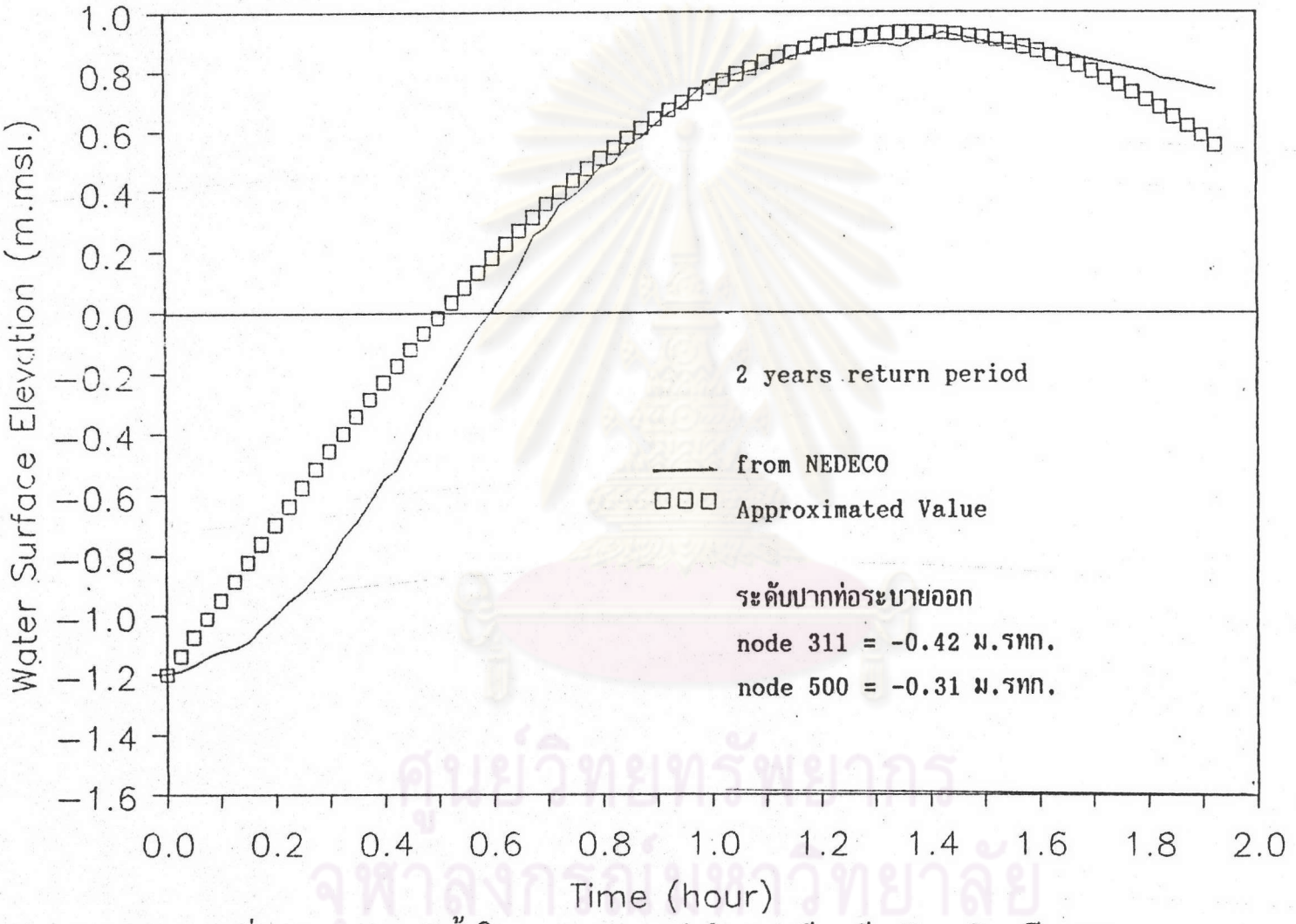
บทที่ 5
ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการปรับปรุง ระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำผลของค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการปรับเทียบมาใช้ในแบบจำลอง โดยนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการประเมินขีดความสามารถของระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาปัจจุบัน และศึกษาดูผลของการปรับปรุงในเงื่อนไขต่าง ๆ พร้อมเสนอแนะแนวทาง ในการแก้ไขปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ทำการศึกษา เพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ พร้อมทั้งกล่าวถึงเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ในการนำแบบจำลอง SWMM มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำ

5.1 เงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ

เงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. กำหนดใช้ฝนออกแบบตามวิธีคีฟเฟอร์ และชูค์ ที่คาบการกลับ 2 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง สำหรับกรณีการออกแบบ และจะตรวจสอบผลโดยใช้ฝนออกแบบที่คาบการกลับ 5 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง
2. ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลองสำหรับพื้นที่ศึกษาจะใช้ค่าที่ได้ผลจากการปรับเทียบแบบจำลองของพื้นที่ทดลอง (ดังกล่าวในบทที่ 4)
3. เนื่องจากการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาจะมีท่อเชื่อมโดยตรงกับอุโมงค์ระบายน้ำอังรีดูนังต์ (ขนาด 2.00x2.00 ม.) ของ กทม. ซึ่งอุโมงค์นี้ด้านทิศเหนือจะไหลไปสู่คลองอรชร ส่วนทางทิศใต้จะไหลไปเชื่อมกับอุโมงค์ถนนพระราม 4 ดังนั้น ระดับน้ำในคลองอรชรและระดับน้ำในอุโมงค์ถนนพระราม 4 จะมีผลต่อการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา ในการศึกษานี้ได้นำผลการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง (NEDECO, 1984) ที่ฝนคาบการกลับ 2 ปี เพื่อหาระดับน้ำของคลองอรชรที่จุดตัดระหว่างคลองแสนแสบกับคลองอรชรระดับน้ำจะขึ้นดังรูปที่ 5-1 มาใช้เป็นค่าระดับน้ำของแหล่งรับน้ำที่จุดไหลออก เพื่อใช้ตรวจสอบระบบระบายน้ำที่ได้ออกแบบไว้ในกรณีการไหลตกอิสระ และเนื่องจากข้อจำกัดในการใช้งานของแบบจำลอง EXTRAN คือไม่สามารถที่จะป้อนค่าระดับน้ำของแหล่งรับน้ำที่เวลาใด ๆ ได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้ค่าระดับน้ำของแหล่งรับน้ำที่แปรเปลี่ยนตามเวลา ตามสมการ (2.20) ซึ่งใช้ค่าระดับน้ำ ดังรูปที่ 5-1 เปรียบเทียบกับกราฟ ค่าระดับน้ำที่ศึกษาโดย NEDECO โดยมีค่าระดับน้ำต่ำสุดที่ -1.200 ม.รทก. และสูงสุดที่ +0.93 ม.รทก. เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง และหลังจากนั้นระดับน้ำก็จะค่อย ๆ ลดลง



รูปที่ 5-1 กราฟระดับน้ำในคลองอรชร จากค่าทำนายเปรียบเทียบกับการศึกษาโดย NEDECO

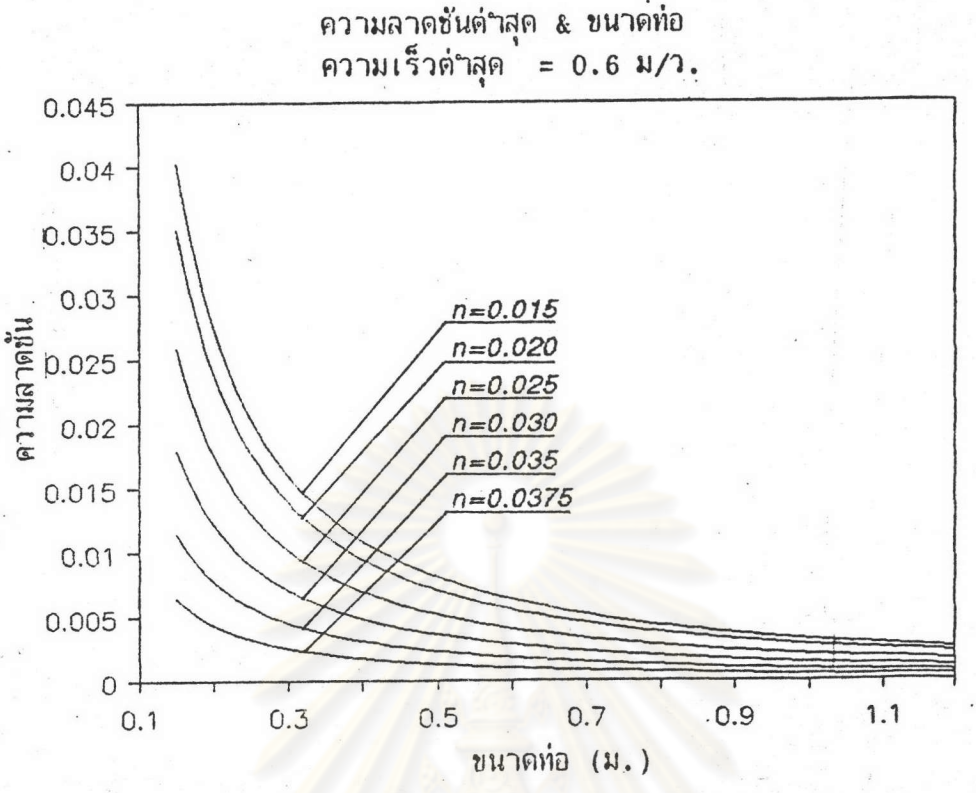
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา เช่น ค่าระดับ ขนาดพื้นที่ และการกำหนดระบบ link-node จะเป็นไปตามที่ได้ทำการสำรวจจริง ในโครงการศึกษาเพื่อวางแผนและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมในเขตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ปริมาณน้ำเสียจะถือว่ามีค่าน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าจากฝน ซึ่งค่านี้ได้พิจารณาผลจากการเก็บข้อมูลในสนาม ซึ่งได้ค่าอัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุดประมาณ 7 ลิตร/วินาที จึงจะไว้นำมาพิจารณาในการคำนวณครั้งนี้
6. ในการศึกษาจะแสดงบทบาทของแนวทางต่าง ๆ ของการระบายน้ำ คือ การระบายโดยใช้เครื่องสูบน้ำ, เปลี่ยนขนาดท่อ, ใช้สระเก็บกักน้ำ เป็นต้น โดยเปรียบเทียบผลกับการประเมินระบบระบายน้ำปัจจุบัน
7. ในการออกแบบ จะกำหนดระดับของท่อหรือรางระบายน้ำจากพื้นดินจริง โดยให้ได้ความลาดชันมากที่สุด รูปที่ 5-2 แสดงความลาดชันน้อยที่สุดที่ควรเป็นเพื่อให้ความเร็วของการไหล ประมาณ 0.6 เมตร/วินาที (2 ฟุต/วินาที) อันจะไม่ทำให้เกิดการสะสมของตะกอนในท่อ
8. การพิจารณาใช้เครื่องสูบน้ำในการระบายจะคิดถึงความสูญเสียจากความต้านทานการไหลประมาณ 20% รูปที่ 5-3 แสดงขนาดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้ เพื่อให้เหมาะกับขนาดของท่อระบายน้ำที่นำน้ำมาระบายมา

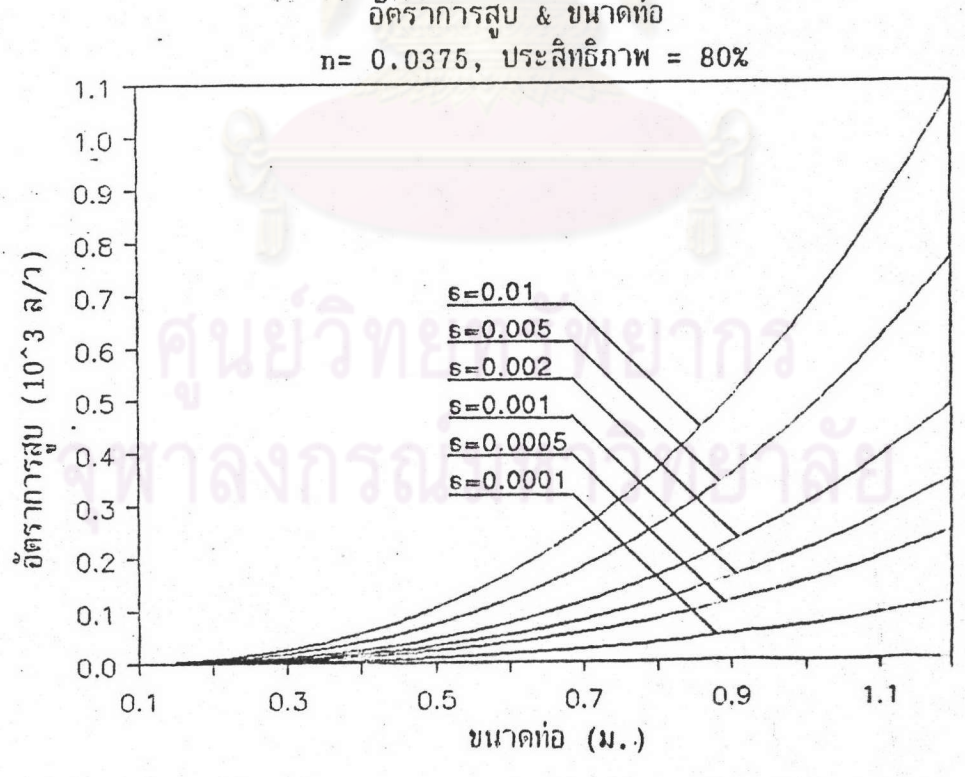
5.2 ขั้นตอนการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ

ขั้นตอนการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา มีดังนี้

1. ประเมินผลสภาพระบบระบายน้ำปัจจุบัน โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลองและเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง
2. พิจารณาแนวทางการออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำใหม่ โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบบทบาทของการใช้อาคารต่าง ๆ ต่อผลที่เกิดขึ้น
3. แนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำ เช่น เพิ่มขนาดความจุทางระบายน้ำ ลดระดับท่อให้มีความลาดชันที่เหมาะสม สร้างทางระบายน้ำใหม่เชื่อมต่อไปยังจุดที่ยังสามารถรับน้ำเพิ่มได้ การเพิ่มจุดไหลออกการปิดทางน้ำเดิมเพื่อจะระบายน้ำเฉพาะจุด การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำเฉพาะจุด
4. พิจารณาเลือกแนวทางการปรับปรุง โดยเปรียบเทียบผลของระดับน้ำ และปริมาณน้ำท่วมที่เกิดในเงื่อนไขต่าง ๆ



รูปที่ 5-2 กราฟความลาดต่ำสุดของท่อระบายน้ำขนาดต่าง ๆ



รูปที่ 5-3 กราฟการเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำตามขนาดท่อระบายน้ำที่น้ำน้ำระบายมา

5.3 การประเมินสภาพระบบระบายน้ำปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา ได้กำหนดตำแหน่งโนดไว้ดังรูปที่ 5-4 ในการประเมินเปรียบเทียบได้ศึกษาไว้ 4 กรณี เพื่อจะดูประสิทธิภาพการระบายน้ำของระบบระบายน้ำในปัจจุบัน ดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้ฝนออกแบบที่คาบการกลับ 2 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์กำหนด (default) และคิดจุดไหลออกเป็นแบบไหลตกอิสระ (free outfall)

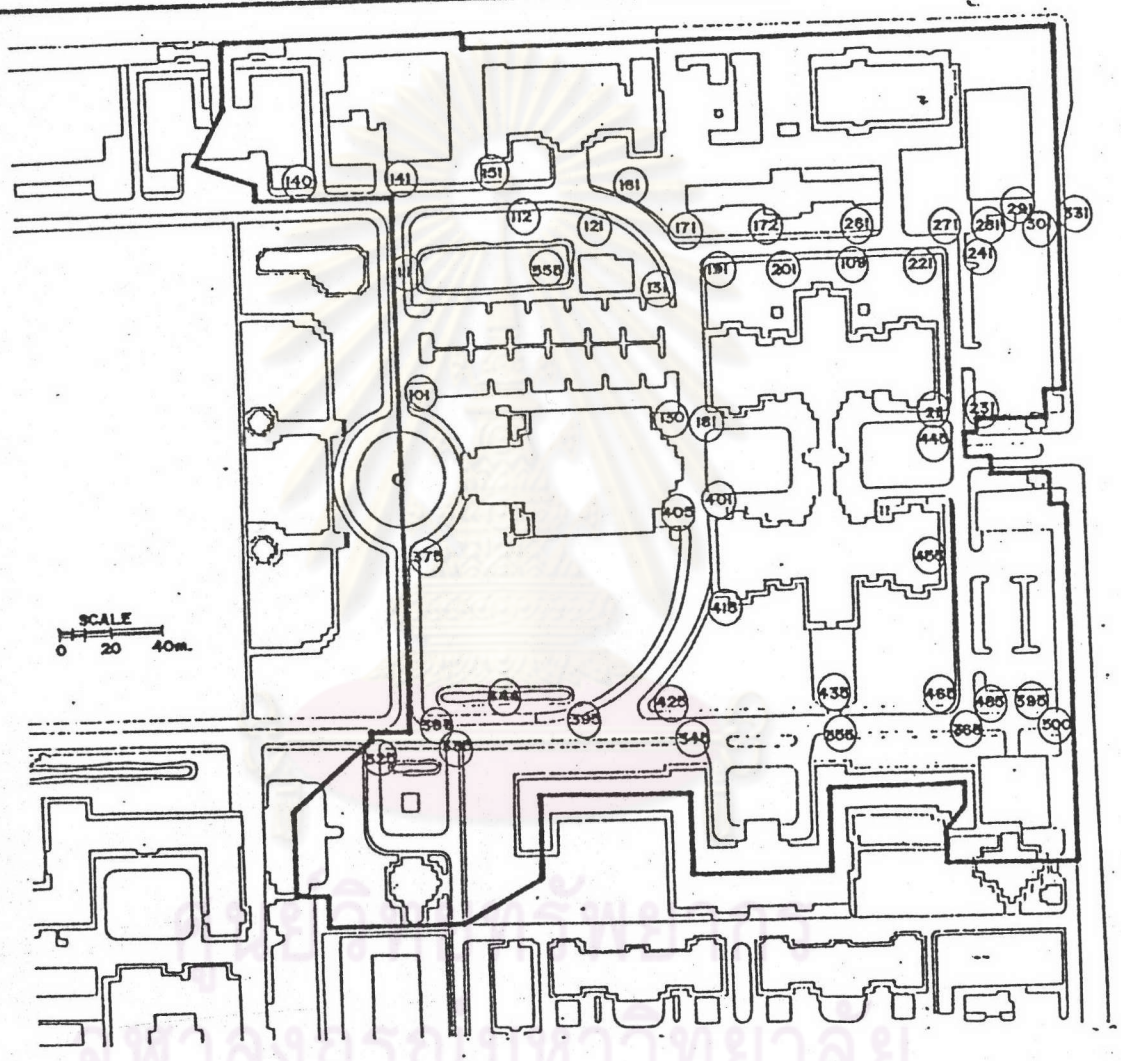
กรณีที่ 2 ใช้ฝนออกแบบที่คาบการกลับ 2 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ และคิดจุดไหลออกแบบไหลตกอิสระ

กรณีที่ 3 ใช้ฝนออกแบบที่คาบการกลับ 2 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ และคิดผลกระทบจากระดับน้ำในอุโมงค์อังรีดูนังต์

กรณีที่ 4 ใช้ฝนออกแบบที่คาบการกลับ 5 ปี ช่วงเวลาฝนตก 2 ชั่วโมง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ และคิดจุดไหลออกแบบไหลตกอิสระ

ผลการคำนวณทำให้เกิดน้ำเอ่อท่วมของโนดต่าง ๆ ดังในตารางที่ 5-1 จะเห็นว่า กรณีที่ 1 ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์กำหนดจะทำให้น้ำเกิดการเอ่อท่วมมากกว่า กรณีที่ 2 ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์กำหนด แต่ระยะเวลาการท่วมน้อยกว่าเหตุผลเพราะว่าในกรณีที่ 1 ความกว้างของการไหล (characteristic width) บ่าตามผิวของพื้นที่รับน้ำย่อย ที่ใช้มีค่ามากกว่า กรณีที่ 2 ทำให้น้ำท่าบ่ามาเร็วและมีปริมาณมาก (ค่าความลึกเก็บกักตามผิวมีค่าน้อย) จึงทำให้เกิดน้ำเอ่อท่วมมาก แต่ระยะการท่วมน้อยกว่าเนื่องจากในกรณีที่ 1 ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่งที่กำหนด (n = 0.015) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์แมนนิ่งจากการปรับเทียบ (n = 0.038) จึงทำให้ความเร็วของการไหลมีค่ามากกว่า (ในกรณีที่มีอัตราการไหลเท่ากันตามสมการต่อเนื่อง) การเอ่อของน้ำน้อยกว่าน้ำจึงไหลระบายไปได้เร็ว ส่วนในกรณีที่ 3 ซึ่งคิดถึงผลกระทบของระดับน้ำในอุโมงค์อังรีดูนังต์ ซึ่งจะยิ่งทำให้ปริมาณน้ำท่วมมากขึ้น และเวลาท่วมนานขึ้น เพราะน้ำระบายออกไม่ได้ ในช่วงที่ระดับน้ำในอุโมงค์ขึ้นสูง สำหรับในกรณีที่ 4 เป็นการประเมินโดยใช้ฝนที่คาบการกลับ 5 ปี ซึ่งใช้เปรียบเทียบกับกรณีที่ 2 จะเห็นว่าปริมาณน้ำท่วมมีมากกว่าและยาวนานกว่า เนื่องจากปริมาณฝนมากกว่า

จากการพิจารณาผลจากการคำนวณ พบว่า บริเวณที่เกิดน้ำเอ่อท่วมจะเป็นตำแหน่งโนดที่อยู่ต้นน้ำ (upstream) ของท่อ/รางระบายน้ำ เกือบทุกกรณี รูปที่ 5-5 แสดงผลเปรียบเทียบระดับน้ำที่โนดหมายเลข 130, 131, 325 และ 335 ซึ่งเป็นโนดที่อยู่ทางด้านต้นน้ำที่เกิดน้ำเอ่อท่วม และรูปที่ 5-6 แสดงชลภาพการไหลของท่อ/รางระบายน้ำที่จุดไหลออกทั้ง 2 แห่ง (link หมายเลข 2229 คือ รางระบายน้ำกว้าง 0.45 ม. อยู่บริเวณข้างโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ และ link หมายเลข 1291 คือ ท่อระบายน้ำขนาด 0.50 ม. อยู่ที่บริเวณข้างโรงอาหารคณะ

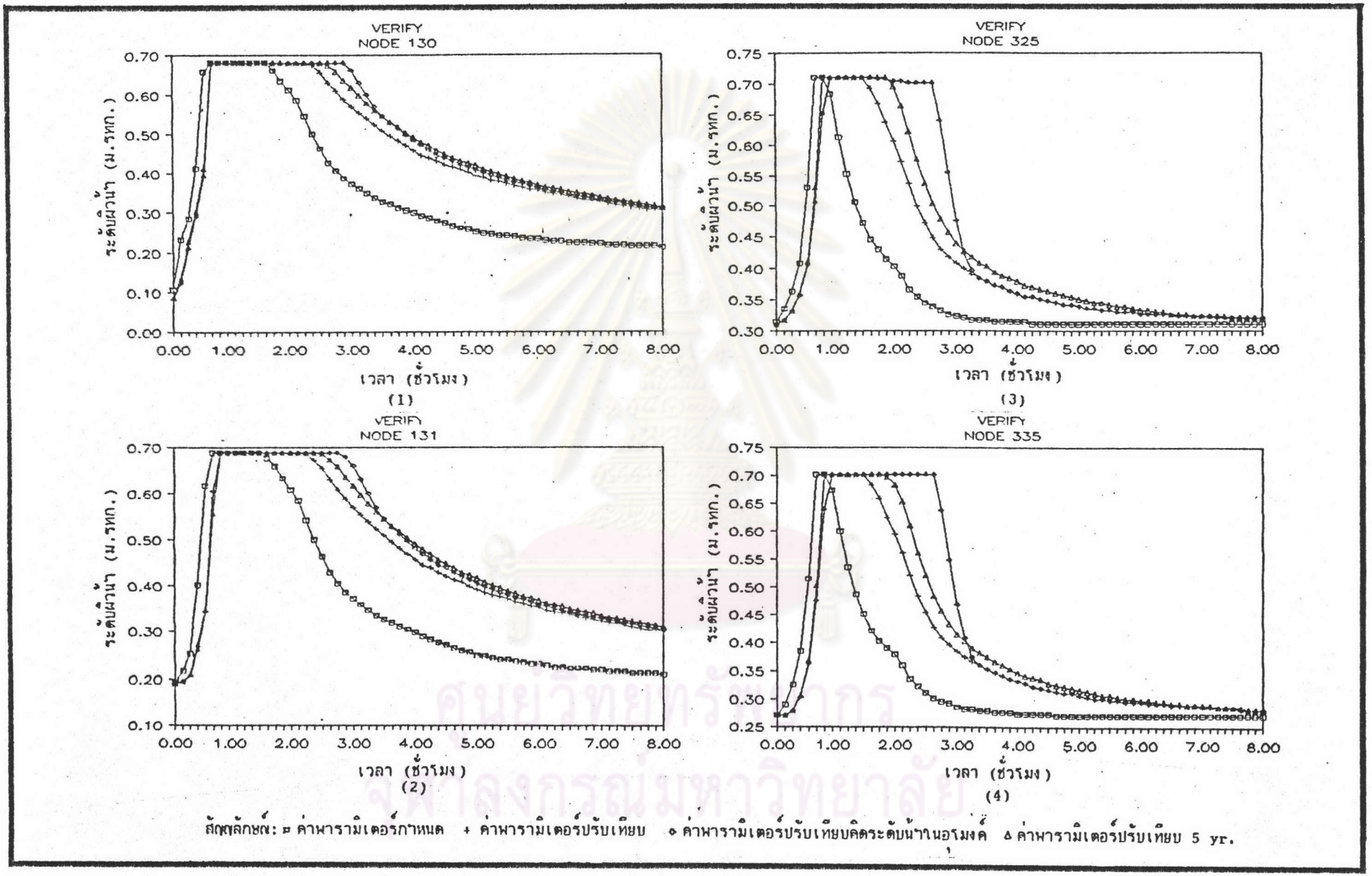


รูปที่ 5-4 ตำแหน่ง node ของพื้นที่ศึกษา

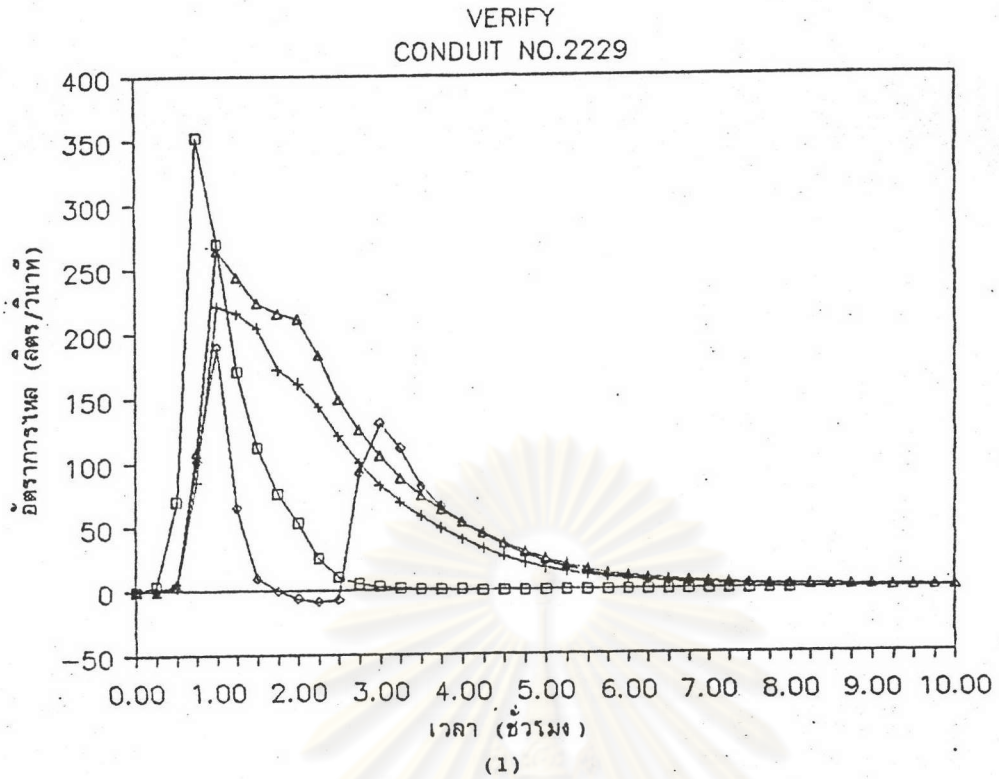
ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเดิมของพื้นที่ศึกษา

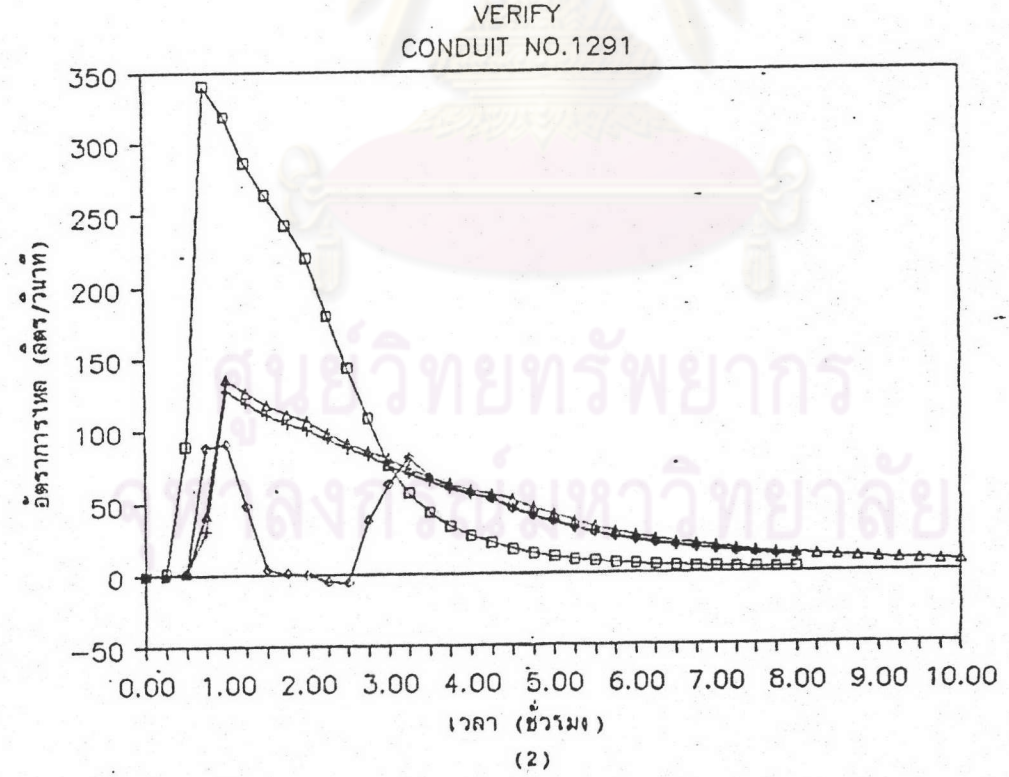
หมายเลข NODE	คาบการกลับ 2 ปี						คาบการกลับ 5 ปี	
	ค่าพารามิเตอร์กำหนด		ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ				ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ	
	ไหลตกอิสระ		ไหลตกอิสระ		คิดระดับน้ำในอโมงค์อ้างอิงดีนังต์		ไหลตกอิสระ	
	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)
325	7.9	15	9.5	30	9.7	38	39.4	68
335	31.3	15	23.2	30	253.2	98	92.5	64
444	8.1	15	-	-	223.5	60	12.7	22
445	54.4	15	9.6	15	16	30	38.3	38
455	16.3	30	10	22	27	37	33.7	45
101	-	-	4.1	7	4	7	25.7	112
130	154.2	60	141.4	97	166.3	120	171.9	112
131	179.6	45	170.1	83	414.5	112	320.6	98
140	152.4	30	200.9	75	238.2	67	343.9	82
415	-	-	-	-	156.1	91	-	-
435	-	-	-	-	113.4	83	-	-
121	-	-	-	-	72.8	120	19.4	30
241	-	-	-	-	120.8	68	7.4	23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5-5 เปรียบเทียบค่าระดับผิวน้ำที่โนด จากผลการประเมินประสิทธิภาพ
ระบบระบายน้ำปัจจุบัน





สัญญลักษณ์: □ ค่าพารามิเตอร์กำหนด + ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ

◇ ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบคิดระดับน้ำในอุโมงค์ △ ค่าพารามิเตอร์ปรับเทียบ 5 yr.

รูปที่ 5-6 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่จุดทางออก จากผลการประเมินประสิทธิภาพ
ระบบระบายน้ำ ปีพ.ศ.

อักษรศาสตร์) พบว่า ขนาดท่อทางออกมีขนาดพอเพียงตามลักษณะการไหลตกอิสระ ซึ่งเป็นการไหลแบบเหนือวิกฤต (supercritical flow) ทั้ง 2 แห่ง ดังนั้น ผลจากการเกิดน้ำท่วมภายในระบบจึงมีสาเหตุที่เกิดขึ้นจากภายในระบบเอง จากการพิจารณาระบบระบายน้ำพอจะสรุปสาเหตุปัญหาได้ดังนี้

1. ท่อมีความลาดชันกลับ (adverse slope) กับทิศทางการไหล ดังรูปที่ 5-7 ทำให้การไหลของน้ำไม่ไหลตามทิศทางที่ควรจะเป็น จึงทำให้เกิดน้ำเอ่อสูงขึ้น โดยเฉพาะท่อ/รางระบายน้ำ บริเวณหน้าตึก 3 คณะอักษรศาสตร์ ดังรูปที่ 5-7 (1) ที่โนดหมายเลข 171, 172, 261 และ 271 ซึ่งจากผลการคำนวณด้วยแบบจำลอง พบว่า ความเร็วของการไหลในท่อ/รางระบายน้ำบริเวณนี้มีค่าน้อยมาก และอีกบริเวณหนึ่งในกรณีเดียวกัน คือ บริเวณด้านทิศเหนือของหอประชุมกลาง ที่โนดหมายเลข 130 และ 131 ดังรูปที่ 5-7 (3)

2. ขนาดท่อไม่เหมาะสมตามทิศทางการไหล คือ ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าไหลไปต่อเชื่อมกับท่อที่มีขนาดเล็กกว่า กรณีนี้ พบที่บริเวณหน้าตึก 2 คณะอักษรศาสตร์ด้านทิศเหนือ คือ ท่อขนาด 0.40 เมตร ไหลไปสู่ท่อขนาด 0.30 เมตร ทำให้ท่อขนาดเล็กไม่สามารถรับปริมาณน้ำที่เกิดความจุได้

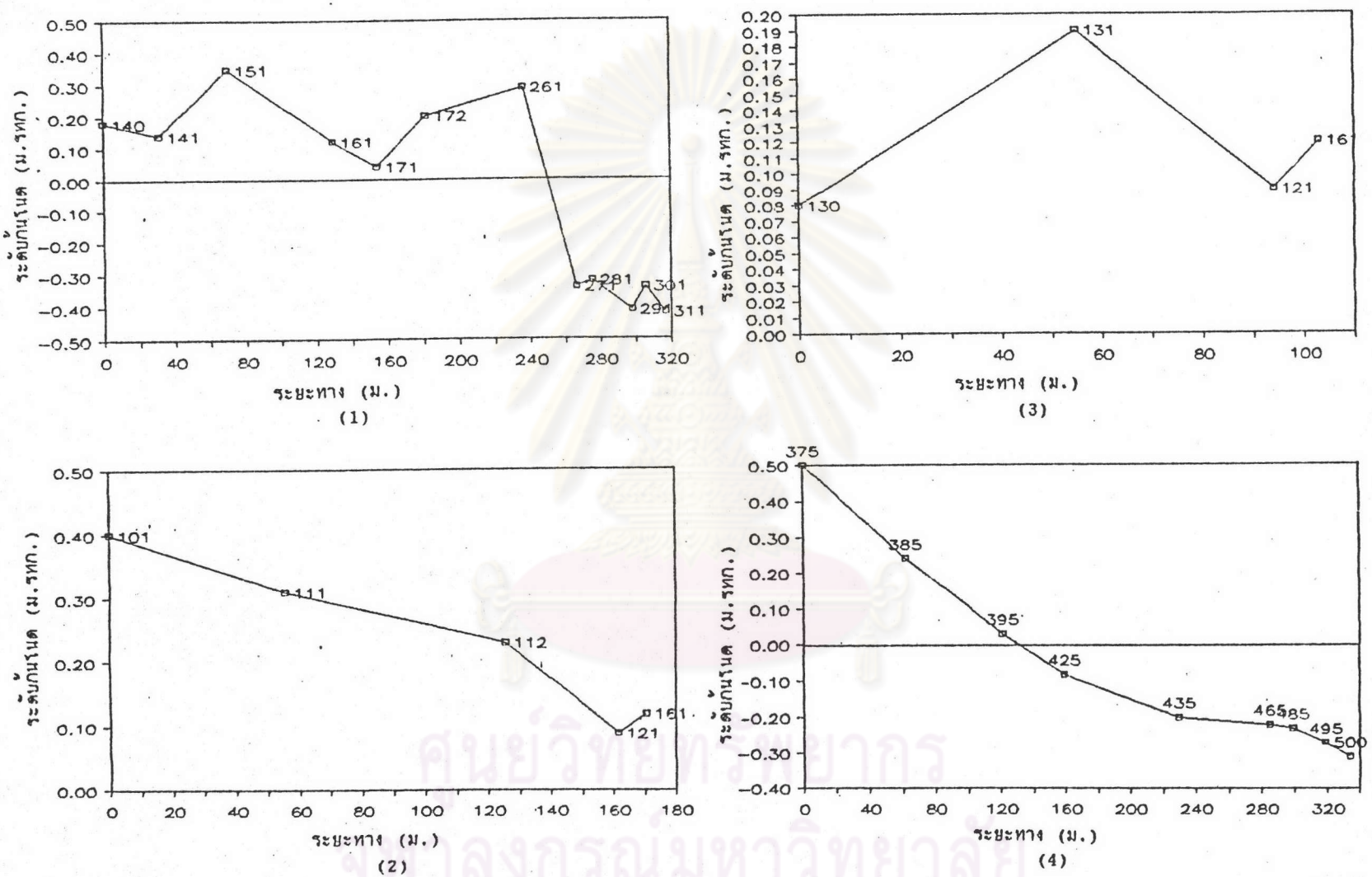
3. ท่อทรุดตัว ซึ่งพบที่บริเวณลานด้านทิศใต้ของหอประชุมกลางที่โนดหมายเลข 405 โดยท่อที่รับน้ำจากหอประชุมขนาด 0.40 เมตร ที่ไปเชื่อมต่อกับรางระบายน้ำ ขนาด 0.40 เมตร มีระดับต่ำกว่าก้นรางระบายน้ำที่มาต่อเชื่อมเกือบครึ่งท่อ ทำให้เกิดน้ำท่วมขังภายในท่อขึ้น และการไหลไม่เต็มประสิทธิภาพ

4. ขนาดของท่อ/รางระบายน้ำไม่พอเพียงต่อปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามา คือ มีปริมาณน้ำมากเกินไป ทำให้การไหลไม่ทัน ทำให้เกิดน้ำเอ่อท่วมขังขึ้น กรณีดังกล่าวเกิดขึ้นที่ทางระบายน้ำหน้าตึกจักรพงษ์ คือ ที่โนดหมายเลข 325 และ 335

จากสาเหตุดังกล่าวที่ทำให้เกิดกรณีน้ำท่วมขังขึ้น จึงต้องพิจารณาหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงออกแบบระบบระบายน้ำใหม่ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

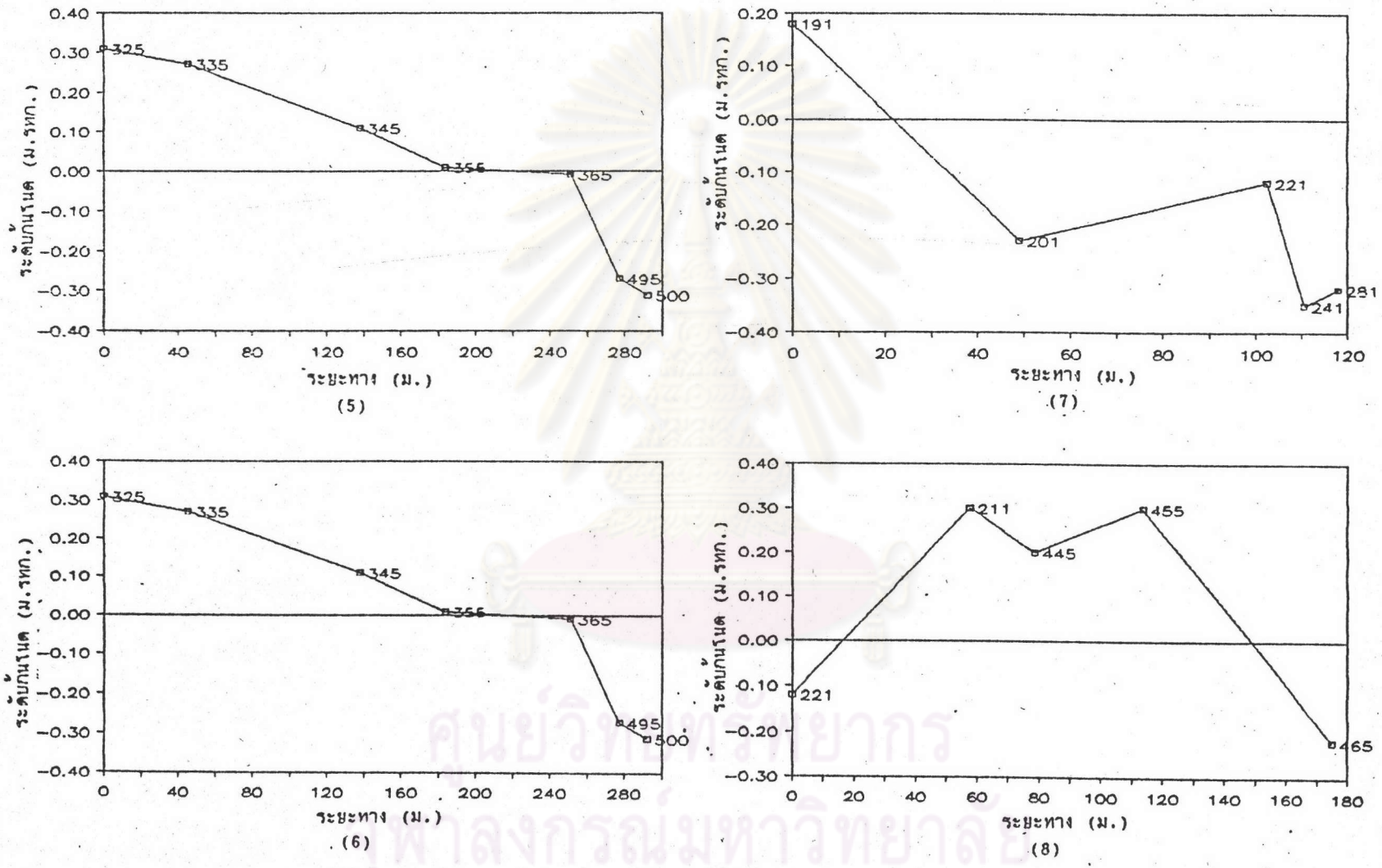
5.4 ประสิทธิภาพของการออกแบบแนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำต่าง ๆ

แนวทางการออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำมีอยู่หลายวิธีซึ่งการพิจารณาความเหมาะสมของแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแต่ละแนวทาง และระดับของการปรับปรุงโดยพิจารณาถึงงบประมาณค่าก่อสร้างของแต่ละแนวทางนั้นด้วย ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงประสิทธิภาพของแต่ละแนวทางต่อผลที่จะเกิดขึ้น ซึ่งแนวทางการปรับปรุงที่จะพิจารณาในการศึกษานี้มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 5-7 ค่าระดับก้นโนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5-7 (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.1 กรณีติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

เนื่องจากระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาต่อเชื่อมโดยตรงกับระบบระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร ดังกล่าวแล้ว ดังนั้น เมื่อเกิดน้ำขึ้นสูงสุดในอุโมงค์อังรีดูนังต์จะทำให้การไหลออกเป็นไปได้ยาก ซึ่งการไหลออกที่จุดไหลออกจะเต็มประสิทธิภาพเมื่อระดับน้ำในอุโมงค์นั้นลดต่ำกว่าระดับของจุดไหลออกเท่านั้น ด้วยเหตุนี้เมื่อต้องการให้การไหลออกเต็มประสิทธิภาพจึงต้องใช้เครื่องสูบน้ำช่วยสูบออก

จากกรณีศึกษาโดยการปิดกั้นระบบระบายน้ำที่จุดเชื่อมต่อกับอุโมงค์อังรีดูนังต์ ด้วยประตูระบายน้ำ แล้วติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ขนาดต่าง ๆ คือ อัตราสูบสูงสุด 56.68 ลิตร/วินาที, 226.72 ลิตร/วินาที, 283.40 ลิตร/วินาที และ 85.02 ลิตร/วินาที โดยใช้บ่อสูบขนาด 1.10 x 1.20 x 2.50 เมตร (3.30 ลบ.ม.) ซึ่งติดตั้งไว้ที่จุดไหลออกทั้งสองแห่ง ผลที่ได้เปรียบเทียบกันระหว่างกรณีระดับน้ำในอุโมงค์ต่ำมีลักษณะการไหลออกแบบแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) กับกรณีระดับน้ำในอุโมงค์สูงต้องปิดประตูระบายน้ำ และใช้เครื่องสูบน้ำ ดังในตารางที่ 5-2 ในกรณี P1 และ P2 นั้น อัตราการสูบนั้นไม่เพียงพอทำให้เกิดการเอ่อท่วมของน้ำขึ้นหลายแห่ง ส่วนในกรณี P3 และ P4 จะมีปริมาณการสูบที่พอเพียง คือ เต็มความสามารถของท่อ/รางระบายน้ำที่นำน้ำเข้ามา นั่นคือ การเพิ่มขนาดเครื่องสูบน้ำมากกว่านี้ก็ไม่เป็นผลที่จะทำให้การระบายน้ำดีขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำจะไหลมายังบ่อสูบไม่ทันกับอัตราการสูบ ดังนั้น การเพิ่มขนาดเครื่องสูบน้ำจำเป็นต้องเพิ่มขนาดของท่อ/รางระบายน้ำที่นำน้ำเข้ามาด้วยให้มีความเหมาะสมกัน (ดังรูปที่ 5-3) ด้วยเหตุผลเดียวกันในกรณีการใช้เครื่องสูบน้ำติดตั้งไว้ในระบบตามจุดต่าง ๆ ก็จำเป็นต้องเพิ่มขนาดท่อ/รางระบายน้ำเช่นกัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่จุดไหลออก กรณี P3 และ P4 กับระบบระบายน้ำเดิม (คิดแบบไหลตกอิสระ) จะเห็นว่าให้ผลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งการติดตั้งเครื่องสูบน้ำนี้จะมีประโยชน์เมื่อระดับน้ำในอุโมงค์ขึ้นสูงแล้วปิดกั้นประตูน้ำโดยทำการระบายด้วยการสูบออกวิธีเดียว ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำที่โนดหมายเลข 130, 131, 325 และ 335 ดังรูปที่ 5-8 และผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่จุดระบายออกทั้งสองแห่ง คือ link หมายเลข 2229 และ 1291 ดังรูปที่ 5-9 สรุปได้ว่าถ้าระดับน้ำในอุโมงค์ต่ำ การระบายออกโดยการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นวิธีที่ดีที่สุด และถ้าระดับน้ำในอุโมงค์สูง จำเป็นต้องปิดประตูระบายน้ำและใช้เครื่องสูบน้ำสูบออก แต่อัตราการสูบจะถูกจำกัด โดยขนาดท่อ/รางระบายน้ำที่นำน้ำระบายมา

5.4.2 กรณีเปลี่ยนขนาดและความลาดชันของท่อระบายน้ำ

จากกรณีประเมินระบบระบายน้ำเดิมโดยมีลักษณะการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลก พบว่า ทำให้เกิดการท่วมของน้ำที่โนดต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ในหัวข้อนี้จึงพิจารณาปรับปรุงระบบ

ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบผลการติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดต่าง ๆ ที่จุดไหลออก

หมายเลข NODE	กรณี									
	ระบบเดิม		P1		P2		P3		P4	
	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)
325	9.5	30	9.6	45	9.6	45	8.9	45	8.9	45
335	23.2	30	205.3	75	205.3	75	17.3	30	9.5	30
444	-	-	198.2	75	198.2	75	-	-	-	-
415	-	-	91.9	60	91.9	60	-	-	-	-
435	-	-	43.8	60	43.8	60	-	-	-	-
445	9.6	15	14.1	30	14.1	30	5.2	15	5.4	15
455	10	22	32	45	32	45	6	30	6	30
101	4.1	7	5.1	15	5.1	15	5.2	15	5.2	15
130	141.4	97	159.7	120	159.7	120	129.1	90	129.1	90
131	170.1	83	323.4	120	323.4	105	130.8	75	131	75
121	-	-	3	15	3	15	-	-	-	-
140	200.9	75	219.5	75	119.5	75	184.8	60	184.8	60
231	-	-	0.4	-	0.4	-	-	-	-	-
241	-	-	61.3	30	61.3	30	-	-	-	-

หมายเหตุ กรณีระดับเดิมถือว่าระดับน้ำในอุโมงค์ต่ำ น้ำสามารถระบายออกได้โดย gravity ได้
กรณีติดตั้งเครื่องสูบน้ำถือว่าระดับน้ำในอุโมงค์อยู่สูง ต้องปิดประตูระบายน้ำ
ซึ่งมีกรณีศึกษา 4 กรณี ดังนี้

P1 เท่ากับ เครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ 14.17 ลิตร/วินาที,28.17 ลิตร/วินาที,56.68 ลิตร/วินาที

P2 เท่ากับ เครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ 28.34 ลิตร/วินาที,42.51 ลิตร/วินาที,56.68 ลิตร/วินาที

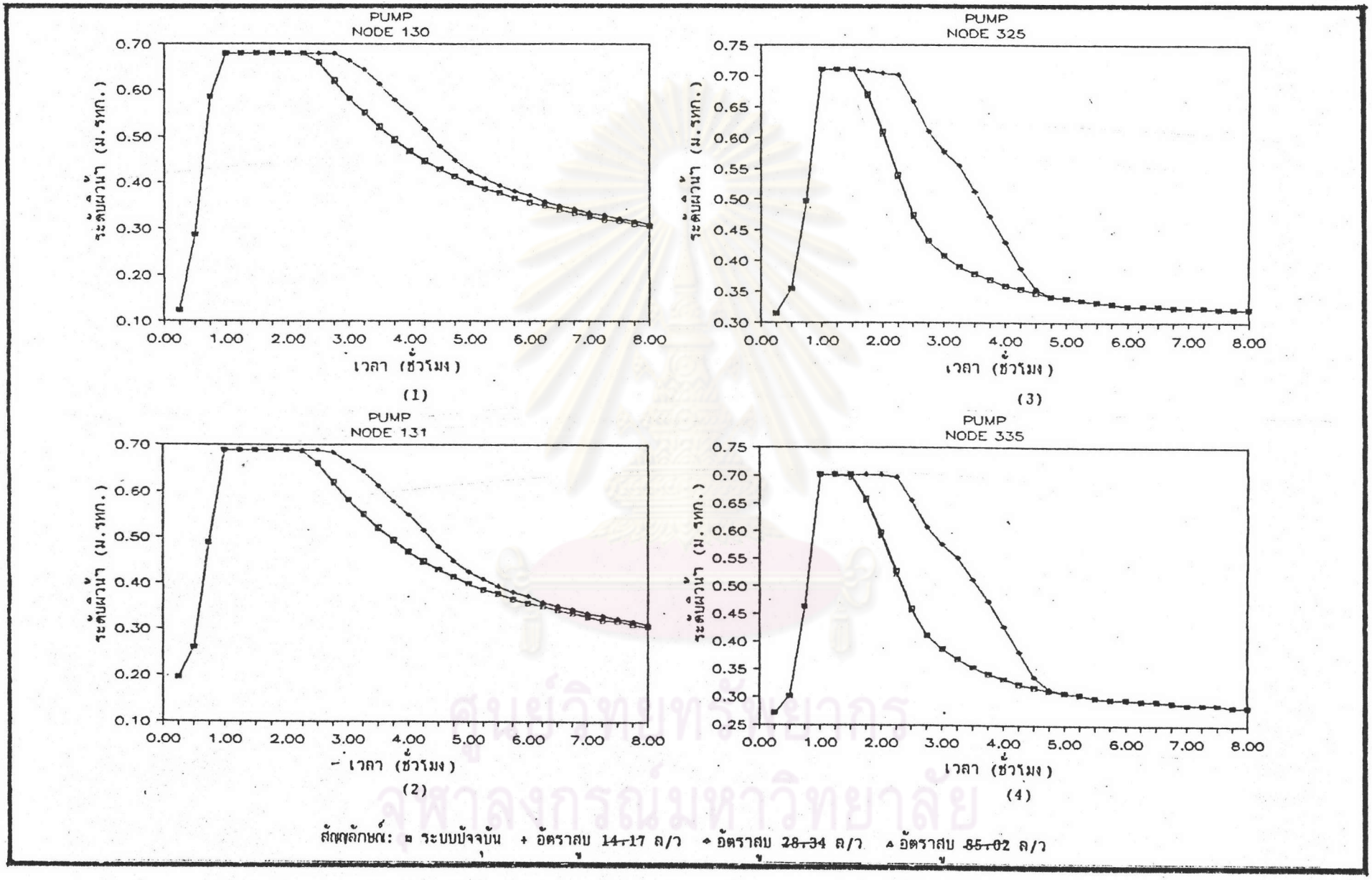
P3 เท่ากับ เครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ 56.68 ลิตร/วินาที,85.02 ลิตร/วินาที,226.72 ลิตร/วินาที

P4 เท่ากับ เครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ 85.02 ลิตร/วินาที,141.70 ลิตร/วินาที,283.4 ลิตร/วินาที

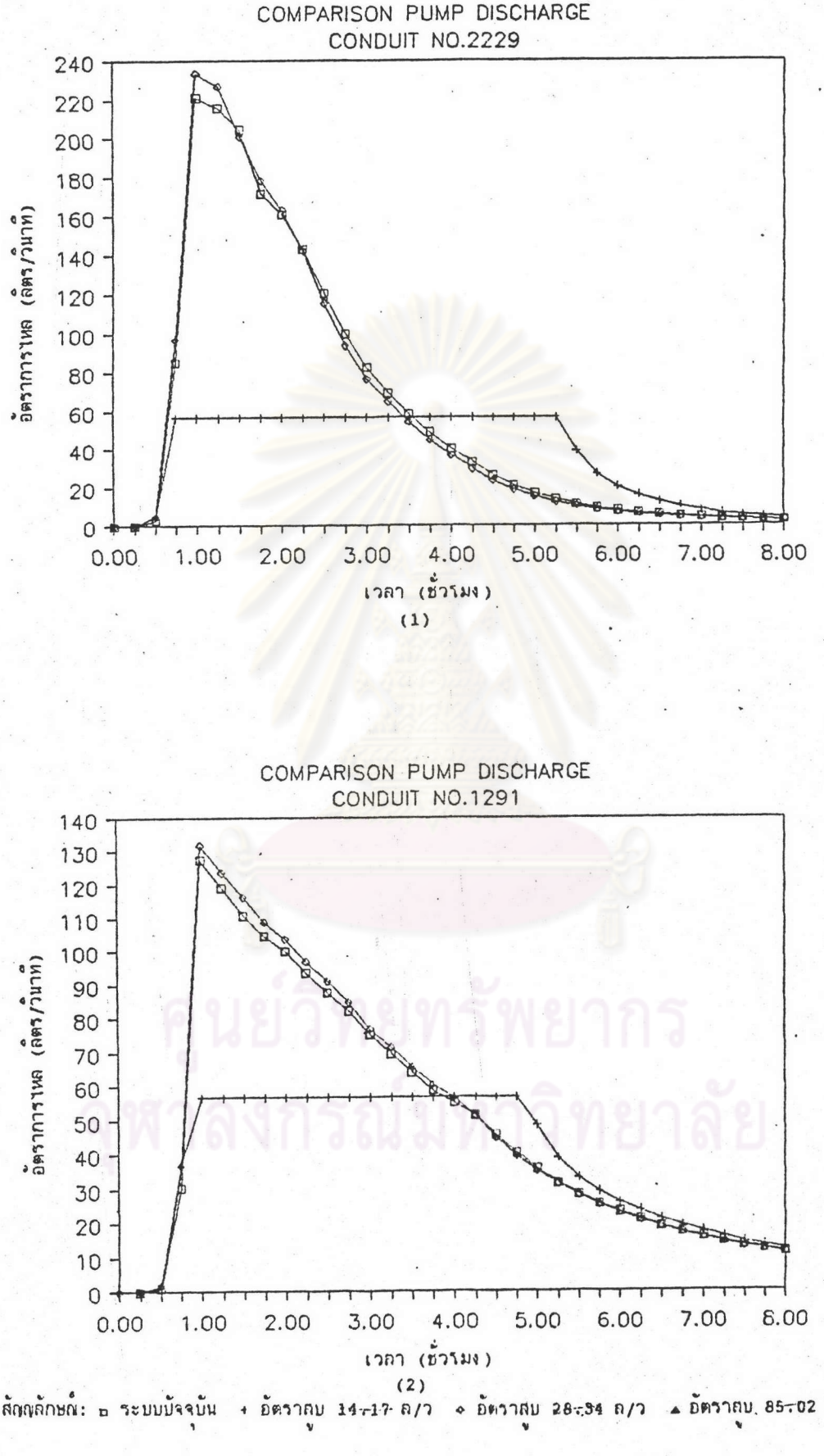
คิดประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ 100%

ขนาดบ่อสูบ 3.3 ลูกบาศก์เมตร

- เท่ากับไม่เกิดการท่วม



รูปที่ 5-8 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่โนด จากการเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำที่จุดไหลออกขนาดต่าง ๆ



รูปที่ 5-9 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่จุดต่างๆ จากการเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำ
ที่จุดไหลออกของอ่าง 9

ระบายน้ำโดยการเพิ่มขนาดท่อ/รางระบายน้ำขนาดต่าง ๆ พร้อมกับปรับความลาดชันด้วย เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับระบบระบายน้ำเดิม

ในกรณีศึกษานี้จะเปลี่ยนขนาดท่อตั้งแต่จุดที่เกิดการท่วมไปถึงจุดที่ท่อมีขนาดเท่ากัน หรือถึงจุดไหลออกพร้อมกับปรับความลาดชันตามความเหมาะสมเพื่อไม่ให้ระดับหลังท่อโผล่เหนือผิวดิน ซึ่งจะทำให้การระบายน้ำได้มากขึ้นและเร็วขึ้น สำหรับในกรณีระบบเดิมมีขนาดท่อตั้งแต่ 0.30-0.50 เมตร จะทำการเปรียบเทียบผลกับกรณีศึกษาโดยเพิ่มขนาดท่อขนาดต่าง ๆ ดังนี้ คือ กรณีที่ 1 เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.50 เมตร กรณีที่ 2 เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.60 เมตร และกรณีที่ 3 คือ เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.80 เมตร ซึ่งทุกกรณีนี้จะคิดเงื่อนไขการไหลที่จุดระบายออกเป็นแบบไหลตกอิสระ (free flow)

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบ ดังในตารางที่ 5-3 จะเห็นว่าการระบายน้ำออกจากระบบโดยมีโครงข่ายของระบบแบบเดิม ต้องใช้ขนาดท่อ 0.80 เมตร เชื่อมจากจุดที่เกิดการท่วมไปยังจุดไหลออก จึงจะไม่ทำให้เกิดการท่วมขึ้นเลย ซึ่งกรณีศึกษานี้ยังมิได้คิดถึงผลของระดับน้ำในอุโมงค์อ้างรีดูนังต์ ดังนั้น ถ้าคิดถึงผลของระดับน้ำจำเป็นต้องพิจารณาการติดตั้งเครื่องสูบน้ำควบคู่กันไปด้วย ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำที่จุดโนดต่าง ๆ ของแต่ละกรณี ดังรูปที่ 5-10 เมื่อพิจารณาโนดหมายเลข 130 และ 131 ซึ่งการระบายน้ำจากจุดนี้จะไปออกที่บริเวณข้างโรงอาหารคณะอักษรศาสตร์ (link หมายเลข 1291) จะเห็นว่าต้องใช้ท่อขนาด 0.80 เมตร จึงจะเพียงพอในการระบายน้ำมิให้เกิดการท่วมขึ้นโดยอัตราการการไหลออกของจุดออกที่จุดไหลออกนี้ตามท่อขนาดต่าง ๆ ดังรูปที่ 5-11 (2) และเมื่อพิจารณาระดับน้ำที่โนด 325 และ 335 ซึ่งจะไหลออกไปยังจุดไหลออกข้างโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ (link หมายเลข 2229) จะเห็นว่าต้องใช้ขนาดท่อใหญ่สูง 0.60 เมตร ก็เพียงพอต่อการระบายน้ำที่บริเวณโนดดังกล่าว ซึ่งกราฟอัตราการไหลตามการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5-11 (1) จะเห็นว่าอัตราการไหลสูงสุดไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสรุปผลได้ว่าผลการเปรียบเทียบระหว่างกรณีปรับปรุงเพิ่มขนาดท่อกับกรณีระบบเดิม จะทำให้ประสิทธิภาพของการระบายน้ำดีขึ้น และพบว่าต้องปรับปรุงขนาดท่อเป็นขนาด 0.80 เมตร จึงจะทำให้การระบายน้ำดีที่สุด คือ ไม่เกิดการท่วมขึ้นเลย ซึ่งทุกกรณีพิจารณาเงื่อนไขที่ระดับน้ำในอุโมงค์ต่ำการระบายออกเป็นแบบไหลตกอิสระ

5.4.3 กรณีใช้สระเก็บกักน้ำภายในพื้นที่

ในพื้นที่ศึกษามีสระเก็บกักน้ำอยู่ 2 แห่ง ดังในรูปที่ 5-4 คือ บริเวณด้านทิศเหนือของหอประชุม (โนดหมายเลข 555) มีขนาดพื้นที่ผิวประมาณ 960 ตร.ม. และอีกแห่งหนึ่งคือบริเวณด้านทิศใต้ของหอประชุม (โนดหมายเลข 444) มีขนาดพื้นที่ผิวประมาณ 440 ตร.ม. ซึ่งในการใช้สระเก็บกักน้ำ ช่วยในระบบระบายน้ำนี้เพื่อต้องการเก็บกักน้ำไว้ก่อนในพื้นที่ระบาย เมื่อระดับน้ำในอุโมงค์มีระดับสูงขึ้น ซึ่งต้องมีการปิดประตูระบายน้ำเพื่อมิให้น้ำจากภายนอกไหลเข้ามา และเมื่อ

ตารางที่ 5-3 เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนท่อระบายน้ำขนาดต่าง ๆ

หมายเลข NODE	กรณี							
	ระบบเดิม		(1)		(2)		(3)	
	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (ชม.)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)
325	9.5	30	2.3	15	-	-	-	-
335	23.2	30	6.2	15	-	-	-	-
445	9.6	15	-	-	-	-	-	-
455	10	22	-	-	-	-	-	-
101	4.1	7	-	-	-	-	-	-
130	141.4	97	108.8	75	86.9	60	-	-
131	170.1	63	14.6	30	-	-	-	-
140	200.9	75	164.6	60	45.5	30	-	-

หมายเหตุ ทุกกรณีจะคิดลักษณะการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลก ระดับน้ำในอุโมงค์อย่างต่ำ คือ ระบายออกแบบไหลตกอิสระ

กรณีระบบเดิม ท่อเดิมมีขนาด 0.30-0.50 เมตร

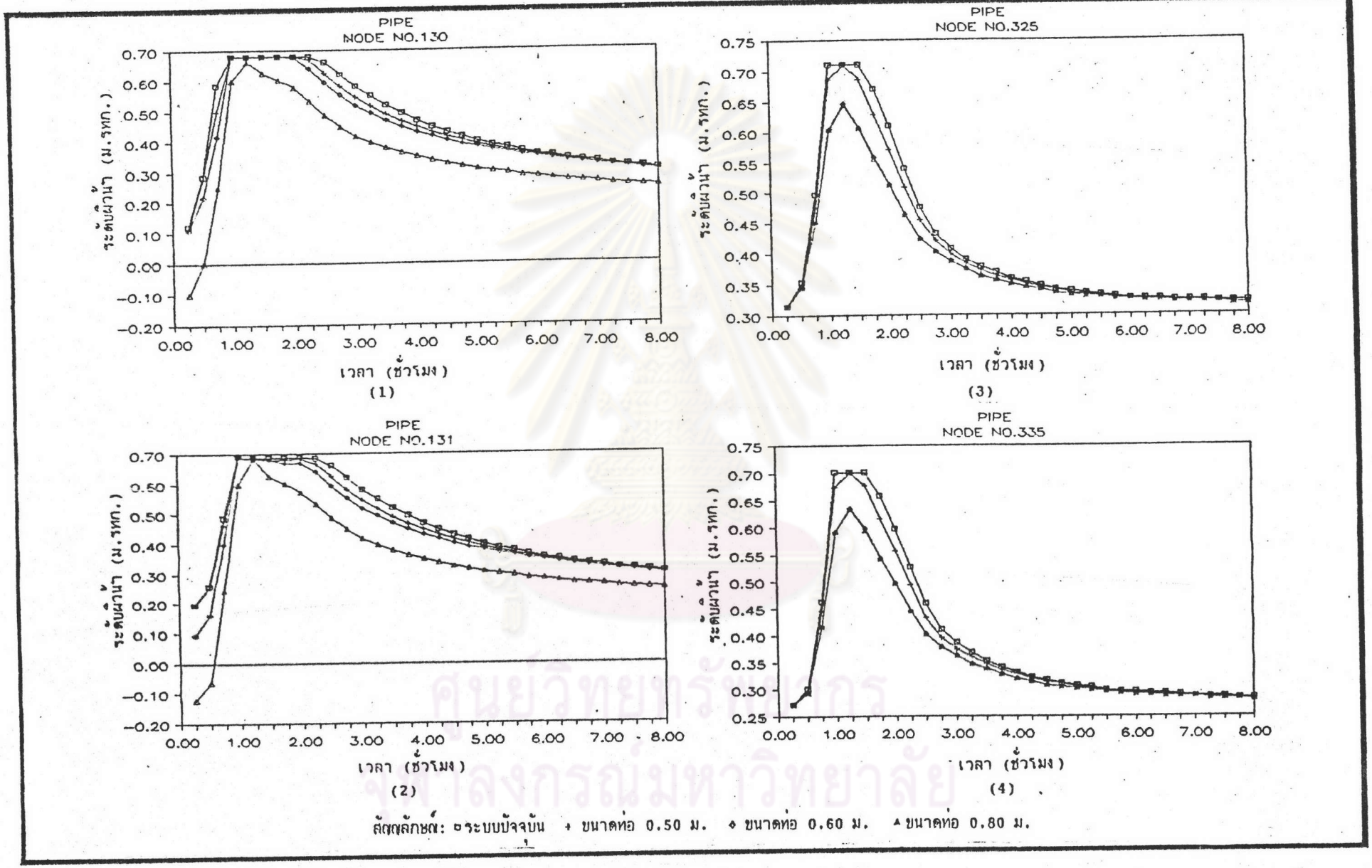
กรณีที่ (1) เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.50 เมตร จากจุดที่เกิดน้ำท่วมไปถึงจุดที่มีขนาดท่อ 0.50 เมตร หรือถึงจุดระบายออก

กรณีที่ (2) เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.60 เมตร

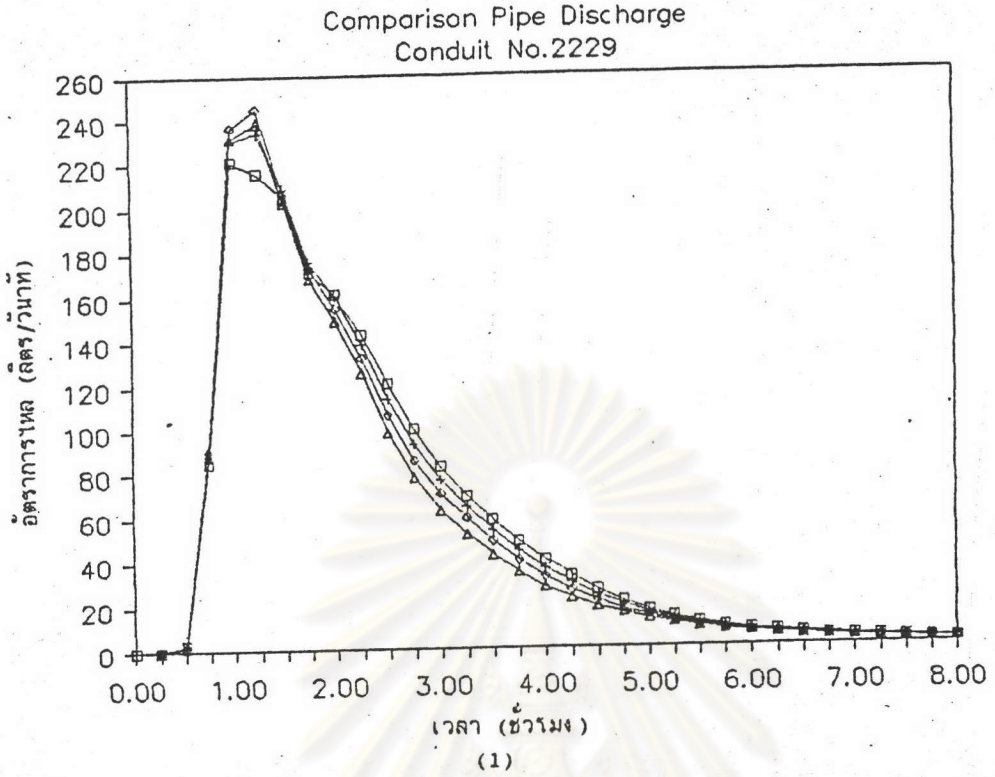
กรณีที่ (3) เพิ่มขนาดท่อเป็นขนาด 0.80 เมตร

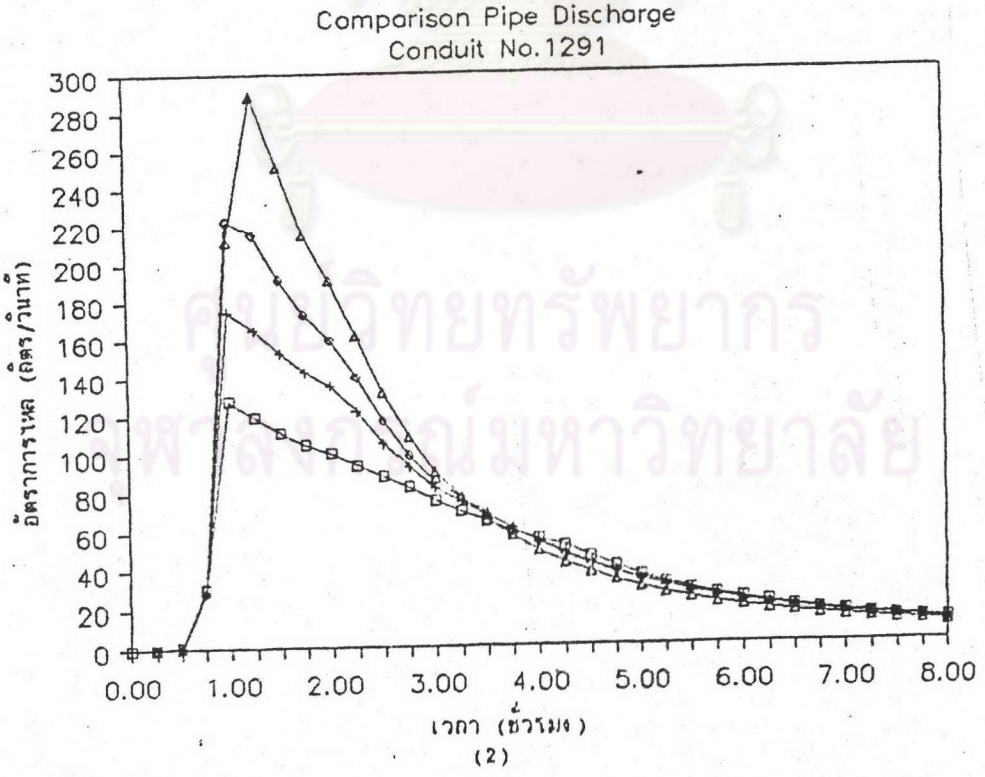
- เท่ากับน้ำไม่ท่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5-10 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่โนด จากการเปลี่ยนท่อขนาดต่าง ๆ





ลัญญลักษณ์: ▵ ระบบปัจจุบัน + ขนาดท่อ 0.50 ม. ◇ ขนาดท่อ 0.60 ม. △ ขนาดท่อ 0.80 ม.

รูปที่ 5-11 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่ปากท่อ จากการเปลี่ยนท่อขนาดต่าง ๆ

ระดับน้ำภายนอกลดลงแล้วจึงเปิดประตูระบายน้ำให้น้ำค่อย ๆ ระบายออกไป สำหรับกรณีศึกษาโดยใช้สระเก็บกักน้ำชั่วคราวนี้จำเป็นต้องต่อเชื่อมท่อบางแห่งเพื่อระบายน้ำลงสระ

ในการศึกษาโดยใช้ประโยชน์จากสระเก็บกักน้ำภายในพื้นที่จะเปรียบเทียบผลกับกรณีระบบเดิมคือไม่คิดถึงการใช้สระเก็บกักน้ำ โดยในกรณีการใช้สระเก็บกักน้ำจะทำการศึกษาไว้ 3 กรณี คือ กรณี S1 กำหนดความลึกก้นสระที่ระดับ -0.50 ม.รทก. กรณีที่ S2 กำหนดความลึกก้นสระที่ระดับ -1.00 ม.รทก. และกรณี S3 กำหนดความลึกก้นสระที่ระดับ -1.50 ม.รทก. ซึ่งทุกกรณีศึกษานี้จะคิดเงื่อนไขการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลก และคิดการระบายน้ำที่จุดออกแบบไหลตกอิสระ และในกรณีการใช้สระเก็บกักน้ำภายในพื้นที่ทุกกรณีจะทำการเชื่อมท่อระบายน้ำจากโนดหมายเลข 140 ไปยังโนด 111 ด้วยท่อขนาด 0.50 เมตร เชื่อมท่อจากโนด 130 ไปยังโนดหมายเลข 555 ด้วยท่อขนาด 0.40 เมตร เพื่อระบายน้ำจากหอประชุมด้านเหนือลงสระโดยตรง และเชื่อมท่อจากโนดหมายเลข 335 ไปยังโนดหมายเลข 395 ด้วยท่อขนาด 0.50 เมตร

จากผลการศึกษาทั้ง 3 กรณี นำมาเปรียบเทียบไว้กับกรณีระบบเดิมดังในตารางที่ 5-4 ในกรณี S1 จะเห็นว่าปริมาณน้ำท่วมที่โนดจะลดลงและเวลาการท่วมลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีระบบเดิม ส่วนในกรณี S2 และ S3 จะมีผลไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ดีกว่ากรณี S1 สำหรับผลการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับน้ำที่โนด 130, 131, 325 และ 335 ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 5-12 และรูปที่ 5-13 แสดงผลของอัตราการไหลที่จุดไหลออก จากการใช้สระเก็บน้ำชั่วคราว ความแตกต่างของอัตราการไหลที่จุดไหลออกนั้นค่อนข้างเปลี่ยนแปลงน้อย คือ อัตราการไหลออกสูงสุดเกือบเท่ากันทุกกรณี แต่จะพบว่าทำให้ช่วงลดของชลภาพน้ำที่จุดไหลออกจะลดลงเร็วกว่า นั่นคือ มีปริมาณน้ำส่วนหนึ่ง ถูกเก็บกักไว้ในระบบ

จากแนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำในกรณีศึกษาต่าง ๆ นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อการปรับปรุงออกแบบระบบระบายน้ำใหม่ โดยการพิจารณาหลาย ๆ แนวทางร่วมกัน

5.5 การศึกษาออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ระบบระบายน้ำปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา พบว่า สาเหตุเนื่องจาก ความลาดชันของท่อระบายน้ำกลับทิศกับทิศทางการไหล ขนาดของท่อระบายน้ำมีขนาดไม่พอเพียงและมีขนาดของการเชื่อมต่อที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งมีผลกระทบจากระดับน้ำขึ้นในอุโมงค์อังรีดูนังต์ ทำให้การระบายน้ำออกจากพื้นที่เป็นไปค่อนข้างลำบาก

แนวทางการแก้ไขป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา จะเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายให้มากที่สุด โดยพิจารณาจากบทบาทของแต่ละแนวทางดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลการประเมินระบบระบายน้ำเดิม โดยใช้ลักษณะการไหลออกแบบไหลตกอิสระ (free outfall) จะเห็นว่าเกิดน้ำท่วมในพื้นที่รับน้ำที่โนดหมายเลข 325, 335, 445, 455, 101, 130, 131 และ 140 ปริมาณน้ำท่วมและระยะเวลาการท่วม ดังในตารางที่ 5-5 (กรณีที่ (1)) เมื่อพิจารณา

ตารางที่ 5-4 เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนสระเก็บน้ำขนาดต่าง ๆ

หมายเลข NODE	กรณี							
	ระบบเดิม		S1		S2		S3	
	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)
325	9.5	30	-	-	-	-	-	-
335	23.2	30	-	-	-	-	-	-
444	-	0	-	-	-	-	-	-
445	9.6	15	7.6	15	7.4	15	7.1	15
455	10	22	10	15	9.9	15	9.9	15
101	4.1	7	9	30	8.8	30	8.6	30
130	141.4	97	-	-	-	-	-	-
131	170.1	83	108.6	45	82.4	45	61.9	30
140	200.9	75	48.2	30	47.1	30	46.2	30
121	-	-	8.1	30	7.5	30	7.2	30

หมายเหตุ ทุกกรณีคิดลักษณะการไหลแบบแรงโน้มถ่วงของโลก ระดับน้ำในอุโมงค์อย่างต่ำ และเงื่อนไขที่จุดระบายออกแบบไหลตกอิสระ

กรณีระบบเดิม ไม่คิดสระเก็บกักน้ำ

กรณี S1 คิดความลึกก้นสระที่ระดับ -0.50 ม.รทก.

กรณี S2 คิดความลึกก้นสระที่ระดับ -1.00 ม.รทก.

กรณี S3 คิดความลึกก้นสระที่ระดับ -1.50 ม.รทก.

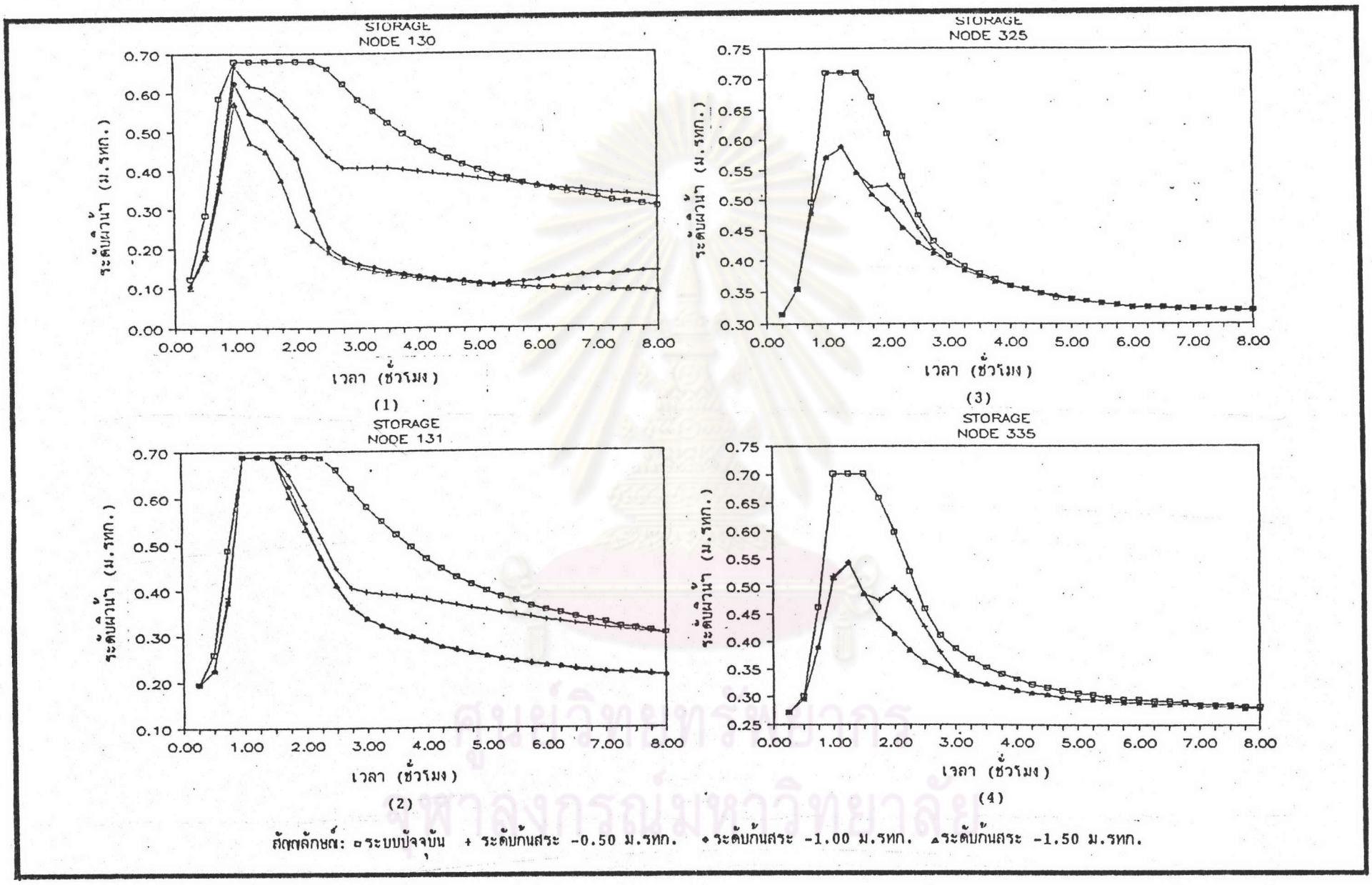
สระภายในพื้นที่ 2 สระ คือ

1. สระที่โนดหมายเลข 444 อยู่ด้านทิศใต้หอประชุมกลาง มีพื้นที่ผิว 440.3 ตร.ม. ระดับขอบสระ +0.59 ม.รทก.
2. สระที่โนดหมายเลข 555 อยู่ด้านทิศเหนือหอประชุมกลาง มีพื้นที่ผิว 960.0 ตร.ม. ระดับขอบสระ +0.86 ม.รทก.

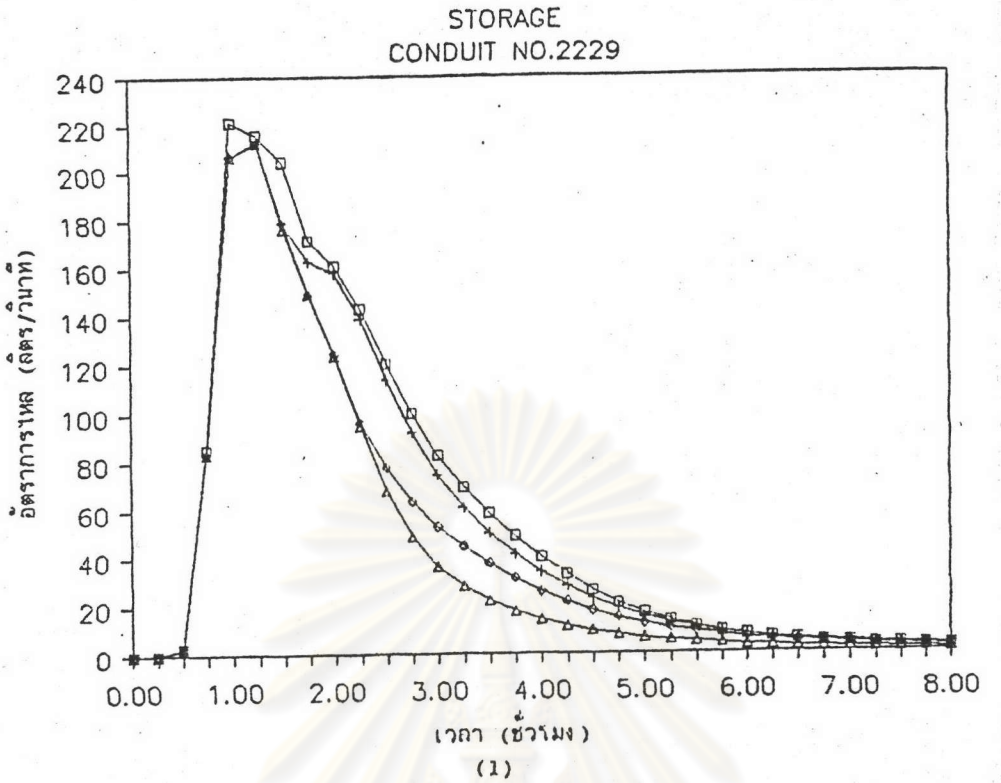
การเชื่อมท่อไปลงสระเก็บกักน้ำ

1. เชื่อมท่อขนาด 0.50 เมตร จากโนดหมายเลข 140 ไปยังโนด 111
2. เชื่อมท่อขนาด 0.40 เมตร จากโนดหมายเลข 130 ไปยังโนด 555
3. เชื่อมท่อขนาด 0.50 เมตร จากโนดหมายเลข 335 ไปยังโนด 395

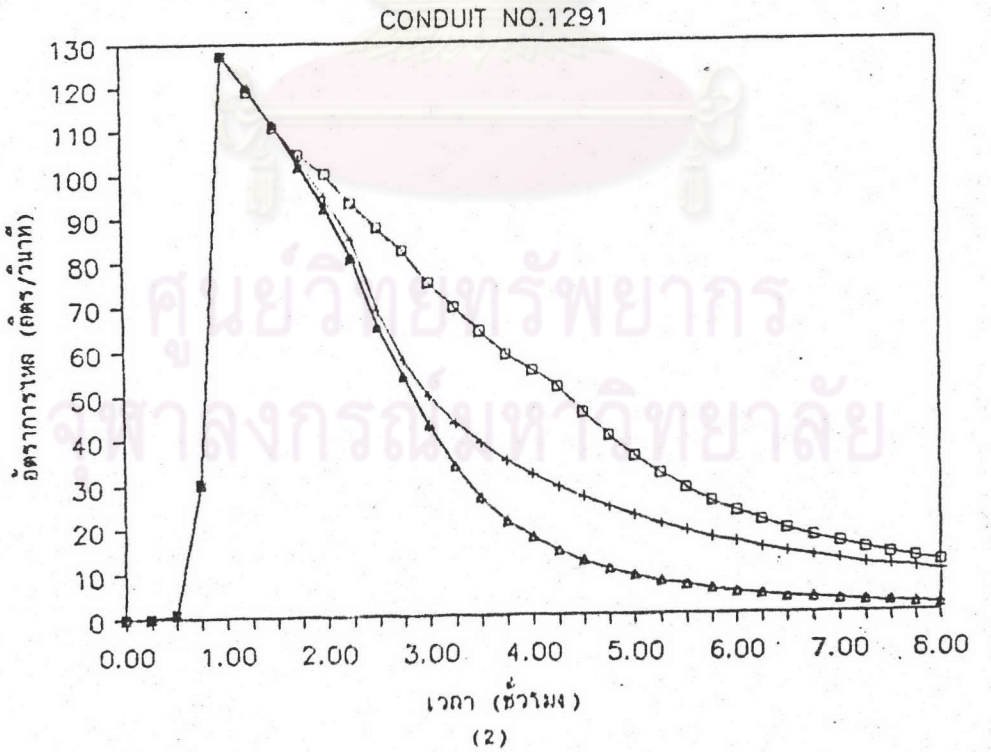
- เท่ากับไม่เกิดการท่วม



รูปที่ 5-12 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่โนด จากการเปลี่ยนความจุสระขนาดต่าง ๆ



(1)



(2)

สัญลักษณ์: ▫ ระบบปัจจุบัน ◦ ระดับก้นถนน -0.50 ม.รทก.

◇ ระดับก้นถนน -1.00 ม.รทก. △ ระดับก้นถนน -1.50 ม.รทก.

รูปที่ 5-13 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่จุดไหลออก จากการเปลี่ยนความจุสัมพันธ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 5-5 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา

หมายเลข NODE	กรณี															
	คาบการกลับ 2 ปี								คาบการกลับ 5 ปี							
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)	
	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำท่วม (ลบ.ม.)	เวลา (นาที)
325	9.5	30	-	-	0.9	30	-	-	5.9	60	0.1	-	35.2	75	0.8	15
335	23.2	30	-	-	8.3	60	-	-	13.9	60	-	-	143.3	90	-	-
444	-	-	-	-	54.9	75	-	-	1.9	15	6.9	15	471.4	90	8.5	15
415	-	-	-	-	35.3	90	-	-	-	-	-	-	304.8	105	-	-
435	-	-	-	-	22.9	90	-	-	-	-	-	-	198.9	90	-	-
445	9.6	15	-	-	1.1	30	-	-	5.8	30	0.9	15	4.9	90	0.7	30
455	10	22	-	-	4.3	45	-	-	5.1	45	4.3	30	9.1	60	4.8	30
485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-	-
101	4.1	7	-	-	-	-	-	-	3.9	30	2.1	30	2.1	30	2.1	30
130	141.4	97	-	-	-	-	-	-	25.9	120	0.3	15	2.6	15	-	-
131	170.1	83	-	-	16	75	-	-	48.3	90	3	30	37.7	105	3.7	15
140	200.9	75	-	-	6	45	-	-	51.8	90	11.6	30	19.9	45	11.6	30
171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	30	-	-
241	-	-	-	-	11.3	45	-	-	1.1	15	-	-	27.4	75	-	-

หมายเหตุ (1) และ (5) เป็นกรณีระบบระบายน้ำปัจจุบัน

(2) และ (6) เป็นกรณีปรับปรุงระบบระบายน้ำ คิดแบบการไหลตกอิสระ (free flow)

(3) และ (7) เป็นกรณีปรับปรุงระบบระบายน้ำ คิดผลกระทบของระดับจากอโมงค์อั้งรีตนั้งต์

(4) และ (8) เป็นกรณีปรับปรุงระบบระบายน้ำ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ขนาดอัตราการสูบ 70, 180, 280 ลิตร/วินาที ขนาดบ่อสูบ 1.1x1.2x2.5 เมตร (3.30 ลบ.ม.)

ตำแหน่งโนดที่เกิดการท่วมจากรูปที่ 5-4 พบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ด้านต้นน้ำของท่อ/รางระบายน้ำ คือ โนดหมายเลข 325 และ 335 อยู่บริเวณหน้าตึกจักรพงษ์ โนดหมายเลข 101 อยู่ทางด้านเหนือของหอประชุมกลางข้างเสาธง โนดหมายเลข 130 อยู่บริเวณลานด้านทิศเหนือของหอประชุมกลาง โนดหมายเลข 131 อยู่บริเวณลานจอดรถ ด้านทิศเหนือของหอประชุมกลาง ส่วนโนดหมายเลข 445 และ 455 อยู่บริเวณด้านตะวันออกของตึก 1 และ 2 คณะอักษรศาสตร์ เมื่อประมาณความลึกการท่วมจากพื้นที่ที่น้ำสามารถท่วม คือ พื้นที่ผิวถนน สรุปไว้ในตารางที่ 5-6 ซึ่งระดับน้ำท่วมสูงสุดคือที่โนด 131 อยู่บริเวณสามแยกด้านทิศเหนือ ของหอประชุมกลาง ลึกประมาณ 17.7 เซนติเมตร คือ ประมาณระดับขอบทางเท้า

แนวทางที่จะพิจารณาปรับปรุงระบบระบายน้ำปัจจุบัน จะแยกพิจารณาเป็น 3 ทางเลือก คือ

1. ปรับปรุงความลาดชันของท่อให้ดีขึ้น ใช้สระเก็บกักน้ำบริเวณหอประชุม โดยยังคงใช้ขนาดท่อเท่าเดิม
2. ปรับปรุงความลาดชัน ใช้สระเก็บกักน้ำ และเชื่อมโยงท่อให้มากขึ้น
3. ปรับปรุงความลาดชัน เพิ่มขนาดท่อ ใช้สระเก็บกักน้ำ

ตารางที่ 5-6 ความลึกของน้ำท่วมที่โนดและระยะเวลาการท่วมของระบบระบายน้ำปัจจุบัน

หมายเลขโนด	325	335	445	455	101	130	131	140
ความลึก (เซนติเมตร)	2.6	7.7	4.0	4.2	3.4	10.9	17.7	16.7
ระยะเวลา (นาที)	30	30	15	22	7	97	83	75

เนื่องจากการระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา มีผลกระทบจากระดับน้ำในอุโมงค์ตังกล่าวแล้ว จะพิจารณาการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ท้ายน้ำประกอบด้วย ผลการคำนวณทางชลศาสตร์ในแต่ละทางเลือก ก็พบว่า ทางเลือกที่ 3 เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด จะแก้ปัญหาการเอ่อนองของน้ำฝนได้ดีที่สุด สรุประบบระบายน้ำที่ทำการปรับปรุงตามทางเลือกที่ 3 ดังในตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5-7 สรุประบบระบายน้ำที่ทำการปรับปรุงตามแนวทางเลือกที่ 3

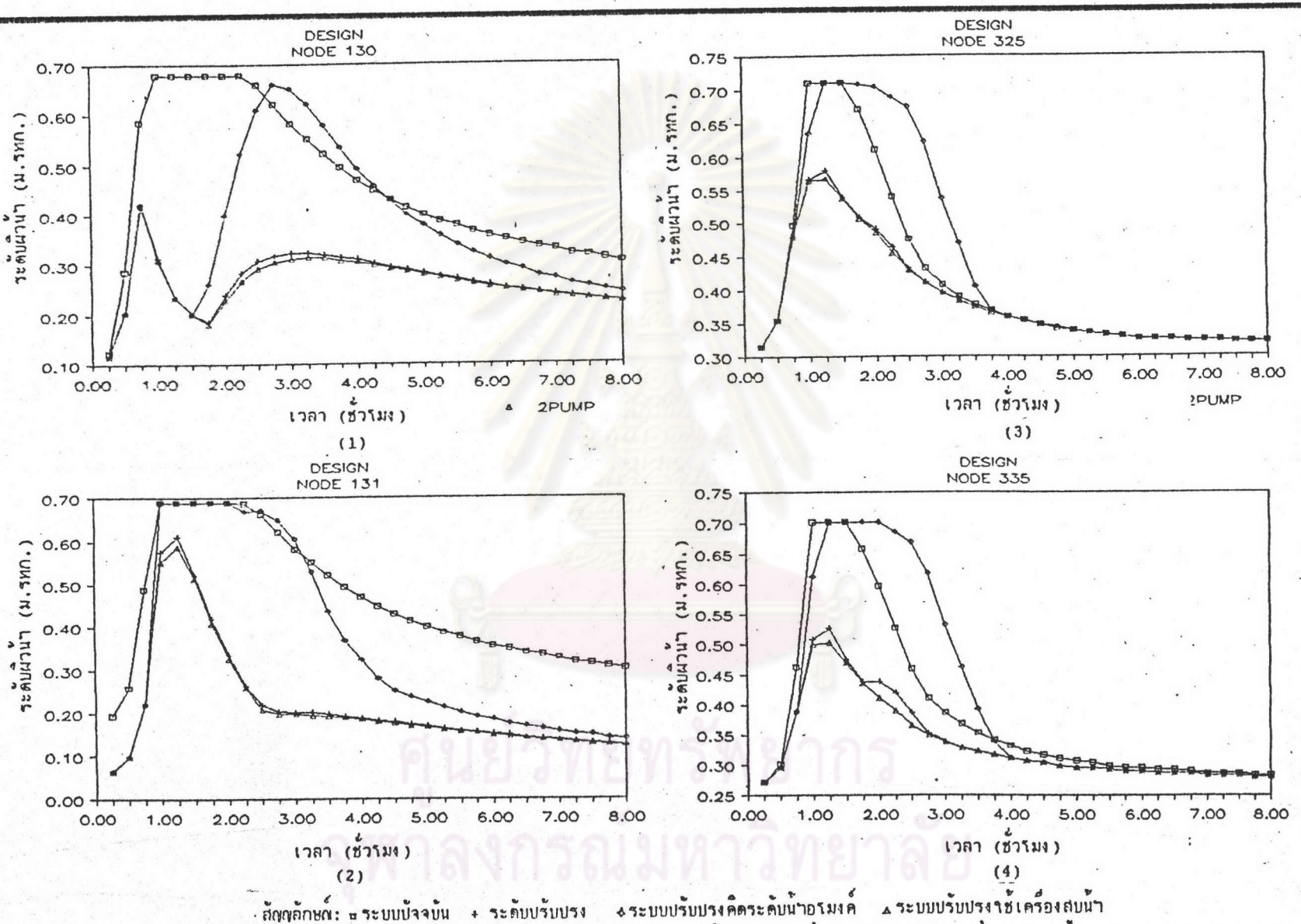
ลำดับ	การปรับปรุง	หมายเหตุ
1	เชื่อมท่อขนาด 0.40 เมตร จากโนด 130 ไปยังสระที่โนด 555	เพื่อต้องการระบายน้ำที่ท่วมบริเวณลานด้านทิศเหนือด้านทิศเหนือของหอประชุมกลางไปลงสระโดยตรง ของหอประชุมกลางไปลงสระโดยตรง และเนื่องจากระดับของโนด 131 สูงกว่า 130
2	เชื่อมท่อขนาด 0.50 เมตร จากโนด 141 ไปยังโนด 111	เพื่อระบายน้ำท่วมที่โนด 140
3	เชื่อมท่อขนาด 0.40 เมตร จากโนด 555 ไปยังโนด 131	เพื่อระบายน้ำออกจากสระ
4	เชื่อมท่อขนาด 0.50 เมตร จากโนด 131 ไปยังโนด 191	เพื่อระบายน้ำท่วมต่อจากโนด 131
5	เชื่อมท่อขนาด 0.40 เมตร จากโนด 335 ไปยังโนด 395 ซึ่งจะต่อเชื่อมไปลงสระด้านทิศใต้หออประชุมโนด 444	เพื่อระบายน้ำที่ท่วมโนด 325 และ 335
6	ปิดท่อเชื่อมระหว่างโนด 121 กับ 161	เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ
7	ปิดท่อเชื่อมระหว่างโนด 130 กับ 131	เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ
8	เพิ่มขนาดท่อจากโนด 171 ไปยังโนด 191 จากขนาด 0.50 เมตร เป็น 0.60 เมตร	เพื่อเพิ่มความจุดอัตราการไหล
9	เพิ่มขนาดท่อจากโนด 191 ไปยังจุดไหลออกโนด 311 จากรางขนาด 0.45เมตร เป็นท่อขนาด 0.60เมตร	เพื่อเพิ่มอัตราการไหล
10	เพิ่มขนาดท่อจากโนด 445 ไปยังโนด 465 จากขนาด 0.30 เมตร เป็น 0.40 เมตร	เพื่อลดปริมาณน้ำท่วมที่โนด 445 และ 455
11	ปิดรางระบายจากโนด 405 ไปยังโนด 395 แทนด้วยท่อขนาด 0.40 เมตร เชื่อมจากโนด 405 ไปยังสระน้ำโดยตรงคือโนด 444	เนื่องจากลานด้านทิศใต้ของหอประชุม มีระดับค่อนข้างต่ำและท่อขนาด 0.40 เมตร ที่โนด 405 อยู่ต่ำกว่ารางขนาด 0.40 เมตรเกือบครึ่งท่อ จึงทำให้น้ำท่วม การเชื่อมท่อเพื่อต้องการระบายน้ำออกจากหอประชุมโดยตรง

จากผลการออกแบบสามารถทำให้ปริมาณน้ำท่วมลดลงทั้งหมด คือ ไม่เกิดการท่วมเลย ดังในตารางที่ 5-5 (กรณีที่ (2)) จากระบบที่ได้ออกแบบไว้นี้ ทำการประเมิน โดยคิดผลกระทบเนื่องจากระดับน้ำในอุโมงค์ ผลดังแสดงในตารางที่ 5-5 (กรณีที่ (3)) ดังนั้น เมื่อเกิดกรณีน้ำในอุโมงค์ขึ้นสูงจึงทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้ที่จุดไหลออกทั้งสองแห่งและปิดกั้นจุดไหลออกด้วยประตูระบายน้ำเพื่อมิให้น้ำจากภายนอกไหลย้อนกลับ เนื่องจากมีระดับสูงกว่า เครื่องสูบน้ำที่ใช้มีอัตราการสูบอยู่ 3 อัตราตามปริมาณน้ำในบ่อสูบ คือ 70, 180 และ 280 ลิตร/วินาที และใช้บ่อสูบขนาด 1.10 x 1.20 x 2.5 เมตร (3.30 ลบ.ม.) โดยใช้ระดับหลังบ่อสูบอยู่ที่ระดับ +1.50 ม.รทก. เพื่อป้องกันมิให้เกิดการไหลย้อนกลับของน้ำเข้าระบบ ผลที่ได้สามารถปริมาณน้ำท่วมที่โนดลงได้ดังแสดงในตารางที่ 5-5 (กรณีที่ (4)) จากผลการคำนวณทั้ง 4 กรณี โดยใช้ฝนที่คาบการกลับ 2 ปี เปรียบเทียบระดับน้ำที่โนด 130, 131, 325 และ 335 ดังรูปที่ 5-14 และเปรียบเทียบกราฟอัตราการไหลที่จุดไหลออกทั้ง 2 แห่ง ดังรูปที่ 5-15

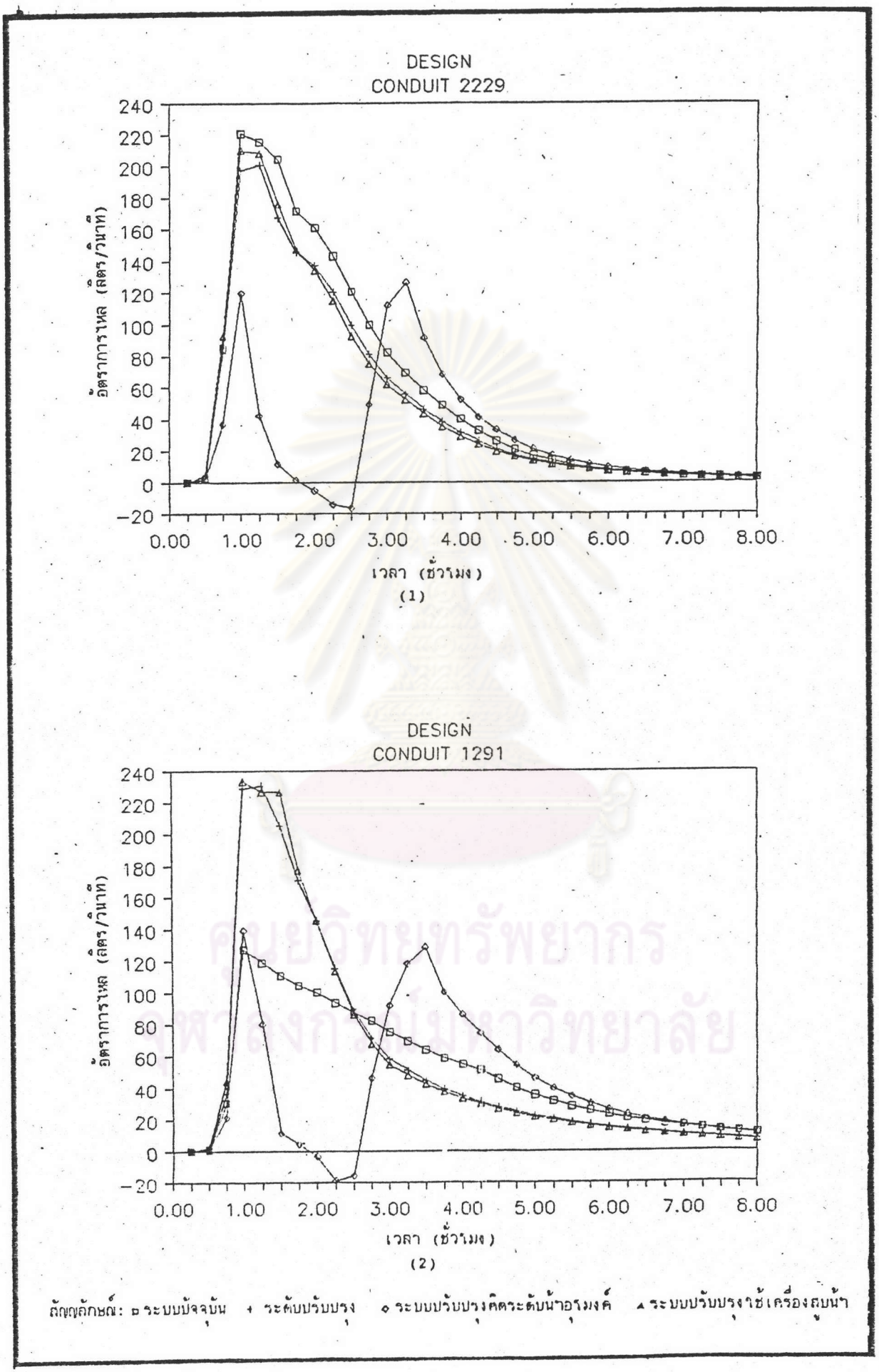
จากกรณีทั้ง 4 กรณี นำมาประเมินด้วยฝนออกแบบที่คาบการกลับ 5 ปี ได้ผลดังในตารางที่ 5-5 และแสดงเป็นกราฟระดับน้ำที่โนดต่าง ๆ ดังรูปที่ 5-16 และกราฟค่าอัตราการไหล ดังรูปที่ 5-17 คือในกรณีที่ (5) เป็นกรณีประเมินระบบเดิม กรณีที่ (6) เป็นการประเมินระบบที่ปรับปรุงแล้วโดยคิดลักษณะการไหลแบบไหลตกอิสระ กรณีที่ (7) ประเมินระบบปรับปรุงโดยคิดผลกระทบของระดับน้ำในอุโมงค์ฯ ในกรณีที่ (8) เป็นกรณีประเมินระบบปรับปรุงที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เมื่อคำนวณความลึกน้ำท่วมในพื้นที่ของการประเมินในกรณีที่ (8) ดังตารางที่ 5-8 ผลในตารางที่ 5-8 จะเห็นว่าในกรณีปรับปรุงโดยใช้ฝนที่คาบการกลับ 2 ปี จะลดปัญหาน้ำท่วมได้ทั้งหมด และเมื่อใช้ฝนที่คาบการกลับ 5 ปี ในการประเมินระบบระบายน้ำที่ปรับปรุง จะเห็นว่าความลึกของการท่วมมีค่าต่อนข้างน้อยคือมีความลึกสูงสุด 2 เซนติเมตร เกิดขึ้นที่โนด 455 และเวลาท่วมยาวนานขึ้น แต่ผลดังกล่าวไม่ทำให้เกิดความเสียหายและการสัญจรมากนัก อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

ถึงแม้ว่าระบบระบายน้ำที่ได้เสนอไว้นี้สามารถระบายน้ำฝนที่ตกลงมาจากฝนออกแบบที่คาบการกลับ 2 ปี และ 5 ปีได้ ขณะเดียวกันก็ควรมีมาตรการป้องกันเสริมชั่วคราว ที่สามารถจะใช้ได้ในยามวิกฤติ เช่น เมื่อมีปริมาณฝนตกมาเกินระดับที่ออกแบบไว้มาก และหรือเครื่องสูบน้ำของ กทม. เสียหายใช้การไม่ได้เป็นเวลานาน มาตรการป้องกันชั่วคราวที่จะเสนอไว้ คือ จะเป็นการสร้างอาคารประตูระบายน้ำ บริเวณท่อออกเชื่อมกับระบบระบายน้ำ กทม. เพื่อให้สามารถปิดไม่ให้น้ำจากภายนอกพื้นที่เข้ามาได้

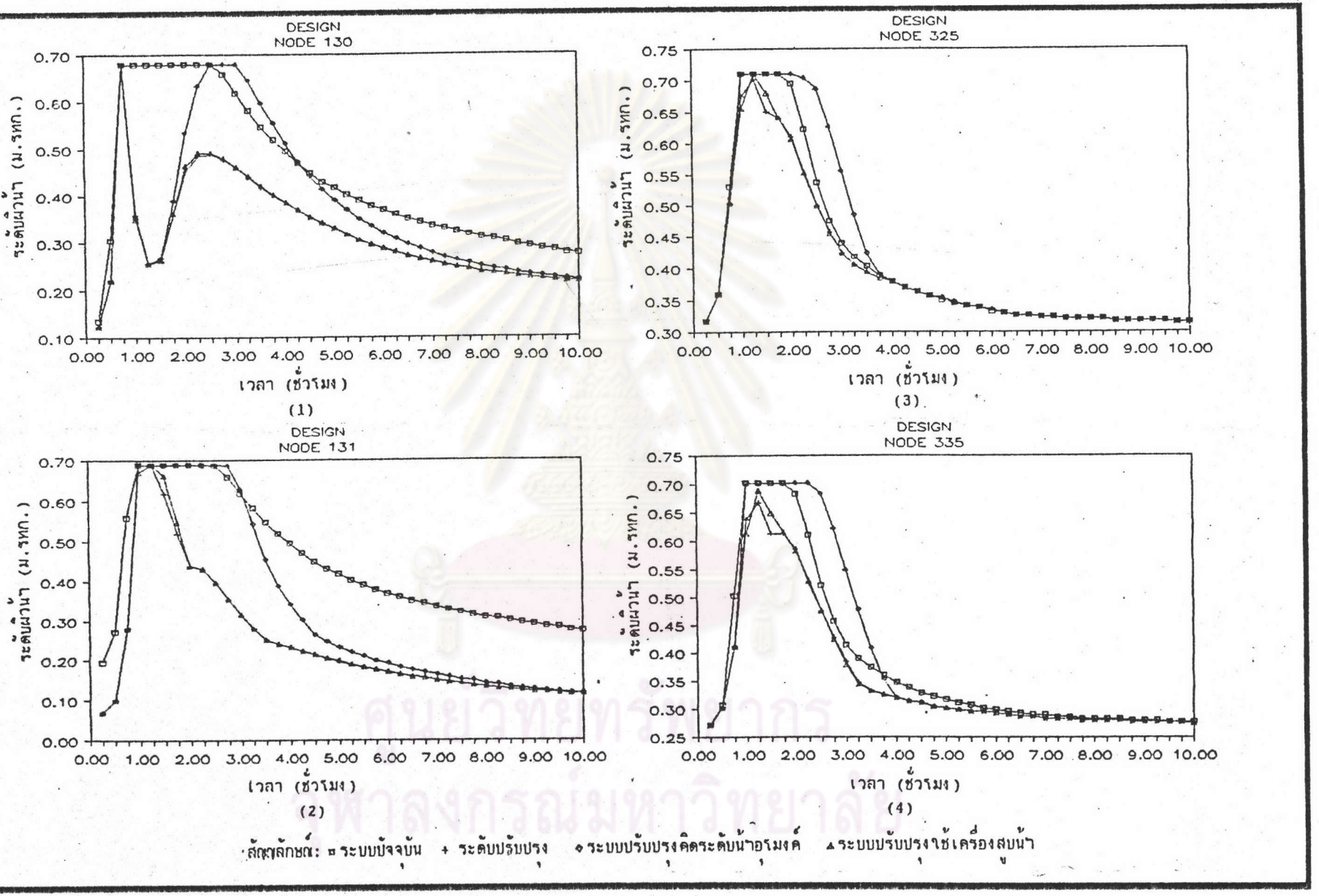
อย่างไรก็ตาม ภายในเขตพื้นที่ศึกษายังมีบางพื้นที่ที่มีระดับพื้นดินต่ำ เช่น หอประชุมกลาง ห้องใต้ดิน ของคณะอักษรศาสตร์ ควรจะมีมาตรการป้องกันน้ำท่วมแบบถาวร โดยการทำคันถาวรล้อม หรือยกพื้น โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณหอประชุมกลาง ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญ ดังนั้น จึงต้องทำการแก้ไขป้องกันน้ำท่วมอย่างเร่งด่วน เนื่องจาก พื้นที่หอประชุมกลางระดับพื้นล่างของหอประชุมอยู่ต่ำและท่อระบายน้ำรอบอาคารก็อยู่ต่ำกว่าท่อระบายหลัก จึงเสนอให้สร้างคันกั้นน้ำคอนกรีตสูงไม่น้อย



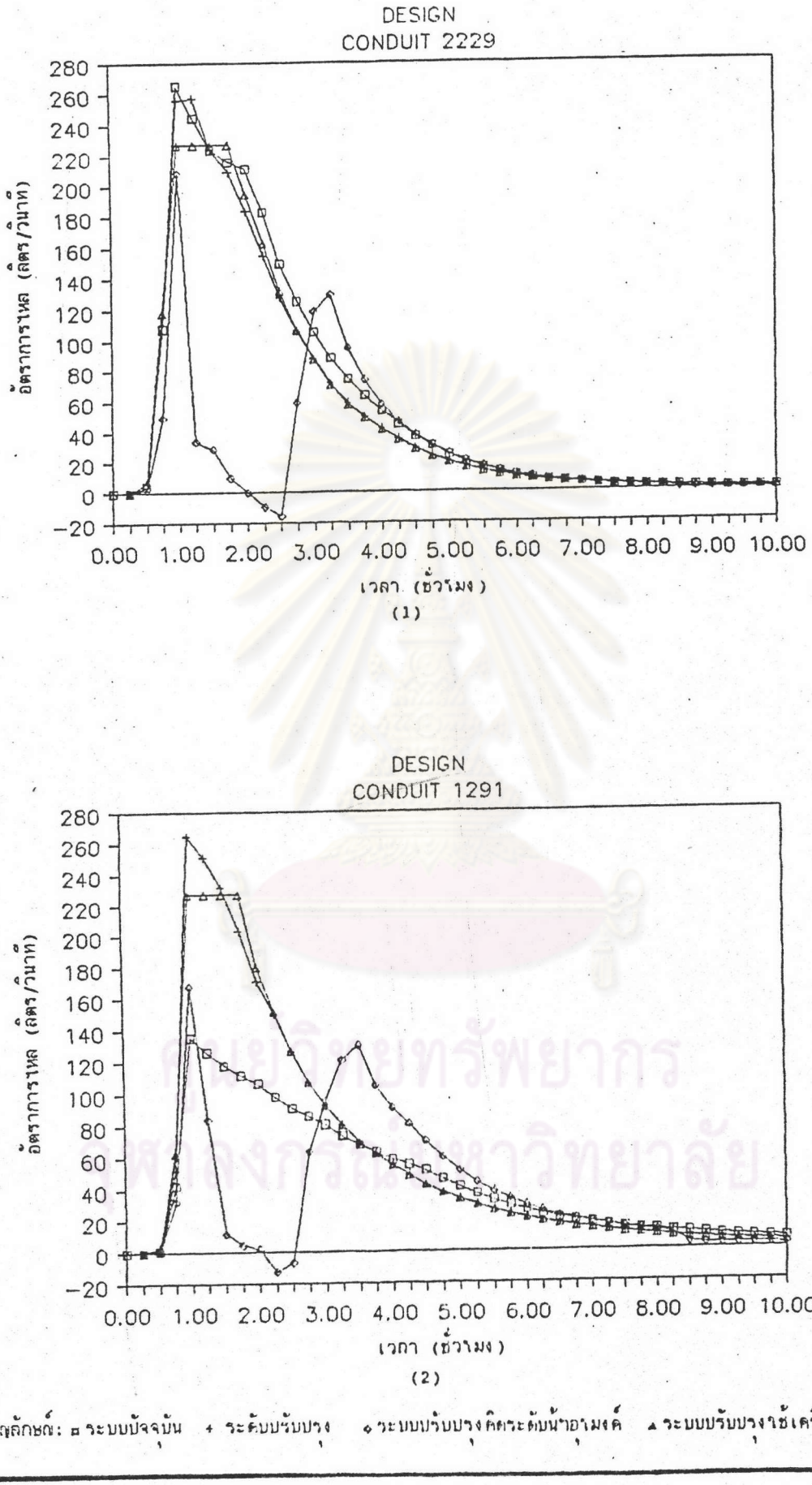
รูปที่ 5-14 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่โนด จากการปรับปรุงระบบระบายน้ำกับ
ระบบระบายน้ำปัจจุบัน ที่คาบการกลับของฝน 2 ปี



รูปที่ 5-15 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่จุดไหลออก จากการปรับปรุงระบบระบายน้ำปัจจุบัน ที่คาบการเกิดซ้ำของฝน 2 ปี



รูปที่ 5-16 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่โนด จากการปรับปรุงระบบระบายน้ำ
กับระบบระบายน้ำปัจจุบัน ที่คาบการกลับของฝน 5 ปี



รูปที่ 5-17 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลที่ขุดไหลออก จากการปรับปรุงระบบระบายน้ำในปัจจุบัน ที่คาบการกลับของฝน 5 ปี

ตารางที่ 5-8 ผลเปรียบเทียบความลึกและเวลาน้ำท่วมจากระบบเดิมและระบบปรับปรุง

หมายเลขโนด	ค่าน้ำท่วมและเวลาท่วม					
	คาบการกลับ 2 ปี				คาบการกลับ 5 ปี	
	ระบบเดิม		ระบบปรับปรุงและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ		ระบบปรับปรุงและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ	
	ความลึก (ซม.)	เวลา (นาที)	ความลึก (ซม.)	เวลา (นาที)	ความลึก (ซม.)	เวลา (นาที)
325	2.6	30	-	-	0.2	15
335	7.7	30	-	-	-	-
445	4.0	15	-	-	0.3	30
455	4.2	22	-	-	2.0	30
101	3.4	7	-	-	1.7	30
130	10.9	97	-	-	-	-
131	17.7	83	-	-	0.4	15
140	16.7	75	-	-	1.0	30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กว่า +1.0 ม.รทก. (หรือประมาณ 0.30 ม. จากพื้น และสามารถจะเสริมให้สูงขึ้นได้ถึง 1.50 ม.รทก. ด้วยถุงทรายในยามวิกฤติ ขณะเดียวกันก็ทำการเปลี่ยนทิศทางระบายของน้ำรอบอาคารเสียใหม่ โดยสร้างท่อระบายน้ำขนาด 0.40 เมตร เพื่อระบายน้ำจากหอประชุมกลางไปลงสระโดยตรงทั้งทิศเหนือ และทิศใต้ และในการเตรียมการก่อนภาวะมีฝนให้ทำการสูบน้ำออกสระเพื่อใช้รองรับปริมาณน้ำที่จะระบายลง โดยทำประตูระบายน้ำปิดไว้กันไม่ให้น้ำจากภายนอกไหลลงสระ และในกรณีที่เกิดสภาวะฝนตกหนักและตกนาน ก็ควรจะติดตั้งปั๊มเพื่อสูบน้ำออกจากพื้นที่โดยตรง โดยการสร้างบ่อสูบ และทำประตูระบายน้ำปิดไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย