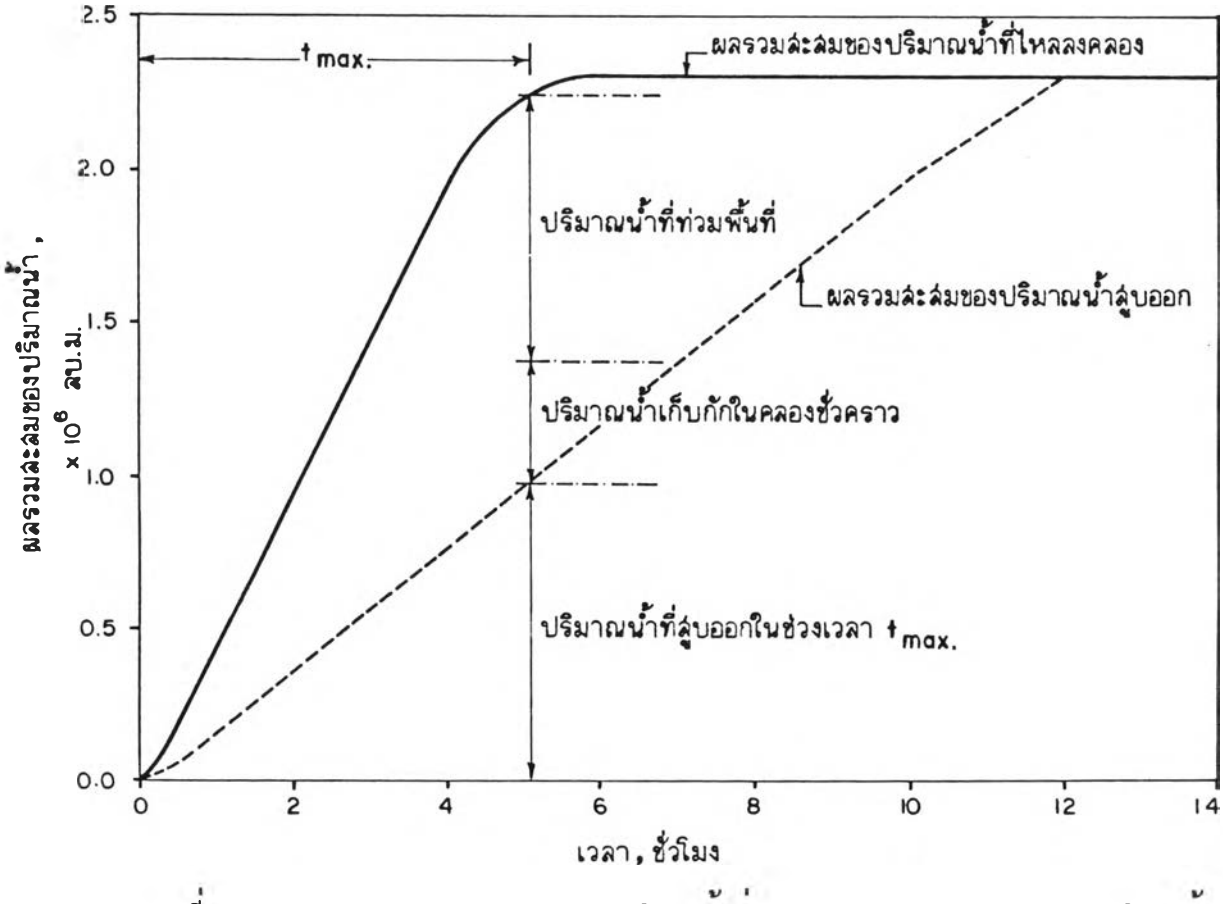




รูปที่ 6-6 แสดงผลการจำลองที่ได้จากการประเมินขีดความสามารถของคลองระบายน้ำ



รูปที่ 6-7 (ก) แสดงอัตราการไหลของน้ำท่าลงคลอง และอัตราการสูบน้ำออกจากพื้นที่



รูปที่ 6-7 (ข) แสดงผลรวมสะสมของปริมาณน้ำท่าลงคลองและผลรวมสะสมของปริมาณน้ำที่สูบออกจากพื้นที่

6.3.1 ข้อพิจารณาที่ใช้ในการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ

6.3.1.1 การกำหนดค่าคาบการกลับของฝน (Return Period) สำหรับการออกแบบคลองระบายน้ำ

โดยทั่วไปแล้ว การเลือกค่าคาบการกลับของฝน (Return Period) สำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำนั้นไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน โดยมากมักพิจารณาจากความเสียหายที่เกิดขึ้นถ้าเกิดสภาวะน้ำท่วม ตลอดจนค่าก่อสร้างที่ต้องใช้จ่ายในการป้องกันน้ำท่วม แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันว่า ถ้าเป็นระบบระบายน้ำจากพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น ท่อระบายน้ำลงสู่คลองมักจะออกแบบให้สามารถรับฝนที่มีคาบการกลับเท่ากับ 2 ปี และถ้าเป็นระบบระบายน้ำหลักของพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น คลองหลักระบายน้ำลงสู่แม่น้ำ มักจะออกแบบให้สามารถรับฝนที่มีคาบการกลับเท่ากับ 5-10 ปี แต่สำหรับระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นคลองระบายน้ำย่อยที่ระบายน้ำลงสู่คลองหลัก ซึ่งพื้นที่ระบายมีขนาดไม่ใหญ่มาก จึงเลือกออกแบบให้สามารถรับปริมาณฝนที่มีคาบการกลับเท่ากับ 5 ปี

6.3.1.2 การกำหนดขนาดของสถานีสูบน้ำ

ในการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ การออกแบบขนาดของสถานีสูบน้ำจะต้องให้สัมพันธ์กับขนาดหน้าตัดของคลอง ซึ่งขนาดของหน้าตัดคลองยังมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำในคลองและปริมาณน้ำที่เก็บกักชั่วคราวในคลอง (Temporary storage) การออกแบบปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ จะต้องกำหนดขนาดของสถานีสูบน้ำและขนาดของหน้าตัดคลองพร้อมกัน จึงทำให้ยากที่จะเดาค่าทั้งสองได้ถูกต้อง ดังนั้นเพื่อที่จะหาขนาดของสถานีสูบน้ำและขนาดของหน้าตัดคลองได้รวดเร็วขึ้น จึงอาศัยเทคนิคการหาขนาดของสถานีสูบน้ำและขนาดของหน้าตัดคลองดังนี้ ในขั้นแรกจะกำหนดให้ขนาดของสถานีสูบน้ำมีค่าเท่ากับ 0 แล้วให้โปรแกรมทำงาน โปรแกรมจะพิมพ์ผลลัพธ์ออกมา จากนั้นนำค่าอัตราการไหลของน้ำท่าลงคลองรวมทุก Node จากผลลัพธ์ที่พิมพ์ออกมาไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำท่ากับระยะเวลา จะได้เป็นรูปชลภาพ ดังรูปที่ 6-7 (ก) ต่อจากนั้นให้สร้างกราฟอีกรูป

หนึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมสะสมของปริมาณน้ำท่าที่ลงสู่คลอง กับระยะเวลา ดังรูปที่ 6-7 (ข) หลังจากนั้นทำการหาค่าของขนาดสถานีสูบน้ำได้ โดยวิธีการทดลองผิดพลาดช้ำชาก (Trial and error) โดยการสมมุติขนาดของสถานีสูบน้ำขึ้นแล้วเขียนลงบนชลภาพของน้ำท่าที่สร้างขึ้น รูปที่ 6-7 (ก) แล้วจะได้จุดตัดระหว่างเส้นอัตราการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำและเส้นชลภาพของน้ำท่าทางด้านที่ลาดลงของชลภาพ ซึ่งจุดตัดนี้จะเป็นจุดที่เกิดระดับน้ำสูงสุดในคลอง (Tmax) จากนั้นให้ทำการตรวจสอบขนาดของสถานีสูบน้ำที่สมมุตินั้นโดยการนำค่าผลรวมของปริมาณน้ำที่สามารถสูบออกโดยสถานีสูบน้ำที่สมมุติขึ้น ในช่วงระยะเวลา Tmax ไปหักออกจากผลรวมสะสมของปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่คลองในช่วงเวลา Tmax แล้วจะได้ผลลัพธ์เท่ากับปริมาณน้ำที่เก็บกักชั่วคราวในคลอง (Temporary storage) ซึ่งถ้าหากผลลัพธ์ที่ได้มีค่าไม่เท่ากับปริมาณน้ำที่เก็บกักชั่วคราวในคลองแล้ว ให้ทำการสมมุติขนาดของสถานีสูบน้ำใหม่และทำตามขั้นตอนที่กล่าวมาจนกว่าจะได้ผลลัพธ์เท่ากับปริมาณน้ำที่เก็บกักชั่วคราวในคลอง

ขนาดของสถานีสูบน้ำที่หาได้จากวิธีที่กล่าวมานี้ เป็นขนาดของสถานีสูบน้ำรวมที่สูบน้ำออกจากพื้นที่ป้องกัน ถ้าหากพื้นที่ป้องกันใดมีการติดตั้งสถานีสูบน้ำหลายแห่งก็ให้กระจายขนาดของสถานีสูบน้ำรวมที่หาได้นั้นออกเป็นสถานีสูบน้ำย่อยต่าง ๆ ตามสัดส่วนของพื้นที่สถานีสูบน้ำย่อยนั้นจะสามารถระบายได้

6.3.1.3 การกำหนดขนาดหน้าตัดคลอง

ในการกำหนดรูปร่างของหน้าตัดคลองสามารถที่จะกำหนดได้หลายแบบ ฉะนั้นเพื่อให้ได้หน้าตัดคลองที่ประหยัดและสะดวกที่จะทำการปรับปรุง จึงได้ยึดถือหลักเกณฑ์ดังนี้

1) การปรับปรุงหน้าตัดคลอง จะพยายามไม่ให้ระดับท้องคลองอยู่ลึกเกินไป เพราะถ้าหากท้องคลองลึกมากจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกสูง และไม่สะดวกในการทำงาน ตลอดจนถ้าหากออกแบบสองข้างคลองเป็นกำแพงกันดินคอนกรีตก็จะทำให้ต้องสร้างกำแพงกันดินที่มีขนาดสูงซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก

2) การปรับปรุงหน้าตัดคลอง จะพยายามให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapizoidal section) มากกว่าที่จะให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular section) ทั้งนี้เพราะหน้าตัดคลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าต้องสร้างกำแพงกันดินคอนกรีต ซึ่ง

จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงกว่าหน้าตัดคลองรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่มีข้อยกเว้นในกรณีที่บริเวณทั้งสองข้างคลองเป็นที่ดินราษฎร ไม่สามารถขยายความกว้างของคลองได้ ซึ่งถ้าหากใช้หน้าตัดคลองรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแล้วจะมีพื้นที่หน้าตัดคลองไม่เพียงพอที่จะระบายน้ำได้ทัน ในกรณีนี้จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้หน้าตัดคลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทน

3) ในกรณีที่คลองสามารถขยายออกทางด้านข้างได้โดยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับที่ดินราษฎร การเพิ่มความกว้างของคลอง จะประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการเพิ่มความลึกของคลอง

6.3.2 ผลการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

ดังได้กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการประเมินระบบคลองระบายน้ำในพื้นที่ศึกษาว่า ฝนที่มีคาบการกลับเท่ากับ 5 ปี จะมีปริมาณน้ำที่ระบายออกไม่ทันจำนวน 80,000 ลบ.ม. ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำท่วมลึก 0.20 ม. ของพื้นที่จำนวน 0.40 ตร.กม. และน้ำจำนวนนี้จะท่วมพื้นที่อยู่นาน 9 ชม. ถ้าหากทำการแก้ปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ศึกษา โดยการหาที่เก็บกักชั่วคราวก่อนและค่อยระบายออกหลังจากฝนหยุดตกจะต้องอาศัยพื้นที่สำหรับเก็บกักน้ำจำนวนนี้ประมาณ 0.40 ตร.กม. ซึ่งพื้นที่ที่จะทำเป็นที่เก็บกักน้ำชั่วคราวนี้ ถ้าจะเวณคืนที่ดินต้องใช้งบประมาณมาก เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้มีการเจริญอย่างรวดเร็วและมีราคาค่อนข้างสูง

ทางแก้ปัญหาน้ำท่วมบริเวณนี้อีกวิธีหนึ่งที่มีทางเป็นไปได้มากกว่าวิธีแรก คือ ทำการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยการเพิ่มขนาดของเครื่องสูบน้ำ และทำการขุดลอกคลอง ตลอดจนขยายความกว้างของคลองช่วงที่แคบให้สามารถระบายน้ำจากต้นน้ำมายังสถานีสูบน้ำได้ทันกับปริมาณที่สูบออก สำหรับการขุดลอกและขยายความกว้างของคลองนี้ ยังจะเป็นการเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำชั่วคราวในคลองด้วย ในการเพิ่มปริมาณเก็บกักของน้ำชั่วคราวในคลองสามารถทำได้ โดยการลดระดับน้ำเก็บกักช่วงก่อนฝนตกให้อยู่ระดับต่ำ แต่การลดระดับน้ำในคลองลงมีข้อจำกัด คือจะต้องไม่ให้ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินเกิน 0.50 เมตร ซึ่งถ้าระดับน้ำในคลองต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินเกิน 0.50 เมตร จะทำให้โครงสร้างบริเวณตลิ่งเสียหายได้ (CDM,2511) และการเพิ่มปริมาณเก็บกักของน้ำชั่วคราวในคลอง อีกวิธีหนึ่งก็อาจทำได้โดยการขยายความกว้าง

ของคลอง แต่การขยายความกว้างของคลองนั้นไม่สามารถขยายออกได้มาก เนื่องจากทั้งสองข้างของคลองเป็นบ้านเรือนราษฎร แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณเก็บกักชั่วคราวของน้ำในคลองก็ยังไม่เพียงพอที่จะเก็บกักน้ำจำนวน 80,000 ลบ.ม. ได้พอ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มขนาดของเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำออกจากพื้นที่อีกทางหนึ่งด้วย

จากการศึกษาการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้แบบจำลองทดสอบกับปริมาณฝนที่คาบการกลับเท่ากับ 5 ปี ผลที่ได้จากการจำลองแสดงไว้ในรูป 6-8 พบว่าจะต้องทำการเพิ่มขนาดของสถานีสูบน้ำในการสูบน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษา และจะต้องทำการขุดลอกคลองกระจะ คลองจิก และคลองจิต ให้สามารถระบายน้ำได้ทัน

ลักษณะการระบายน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษา หลังจากการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ แสดงไว้ในรูปที่ 6-9 ซึ่งในการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำนี้จะต้องใช้เครื่องสูบน้ำในการสูบน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษา รวมทั้งหมดจำนวน 11 ลบ.ม./วินาที (ดูรูปที่ 6-10) ซึ่งเครื่องสูบน้ำจำนวนนี้จะต้องกระจายติดตั้งตามปากคลองต่าง ๆ เพื่อระบายน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ศึกษา 3 แห่งด้วยกันคือ ปากคลองกระจะ ติดตั้งสถานีสูบน้ำจำนวน 6 ลบ.ม./วินาที ปากคลองจิก ติดตั้งกสถานีสูบน้ำจำนวน 3 ลบ.ม./วินาที และที่ปากคลองจิต ติดตั้งสถานีสูบน้ำจำนวน 2 ลบ.ม./วินาที นอกจากนี้ต้องทำการขุดลอกคลองกระจะ คลองจิก และคลองจิต ให้มีขนาดดังนี้

	ระยะทางที่ทำการขุดลอก	กว้างท้องคลอง (ม.)	ลึก (ม.)	ลาดด้านข้าง (ม./ม.)	ระดับท้องคลอง (ม.,รทก.)
คลองกระจะ	กม.0+000- 3+345	12	2.00	0	-1.50
คลองจิก	กม.0+000-1+200	6	2.00	1:1.5	-1.50
	กม.1+200-2+150	10	1.50	1:5	-1.50
คลองจิต	กม.0+000-1+550	4	2.00	1:1.5	-1.50

หมายเหตุ: สำหรับคลองจิตต้องการเวณคืนที่ดินตามแนวคลองเดิมที่ราษฎรรุกล้ำ

รูปที่ 6-11 และ 6-12 แสดงหน้าตัดคลองและระดับท้องคลองที่ทำการขุดลอกบริเวณพื้นที่ศึกษา

สำหรับการระบายน้ำของพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้มีระดับพื้นดินต่ำกว่าพื้นที่อื่น ปัจจุบันได้มีการออกแบบเป็นพื้นที่ปิด

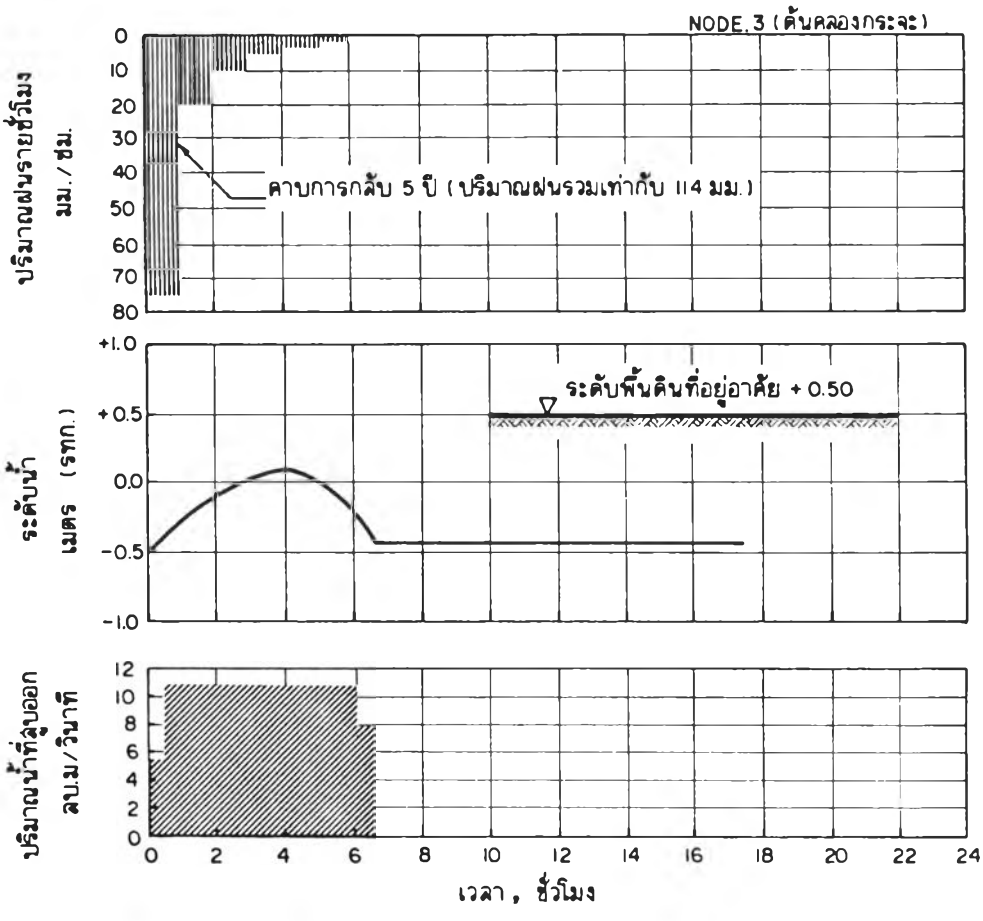
รอบแยก (separate polder) และได้ติดตั้งสถานีสูบน้ำออกจากบริเวณนี้ 2 แห่ง คือ ทางด้านซ้ายของมหาวิทยาลัยฯ มีขนาด1.00 ลบ.ม./วินาที และทางด้านขวาของมหาวิทยาลัยฯ มีขนาด 1.00 ลบ.ม./วินาทีไว้แล้ว แต่เนื่องจากปัจจุบันสถานีสูบน้ำทั้งสองแห่งนี้สูบน้ำออกจากมหาวิทยาลัยฯ แล้วได้ปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำที่ผ่านหน้ามหาวิทยาลัยฯ และท่อระบายน้ำนี้มีขนาดไม่เพียงพอที่จะระบายน้ำที่สูบออกจากมหาวิทยาลัยฯ ลงสู่คลองกระจะและคลองจิกได้ทัน จึงทำให้บริเวณถนนหน้ามหาวิทยาลัยรามคำแหงประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดน้ำท่วมบริเวณนี้ จึงเสนอให้ทำการวางท่อระบายน้ำลอดถนนหน้ามหาวิทยาลัยฯ ให้สามารถระบายน้ำที่สูบออกจากมหาวิทยาลัยฯลงสู่คลองแสนแสบโดยตรง แนวการวางท่อระบายน้ำทั้งสองแห่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 6-9 ซึ่งด้านซ้ายของมหาวิทยาลัยฯ วางท่อเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.00 เมตร ยาวประมาณ 400 เมตร และด้านขวาของมหาวิทยาลัยฯ วางท่อเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1.00 เมตร ยาวประมาณ 300 เมตร โดยทางด้านปลายท่อที่รับน้ำจากสถานีสูบน้ำต้องก่อสร้างบ่อพักน้ำ (Manhole) และให้ขอบบนของบ่อพักน้ำสูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร เพื่อป้องกันน้ำจากคลองแสนแสบไหลเข้าสู่บริเวณพื้นที่ศึกษา

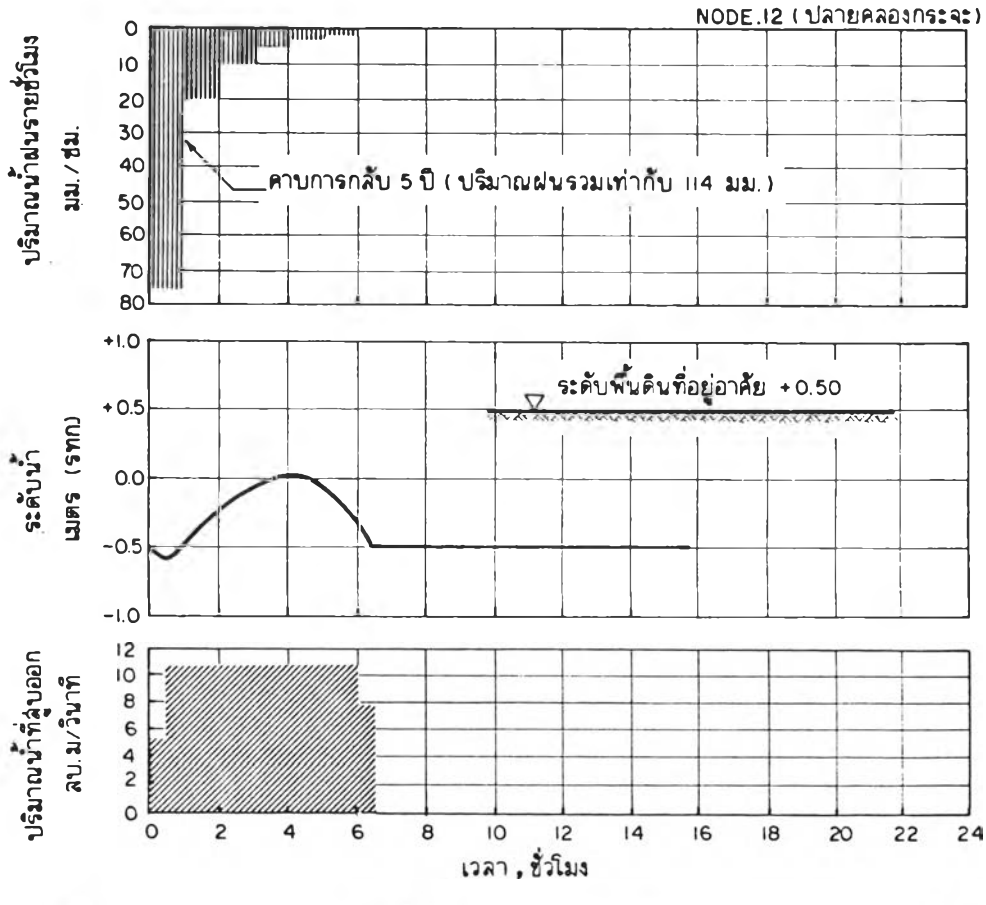
6.4 วิจารณ์ผลการศึกษา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงข้อสังเกตุบางอย่างและความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการจำลองระบบคลองระบายน้ำในการศึกษาครั้งนี้

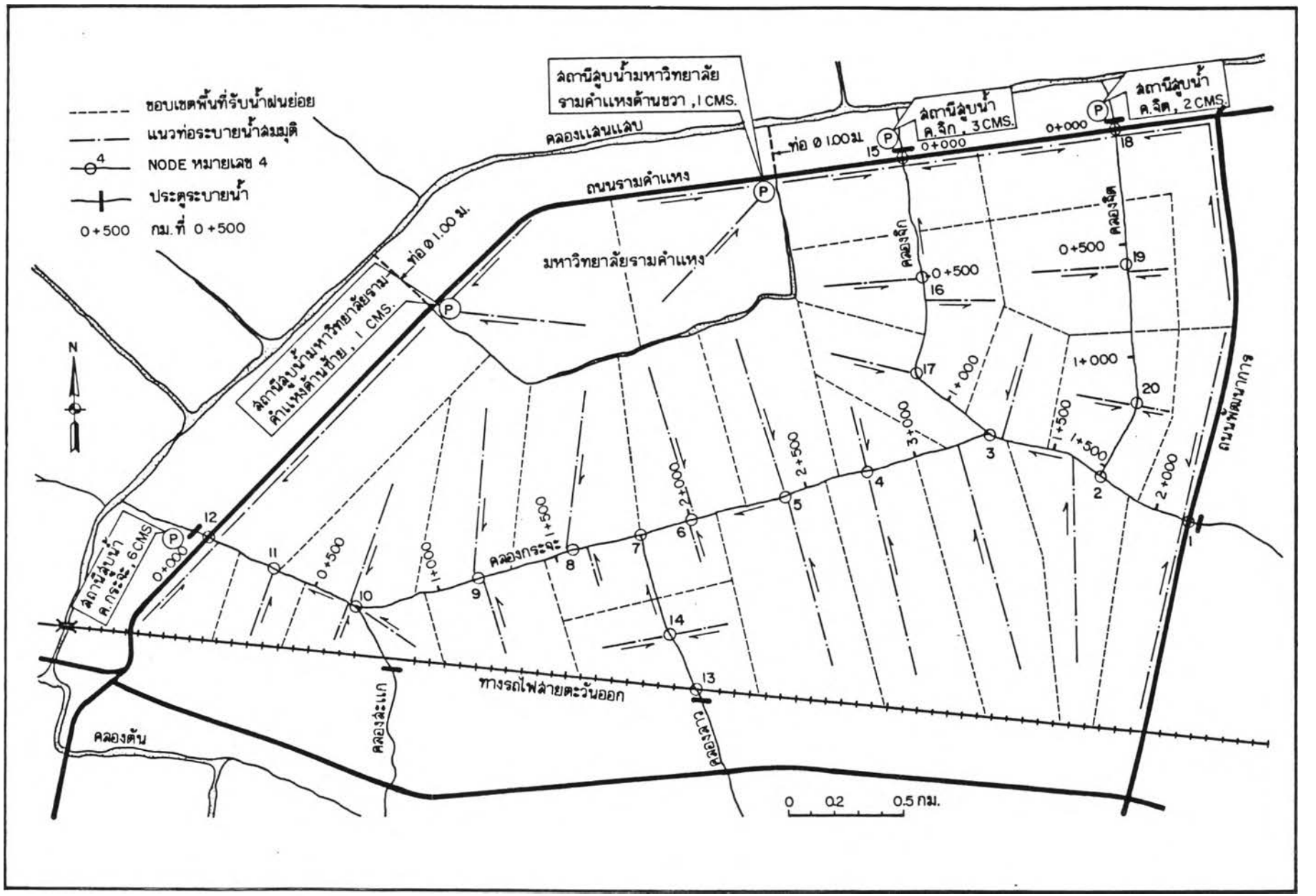
1) ความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากวิธีการหาปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลอง (Lateral Inflow) ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้วิธี Macroscopic Approach ซึ่งเป็นวิธีหาปริมาณน้ำท่าโดยการรวมตัวแปรหลายตัวเข้าด้วยกัน (Lumped Parameter) เป็นวิธีที่ใช้ข้อมูลน้อยกว่าวิธีการหาโดยการกระจายตัวแปร (Distributed Parameter) แต่ผลอาจไม่ละเอียด ซึ่งคาดว่าผลการจำลองที่ได้นี้อาจจะมีข้อผิดพลาดไปบ้าง เนื่องจากการวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านเวลาและข้อมูล จึงไม่สามารถศึกษาปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่คลองให้ละเอียดได้

2) ปัจจุบันระบบท่อระบายน้ำฝนลงสู่คลองในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีขีดความสามารถต่ำ ถึงแม้ว่าจะทำการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำแล้ว บริเวณพื้นที่ศึกษาก็ยังคง

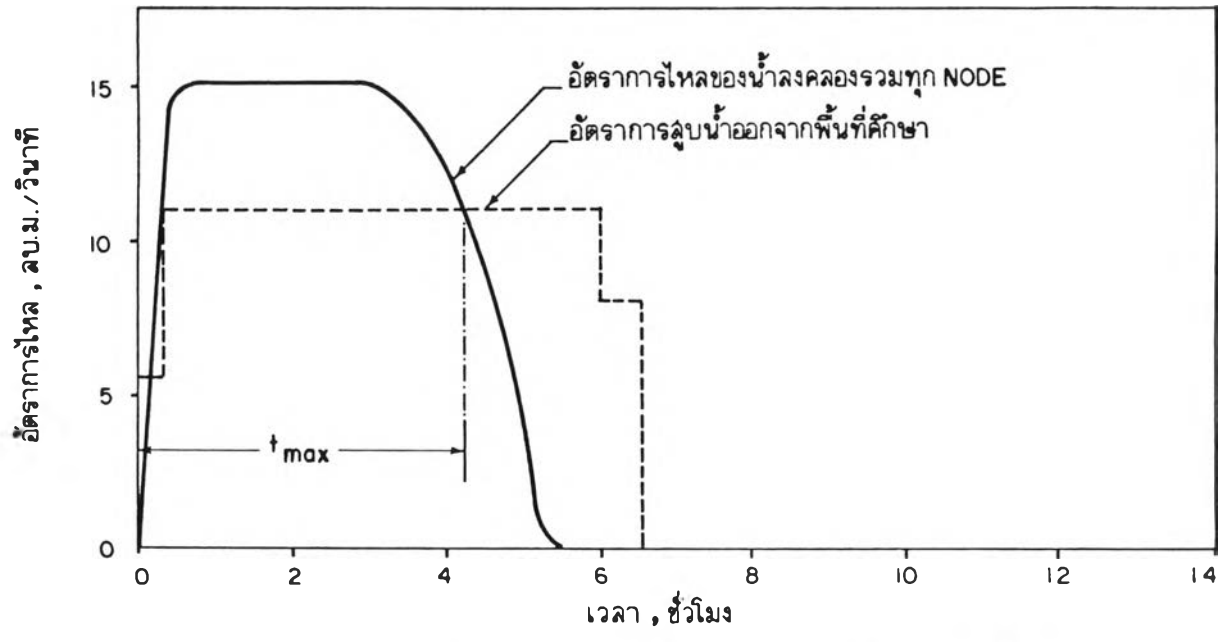




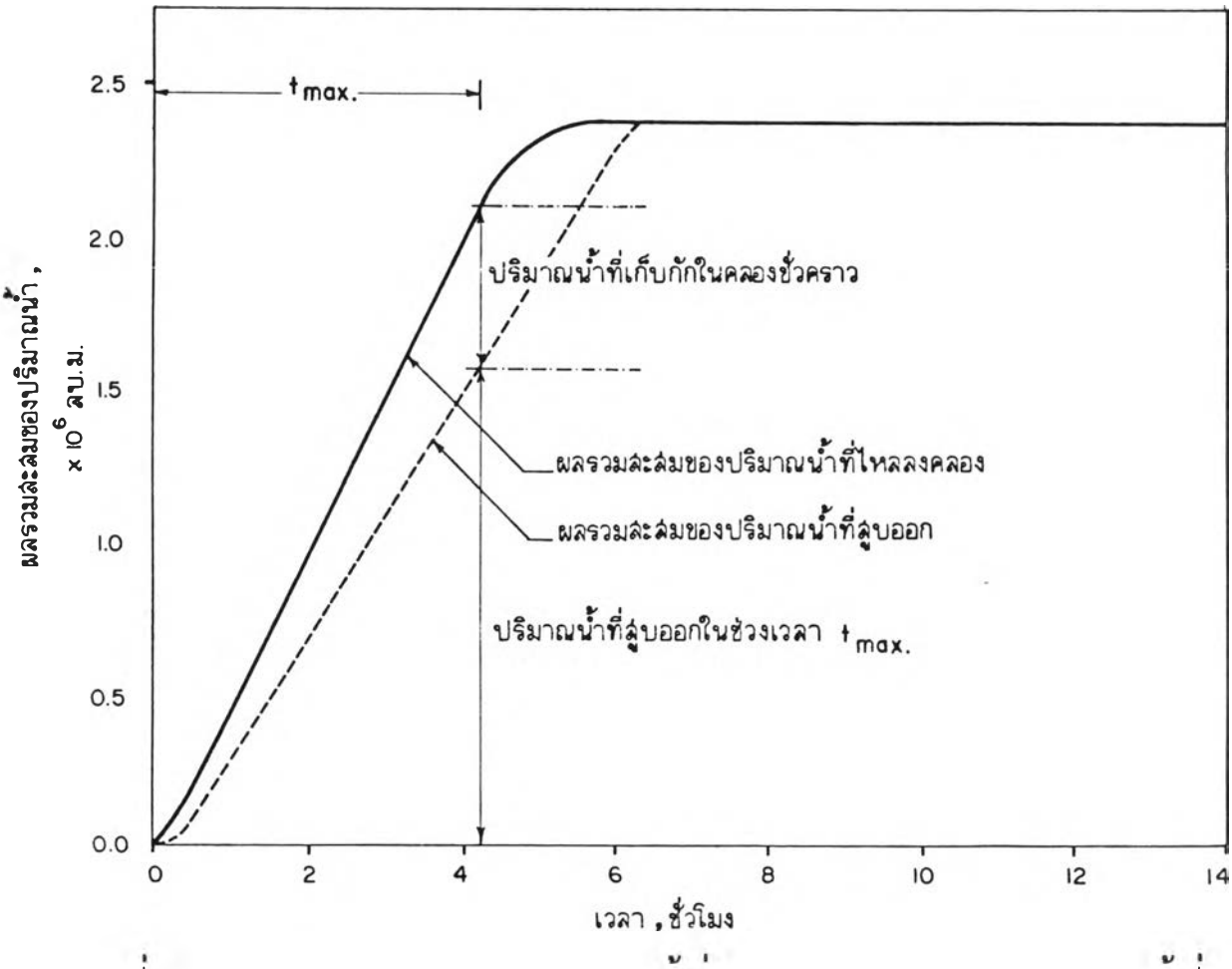
รูปที่ 6-8 แสดงผลการจำลองที่ได้หลังจากทำการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ



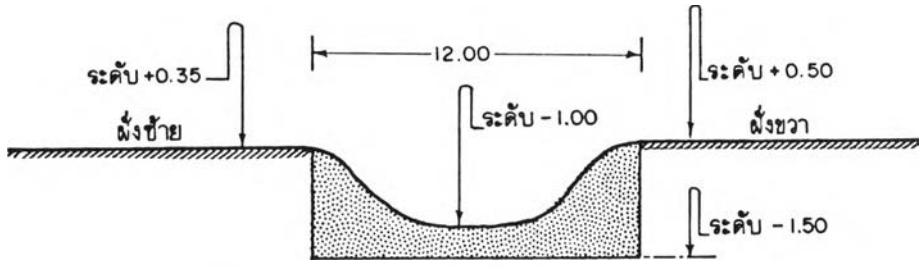
รูปที่ 6-9 แสดงระบบระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา หลังจากทำการปรับปรุงระบบคลองระบายน้ำ



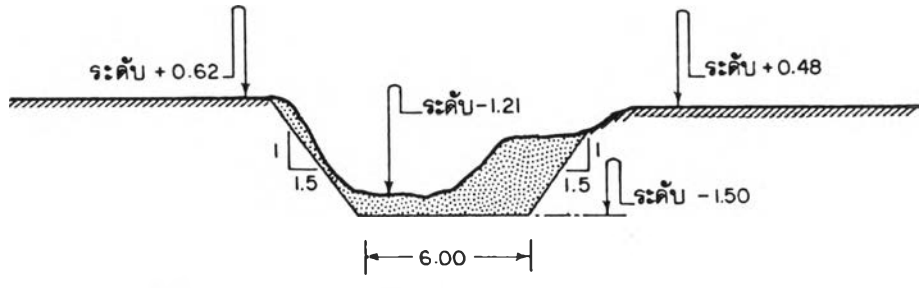
รูปที่ 6- 10 (ก) แสดงอัตราการไหลของน้ำท่าลงคลองและอัตราการสูบน้ำออกจากพื้นที่



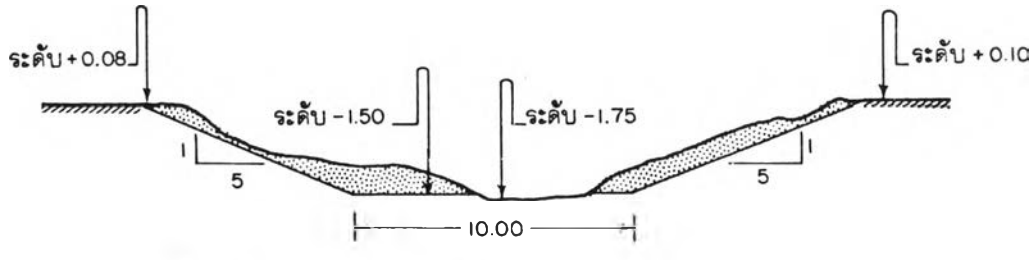
รูปที่ 6-10 (ข) แสดงผลรวมสะสมของปริมาณน้ำท่าลงคลอง และผลรวมสะสมของปริมาณน้ำที่สูบออกจากพื้นที่



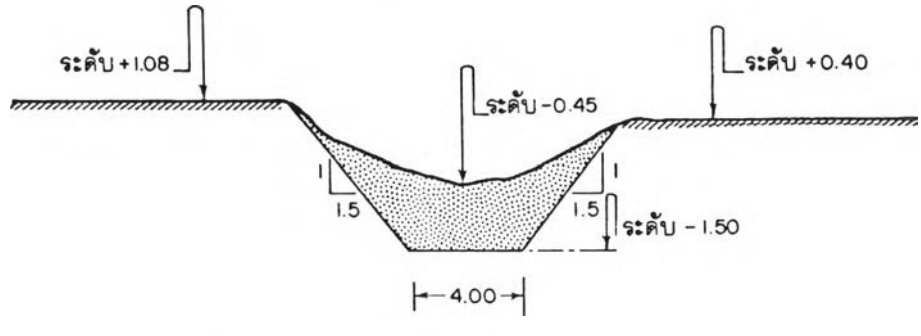
รูปหน้าตัดทั่วไปของคลองกระจะ ช่วง กม.0+000 - 3+345



รูปหน้าตัดทั่วไปของคลองจิก ช่วง กม.0+000 - 1+200

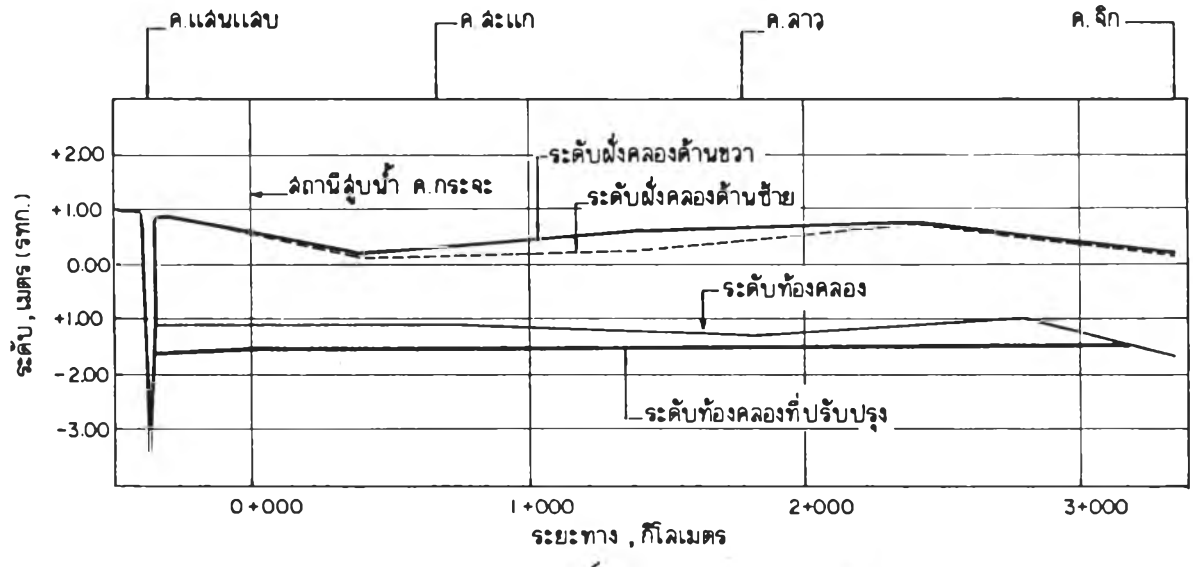


รูปหน้าตัดทั่วไปของคลองจิก ช่วง กม.1+200 - 2+150

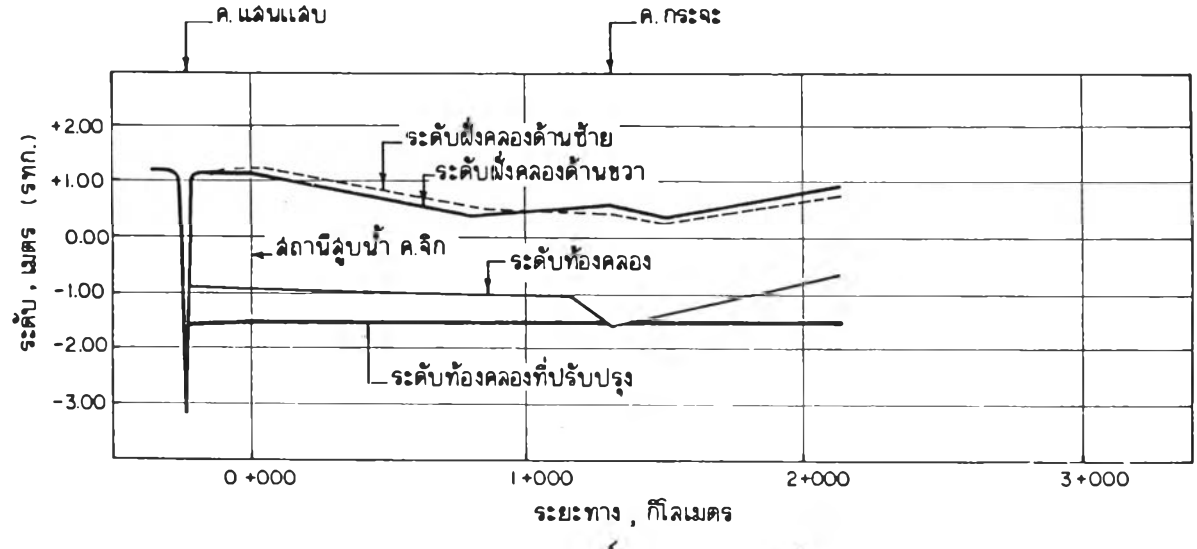


รูปหน้าตัดทั่วไปของคลองจิต ช่วง กม.0+000 - 1+550

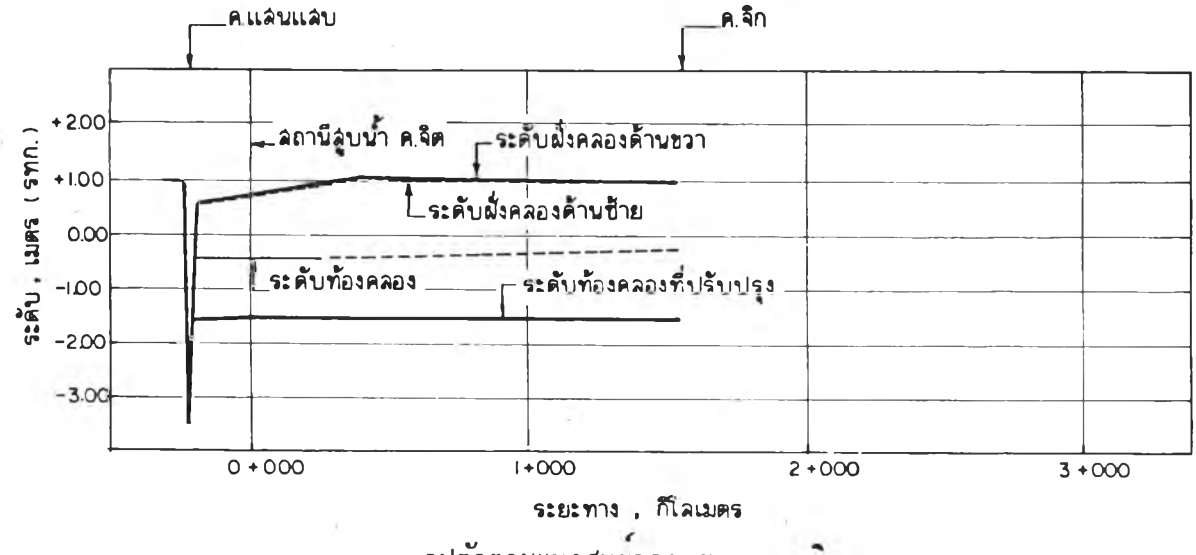
รูปที่ 6-11 แสดงการปรับปรุงหน้าตัดคลองระบายน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปตัดตามแนวศูนย์กลางของคลองกระจะ



รูปตัดตามแนวศูนย์กลางของคลองจิก



รูปตัดตามแนวศูนย์กลางของคลองจิต

รูปที่ 6-12 แสดงรูปตัดตามแนวศูนย์กลางของคลองในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ประสบกับภาวะน้ำท่วมบางแห่งในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เนื่องจากท่อระบายน้ำไม่สามารถระบายน้ำฝนลงสู่คลองได้ทัน

3) การสูบน้ำออกจากพื้นที่ บริเวณหัวหมากลงสู่คลองแสนแสบ อาจจะมีผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียง เนื่องจากปัจจุบันขีดความสามารถในการระบายน้ำ ของคลองแสนแสบมีจำกัด แต่อย่างไรก็ตาม กทม. ได้มีการศึกษาที่จะปรับปรุงคลองแสนแสบ ให้มีขีดความสามารถในการระบายน้ำเพิ่มขึ้น

4) ในการจำลองโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การตั้งสมมุติฐาน และการประมาณค่าตัวแปรต่าง ๆ มุ่งที่จะให้ได้ผลการจำลองที่ถูกต้อง ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการคำนวณ อาจจะถูกรวมไว้ในค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรกำหนด (Paramerter) ต่าง ๆ ที่หาได้ในขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง (Calibration) ด้วยเหตุนี้ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ที่ใช้ในแบบจำลองอาจจะมีค่าแตกต่างจากสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของคลองจริง

5) ในการจำลองระบบคลองระบายน้ำนี้ ไม่ได้นำปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากอาคารบ้านเรือนมาคิดด้วย เนื่องจากว่าปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งนี้มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมา

6) การตรวจสอบความแน่นอน และความมั่นคงของผลที่ได้จากแบบจำลอง (Consistency and Stability of Computations) การที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังเป็นของใหม่สำหรับประเทศไทย ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะหาข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลอง (Calibration) ได้เหมาะสม การตรวจสอบค่า Consistency ของผลการจำลองที่ได้ จะอาศัยการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและปริมาณน้ำที่ออกจากระบบกับปริมาณน้ำที่เก็บกักในระบบ จากการตรวจสอบพบว่าผลที่ได้ออกมาน่าพอใจ สำหรับการตรวจสอบค่า Stability ของผลการจำลองก็ได้ว่า ผลการจำลองมีความมั่นคงสมเหตุสมผลทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ความเร็วการไหลของน้ำใน Link มีค่าใกล้วิกฤต (Critical flow) และกรณีที่ความลึกของน้ำในคลองมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ผลที่ได้จากแบบจำลองจะไม่สมเหตุสมผล และโปรแกรมจะหยุดทำงาน ซึ่งทั้งสองกรณีนี้แบบจำลองนี้ไม่ได้ออกแบบไว้