บทที่ 5

การปรับปรุงและออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม

ระบบระบายน้ำที่ได้ จะออกแบบเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมในสภาพปัจจุบัน พร้อมทั้งรองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตด้วย โดยการศึกษาจะได้กำหนดรูปแบบในการออกแบบระบบระบายน้ำ ออกเป็น 2 รูปแบบหลักคือ การควบคุมอัตราการไหลในพื้นที่ต้นน้ำ และออกแบบระบบระบายน้ำให้เพียงพอ โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาจากพื้นที่ที่มีอัตราการไหลของน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำสูงสุด และส่งผลกระทบต่อพื้นที่ด้านท้ายน้ำ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง รูปแบบ และผลในการปรับปรุงออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสม

5.1 แนวทางการออกแบบระบบระบายน้ำ

ในการศึกษาปัญหาน้ำท่วมและระบายน้ำนั้นจะทำการศึกษา การระบายน้ำในสภาพปัจจุบันก่อน และทำการประเมินความสามารถในการระบายน้ำ และพื้นที่รับน้ำที่ไม่มีระบบระบายน้ำในสภาพปัจจุบัน ดังได้กล่าวในบทที่ 4

การพิจารณาวิธีการป้องกันน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำกะรน จะพิจารณาสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันและอนาคตประกอบกัน โดยจะพยายามปรับปรุงระบบปัจจุบันให้ใช้ได้มากที่สุด ขณะเดียวกัน ระบบป้องกันที่จะใช้ก็ต้องสามารถแก้ปัญหาสำหรับสภาพการใช้ที่ดินในอนาคตได้ด้วยแนวทางในการพิจารณาการป้องกันปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ทั่วไป ได้แยกประเด็นไว้ตามเขตพื้นที่ดังแสดงในตาราง 5-1

เนื่องจากสภาพพื้นที่ในแต่ละพื้นที่รับน้ำมีปัญหาในการป้องกันน้ำท่วมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาได้กำหนดรูปแบบ การออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม จึงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่เป็นหลัก ดังแสดงในตาราง 5-2

ตาราง 5-1 แนวทางป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ทั่วไป

พื้นที่ศึกษา	มาตราการใช้การก่อสร้าง	มาตราการไม่ใช้การก่อสร้าง
เขตพื้นที่ต้นน้ำ	1.สร้างเขื่อน หรือฝาย เพื่อลดอัตราการไหลของน้ำสูงสุด และลดขนาดรางระบายด้านท้ายน้ำ 2.เพิ่มท่อลอดให้มีขนาดและจำนวนให้เพียงพอ 3.เปลี่ยนทิศทางแนวล่องน้ำ	1.กำหนดเป็นพื้นที่ป่าสงวน เพื่อป้องกันการบุกรุก และเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ 2.กำหนดวิธีการและเขตพื้นที่ตัดหน้าดินเพื่อป้องกันการอุดตันที่ท่อลอด
เขตพื้นที่ราบเชิงเขา	1.ปรับปรุงระบบระบายน้ำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น 2.ก่อสร้างระบบระบายน้ำในพื้นที่มีการพัฒนาใหม่ 3.เพิ่มพื้นที่กักเก็บน้ำและใช้ระบบเครื่องสูบน้ำ	1.กำหนดแนว ขนาดล่องน้ำและการขุดลอก 2.กำหนดวิธีการบำรุงรักษาและออกกฎหมายคุ้มครอง 3.ประชาสัมพันธ์และส่งเสริมให้ประชาชนช่วยกันดูแล
เขตชายฝั่งทะเล	1.เพิ่มจำนวนและขนาดทางออกทะเลให้เพียงพอ	1.กำหนดจุดทางออกเพื่อการระบายน้ำฝนหรือน้ำเสีย และการขุดลอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-2 รูปแบบการออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำสำหรับการใช้ที่ดินในอนาคต

รูปแบบ	พื้นที่ต้นน้ำ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ระบายออกทะเล
1	-สร้างเขื่อน หรือฝาย โดยควบคุมอัตราการไหลสูงสุด เท่ากับ 2.85,5.71และ8.57 ลบ.ม./ว. ตามลำดับ -เพิ่มท่อลอดถนน	-วางระบบท่อ คสล. และบ่อดักตะกอนให้เพียงพอ	-เพิ่มจุดทางออกทะเล
2	-ควบคุมพื้นที่ต้นน้ำ -เพิ่มท่อลอดถนน	-วางระบบท่อ คสล. และบ่อตกตะกอนให้เพียงพอ	-เพิ่มจุดทางออกทะเล
3	-ควบคุมพื้นที่ต้นน้ำ -เพิ่มท่อลอดถนน	-วางรางระบายน้ำคอนกรีตให้เพียงพอ	-เพิ่มจุดทางออกทะเล
4	-ควบคุมพื้นที่ต้นน้ำ -เพิ่มท่อลอดถนน	-สระพักน้ำ -วางระบบท่อ คสล. และบ่อตกตะกอน	-เพิ่มจุดทางออกทะเล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการประเมินระบบระบายน้ำในสภาพปัจจุบัน ในพื้นที่ 4 โซน คือ พื้นที่ตอนเหนือ พื้นที่ตอนกลาง1 พื้นที่ตอนกลาง2 และพื้นที่ตอนใต้ นั้น จะเห็นได้ว่า

พื้นที่ตอนเหนือ น้ำที่มาจากพื้นที่ต้นน้ำ ไม่มีผลต่อระบบระบายน้ำด้านท้าย เพราะจะไหลลงสู่สระพักน้ำโดยตรง ซึ่งสระพักน้ำดังกล่าวสามารถรับน้ำได้เพียงพอต่อการใช้ที่ดินในอนาคต และฝนออกแบบ

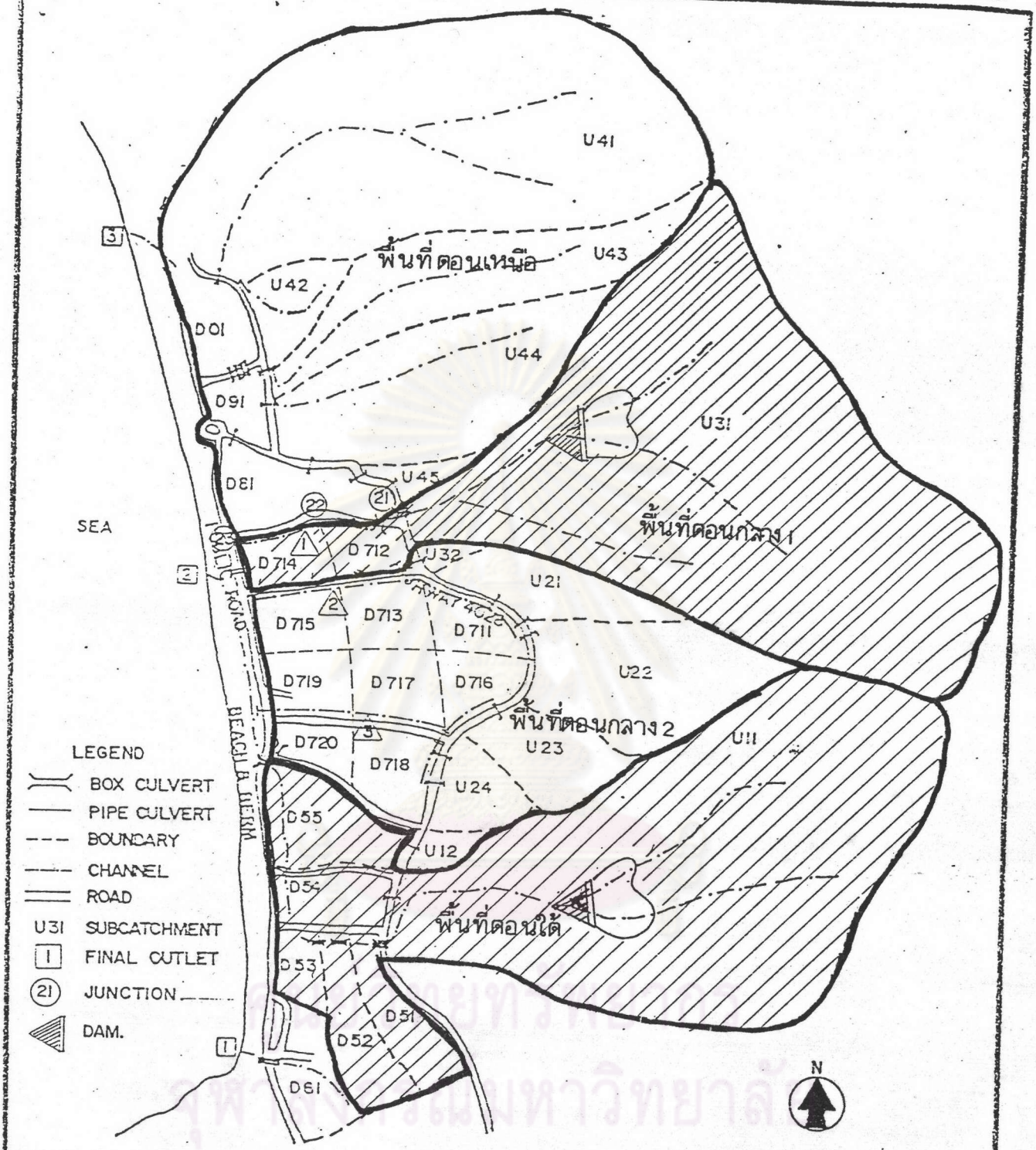
พื้นที่ตอนกลาง1 พื้นที่ต้นน้ำมีขนาดพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ แต่พื้นที่ด้านท้ายน้ำ ไม่มีระบบระบายน้ำ ดังนั้นการศึกษาจึงเลือกรูปแบบทั้ง 4 เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม

พื้นที่ตอนกลาง2 พื้นที่ต้นน้ำมีขนาดเล็ก และพื้นที่ด้านท้ายน้ำไม่มีระบบระบายน้ำ ดังนั้น การศึกษาจึงเลือกรูปแบบ 2 และ 3 เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม

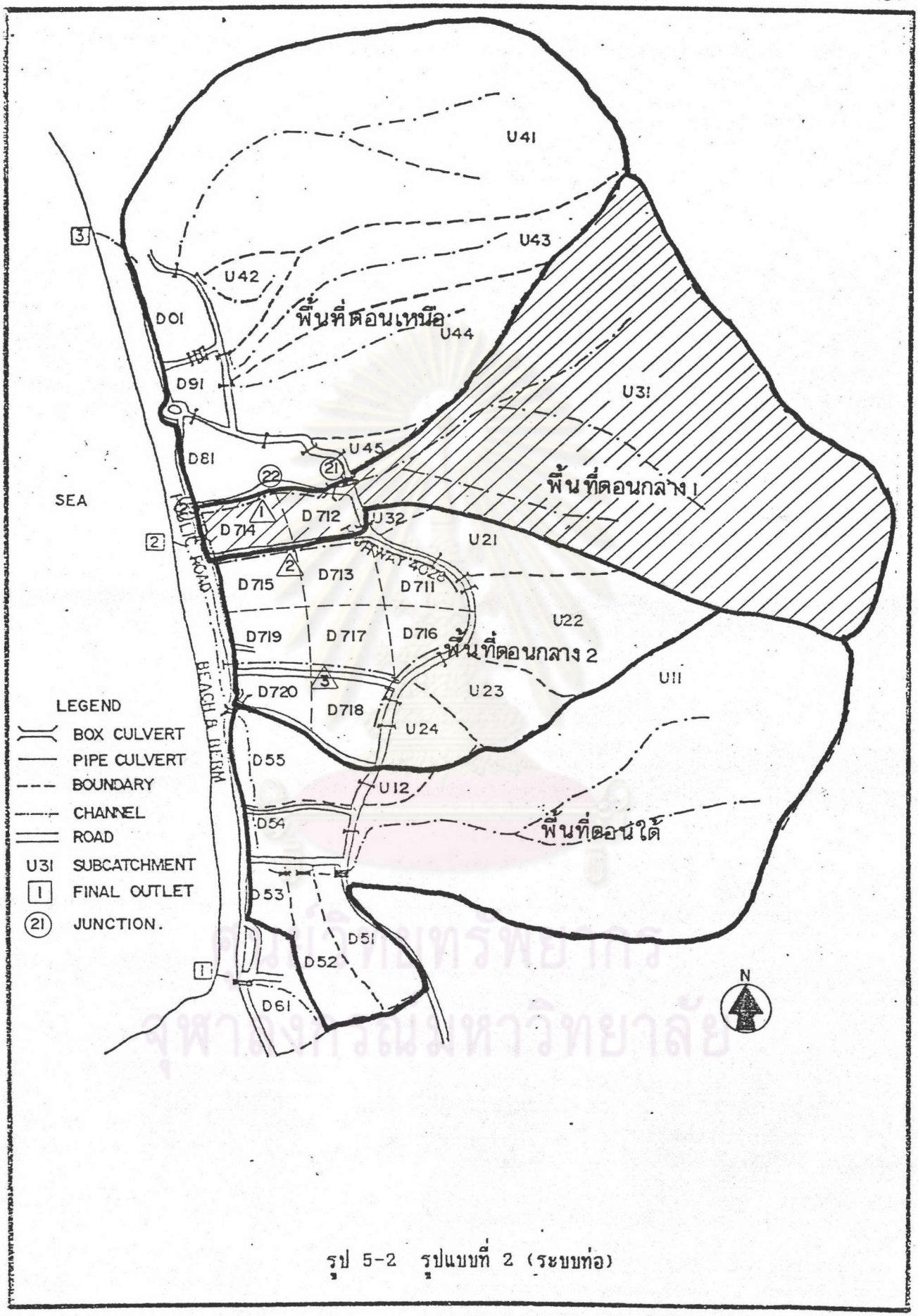
พื้นที่ตอนใต้ พื้นที่ต้นน้ำมีขนาดพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งพื้นที่ด้านท้ายน้ำมีระบบระบายน้ำเป็นแบบเปิดอยู่แล้ว การศึกษาจะเลือกรูปแบบ 1 และ 3 เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม โดยรูปแบบที่ 3 จะเพิ่มการศึกษากรณี รางระบายตาดทั้งหมด หรือตาดเพียงบางส่วน

การวางแผนระบบระบายน้ำ จะพยายามออกแบบให้ได้ประโยชน์จากการใช้ที่ดินที่มีอยู่ และหารูปแบบให้อยู่ในขอบเขตจำกัด อันเนื่องมาจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการระบายน้ำ เช่น การตกของฝน สภาพภูมิประเทศ และระดับน้ำทะเล เป็นต้น รูปแบบการออกแบบระบบระบายน้ำทั้ง 4 ดังแสดงในรูป 5-1 ถึง 5-4

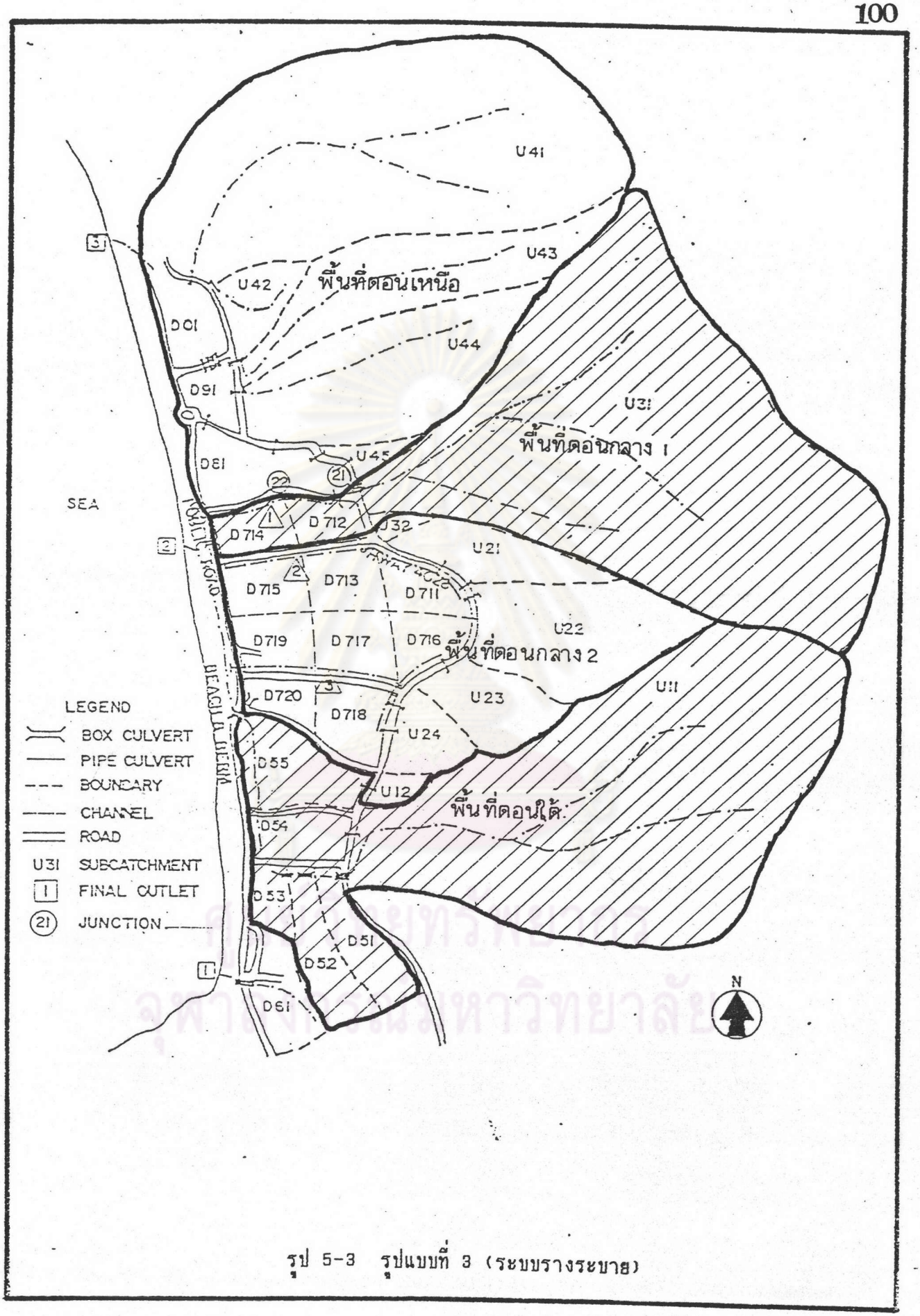
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



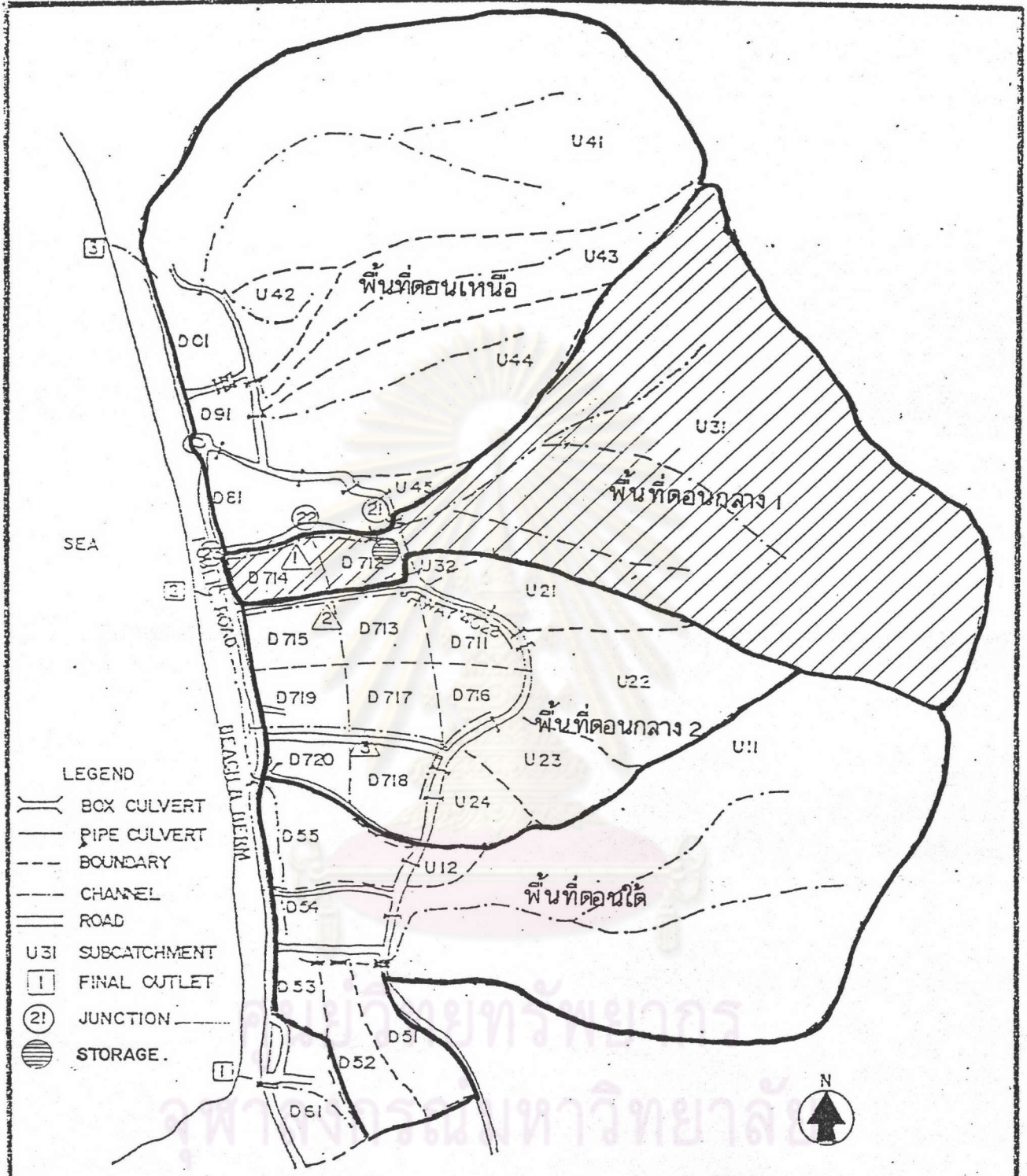
รูป 5-1 รูปแบบที่ 1 (การสร้างเขื่อน)



รูป 5-2 รูปแบบที่ 2 (ระบบท่อ)



รูป 5-3 รูปแบบที่ 3 (ระบบรางระบาย)



รูป 5-4 รูปแบบที่ 4 (สระพักน้ำ)

5.2 เกณฑ์การศึกษาเพื่อปรับปรุงและออกแบบระบบระบายน้ำ

ในการวางแผนระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม ในเขตลุ่มน้ำกะรนได้กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาไว้ดังนี้

5.2.1 สภาพภูมิประเทศ จะได้ใช้แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:4000 ของกรมแผนที่ทหาร สำหรับการศึกษาในอดีต และจะได้ใช้แผนที่แสดงภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:4000 ของสำนักผังเมือง และ 1:5000 ของกรมแผนที่ทหาร สำหรับการศึกษาในสภาพปัจจุบัน

5.2.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้ในการออกแบบฝนจะนำข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศสนามบินภูเก็ตซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะภูเก็ตเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษา โดยเลือกใช้ฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี เป็นเกณฑ์การออกแบบ

5.2.3 ข้อมูลอุทกวิทยา เพื่อใช้ในการพิจารณาผลจากการหนุนของระดับน้ำทะเลจะใช้สถานีวัดที่เกาะตะเภาน้อย จ.ภูเก็ต และใช้ระดับน้ำทะเลสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน คาบการกลับ 10 ปี ของเดือนสูงสุด

5.2.4 โปรแกรมประยุกต์ จะเลือกใช้โปรแกรม SWMM (STORM WATER MANAGEMENT MODEL) ในการช่วยออกแบบ เพราะเป็นโปรแกรมที่เหมาะสำหรับพื้นที่ในเมือง (URBAN AREA)

5.2.5 แผนการใช้ที่ดินในอนาคต จะได้ยึดแนวการศึกษาของโครงการศึกษาการใช้ที่ดินจังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงจัดสรรทรัพยากรสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล จังหวัด ภูเก็ต โดย คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

5.2.6 งานวางท่อและรางระบายน้ำ การวางท่อและรางระบายน้ำ จะพยายามให้น้ำระบายออกจากพื้นที่ได้เร็วที่สุด และไม่ให้เกิดการท่วมพื้นที่

- แนวท่อและรางระบายน้ำ

เนื่องจากที่ดิน พื้นที่ลุ่มน้ำกะรน นอกจากจะมีราคาแพงแล้ว ยังหาซื้อลำบาก ระบบระบายน้ำหลักจึง พยายามตัดให้สั้นที่สุด และเป็นแนวตรง วางขนานกับแนวถนนที่จะก่อสร้างใหม่ เพื่อที่จะรับน้ำจากพื้นที่ภูเขา และน้ำในพื้นที่ โดยให้ไหลผ่านช่องลอดถนนสาธารณะเลียบชายหาดออกสู่ทะเล

- ระดับพื้นท่อและรางระบายน้ำ

ระดับพื้นท่อและรางระบายน้ำ เป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งที่เกิดจากสภาพภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำกะรน เมื่อพิจารณาจากอดีต จะเห็นว่า น้ำที่ไหลจากพื้นที่ต้นน้ำผ่าน ท่อลอดถนนหลวง 4028 ส่วนใหญ่จะไม่มีแนวทางเดิมของล่องน้ำที่แน่นอน โดยน้ำจะไหลนองตามผิวดินของพื้นที่ราบท้องนา ต่อเมื่อพื้นที่มีการพัฒนาทำให้ต้องถมที่ให้สูงเพื่อป้องกันการท่วมของน้ำ การออกแบบระดับพื้นท่อและรางระบายน้ำ จึงต้องวางตามค่าความลาดชันของผิวดิน และเนื่องจาก ด้านท้ายน้ำถูกกำหนดด้วยระดับน้ำทะเล การออกแบบจึงได้กำหนดระดับพื้นช่องลอดถนนก่อนออกสู่ทะเลไม่ต่ำกว่า 1.07 เมตร จากระดับน้ำทะเล ซึ่งเป็นค่าน้ำขึ้นเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน และพฤศจิกายน ที่มีระดับน้ำทะเลเฉลี่ยสูงสุด สูงกว่าเดือนอื่นๆ โดยมีคาบการกลับ 10 ปีโดยถือว่าการไหลด้านท้ายน้ำเป็นการไหลตกอย่างอิสระ(FREE OVERFLOW) และความลาดชันของท่อต้องสอดคล้องกับการเกิดพฤติกรรมการไหลทางด้านชลศาสตร์ด้วย โดยความเร็วการไหลควรมีค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 4.6 - 6.0 เมตร/วินาที และระดับกลางถนนที่ตัดผ่านท่อลอดและช่องลอด ควรมีระดับกลางถนนสูงจากขอบรางไม่น้อยกว่า 50 ซม. เพื่อป้องกันการท่วมผ่านถนน

- ขนาดและชนิดของท่อและรางระบายน้ำ

ในการกำหนดขนาดท่อระบายน้ำหลัก จะเลือกใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่เหมาะสม โดยจะเป็นท่อ คสล. ตามมาตราฐานของกรมทางหลวง สำหรับขนาดรางระบายน้ำ จะพิจารณาให้สามารถรับอัตราการไหลสูงสุด ของน้ำที่หลากมาจากพื้นที่ลงสู่รางระบายน้ำ ในการออกแบบ ได้เลือกหน้าตัดเป็น สี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากจะลดขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินลงโดยที่มีหน้าตัดการระบายเท่ากัน และรางระบายจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างในสนาม เพื่อป้องกันการกัดเซาะและการพังทลาย จากแรงดันด้านข้างกำแพง

อาคารท่อลอดและช่องลอดถนน จะพิจารณาให้มีความสามารถระบายน้ำไม่น้อยกว่าความสามารถของรางระบายน้ำที่จะรับได้ ในการออกแบบจะเพิ่มจุดทางออก บริเวณถนนเลียบชายหาดสาธารณะอีก 2 จุด ก่อนออกสู่ทะเลที่จุดทางออกบริเวณ กลางหาด

- โครงข่ายระบบระบายน้ำ

โครงข่ายระบบระบายน้ำจะกำหนดท่อ คสล.ขนาดใหญ่ หรือ รางระบายน้ำเปิด เป็นทางสายหลัก และมีท่อระบายน้ำ คสล.ขนาดเล็กซึ่งมาจากพื้นที่รับน้ำย่อยเป็นทางสายรอง ซึ่งระบบระบายน้ำจะมีลักษณะ คล้ายก้างปลา โดยให้น้ำไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

-ระดับดินถมสำหรับพื้นที่ก่อสร้าง

ระดับดินถมสำหรับพื้นที่ก่อสร้างควรมีระดับสูงสุด ไม่เกินระดับกลางถนนหลวง และระดับถนนสาธารณะ เพราะจะทำให้น้ำท่วมกลางถนน

5.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบต่างๆ ในแต่ละพื้นที่

การตรวจสอบทางด้านวิศวกรรม จะพิจารณาการลดอัตราการหลากของน้ำ สภาพการรับน้ำของพื้นที่ คุณสมบัติของระบบระบายน้ำ แนวทางการดำเนินการ และค่าใช้จ่าย เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม

5.3.1 การสร้างเขื่อน หรือฝาย และการปลูกป่าในพื้นที่ต้นน้ำ

จากผลการศึกษาความสามารถในการระบายน้ำบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ กรณีมีการสร้างเขื่อนหรือฝาย และ การปลูกป่า ดังแสดงในตาราง 5-3 พบว่า

1. อัตราการไหลของน้ำสูงมาก บริเวณพื้นที่โซน U11 , U31 , U41 โดยที่พื้นที่โซน U11 , U31 จะส่งผลต่อการระบายน้ำด้านท้ายน้ำ ส่วนพื้นที่โซน U41 จะระบายน้ำออกสู่สระกักเก็บน้ำบริเวณ หนองหาน ซึ่งบริเวณดังกล่าวสามารถกักเก็บน้ำได้ดังได้กล่าวมาแล้ว ในบทที่4

2. เนื่องจากพื้นที่โซน U11 ,U31 มีขนาดใหญ่พอที่จะสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ เพื่อป้องกันอุทกภัย จึงกำหนดปริมาตรการกักเก็บใช้การ เพื่อควบคุมอัตราการไหลให้ลดลง 75, 50 และ 25% ตามลำดับ

3. การควบคุมการใช้ที่ดินในพื้นที่ จะถูกกำหนดโดยค่า CN โดยที่ค่า CN = 50 จะเป็นค่าที่ได้จากการปรับเทียบ ซึ่งถ้าค่า CN มีค่ามากกว่า 50 จะถือว่าสภาพป่าสงวนที่ถูกทำลาย ในทางกลับกัน ถ้าค่า CN มีค่าน้อยกว่า 50 จะถือว่าสภาพป่าสงวนสมบูรณ์กว่าปัจจุบัน

ตาราง 5-3 การศึกษาความสามารถในการระบายน้ำ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำลุ่มน้ำกะรน จังหวัดภูเก็ต โดยวิธี SCS

INPUT ฝนออกแบบ	พื้นที่ด้านบน			อัตราการไหลสูงสุด ($ม^3$/ว.)ในแต่ละแนวทางเลือก					
	โซน	ขนาด $กม^2$	ความลาดชัน %	การปลูกป่า			ปริมาณน้ำกักเก็บใช้การ ($ม^3$)		
				CN=45	CN=50	CN=55	17300	12700	8800
คาบการกลับ	U11& U12	1.287	15.2	6.34	10.27	14.33	2.85	5.71	8.57
5 ปี	U21	0.143	15.1	0.77	1.23	1.70	-	-	-
ช่วงการตก	U22	0.353	17.2	1.90	3.00	4.19	-	-	-
24 ชั่วโมง	U23	0.130	20.5	0.69	1.11	1.54	-	-	-
	U24	0.088	13.5	0.45	0.70	0.94	-	-	-
	U31& U32	1.687	14.3	8.36	12.10	16.91	2.85	5.71	8.57
	U41	1.348	20.0	6.76	10.95	15.28	-	-	-
	U42	0.102	14.1	0.55	0.87	1.21	-	-	-
	U43	0.380	17.5	1.90	3.09	4.31	-	-	-
	U44	0.345	11.1	2.02	3.28	4.58	-	-	-
	U45	0.020	1.3	0.10	0.16	0.21	-	-	-

5.3.2 การระบายน้ำสูงสุดในพื้นที่ราบเชิงเขา

พื้นที่ราบเชิงเขา ต้องสามารถระบายน้ำที่มาจากพื้นที่ต้นน้ำ และพื้นที่ราบได้ ซึ่งสำหรับพื้นที่ราบเชิงเขา กรณีการใช้ที่ดินอนาคต ค่าอัตราการหลากสูงสุดดังแสดงในตาราง 5-4

5.3.3 การศึกษาในพื้นที่ตอนกลาง 1

จากแผนการใช้ที่ดินในอนาคต พื้นที่ราบเชิงเขาตอนกลาง เป็นพื้นที่ท้องนาที่จะเปลี่ยนเป็นพื้นที่ในเมือง ซึ่งต้องมีการวางแผนรองรับการระบายน้ำในอนาคต ผลการศึกษาระบบระบายน้ำตามแนวทางเลือกต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5-5 และรูป 5-5 และ 5-6 พบว่าการควบคุมอัตราการไหลโดยการสร้างเขื่อน และการควบคุมการใช้ที่ดิน สามารถลดขนาดการใช้พื้นที่ด้านท้ายน้ำเพื่อสร้างระบบระบายน้ำลงได้ และกรณีไม่มีเขื่อน และคงสภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ต้นน้ำ จะต้องวางท่อ คสล.ขนาด ϕ 2.0 เมตร แต่กรณีที่สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ต้นน้ำถูกทำลายการวางระบบท่อจะไม่สามารถดำเนินการได้ ต้องเลือกใช้ระบบระบายน้ำเปิดแทน การสร้างสระพักน้ำบริเวณด้านท้ายน้ำสามารถลดขนาดระบบระบายน้ำลงได้

จากรูปแบบที่ได้กำหนดทั้ง 4 พบว่ารูปแบบที่ 1 ไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างจริงได้เนื่องจาก การกักเก็บน้ำขนาดดังกล่าวต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างสันเขื่อนหรือฝายยาวมาก และรูปแบบที่ 4 จะต้องใช้พื้นที่กักเก็บน้ำมากซึ่งราคาค่าที่ดินมีค่าสูงมาก จากตาราง 5-6 พบว่ารูปแบบที่ 2 จะมีความเหมาะสม และความเป็นไปได้มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ระบบระบายน้ำตามรูปแบบที่ 2 แสดงในตาราง 5-7 ,5-8 และรูปการเปรียบเทียบระดับน้ำที่จุดทางออก ดังแสดงในรูป 5-7

5.3.3.2 การศึกษาในพื้นที่ตอนกลาง 2

จากแผนการใช้ที่ดินในอนาคต พื้นที่ราบเชิงเขาตอนกลาง เป็นพื้นที่ท้องนาที่จะเปลี่ยนเป็นพื้นที่ในเมือง ซึ่งต้องมีการวางแผนรองรับการระบายน้ำในอนาคต ผลการศึกษาระบบระบายน้ำตามรูปแบบต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5-9 พบว่าการระบายน้ำโดยใช้ระบบท่อขนาด ϕ 1.5 เมตร ตามรูปแบบที่ 2 สามารถรับน้ำได้ ซึ่งเหมาะสมกว่ารูปแบบที่ 3

ผลการวิเคราะห์ระบบระบายน้ำตามรูปแบบที่ 2 แสดงในตาราง 5-10 ถึง 5-13

ตาราง 5-4 ความสามารถในการระบายน้ำ บริเวณพื้นที่ราบเชิงเขาชายฝั่งทะเล ลุ่มน้ำกะรน จังหวัดภูเก็ต โดยโมเดล SWMM (ในส่วน RUNOFF BLOCK)

INPUT		พื้นที่ด้านล่าง			อัตราการไหลสูงสุดจากพื้นที่ ($ม^3/ว.$)
ฝนออกแบบ	น้ำจากต้นน้ำ	โซน	ขนาด $กม^2$	ความลาดชัน %	
คาบการกลับ	U11&U12	D51	0.789	2.4	0.80
5 ปี	D51	D52	0.088	2.1	0.80
ช่วงการตก	D52	D53	0.050	1.2	1.25
24 ชั่วโมง	D53	D54	0.066	1.2	1.62
	D54	D55	0.118	1.2	2.58
	ไม่มี	D61	0.079	1.5	0.50
	U21&U22	D711	0.054	1.2	1.71
	U31&U32	D712	0.041	1.2	1.28
	D711	D713	0.059	1.2	1.82
	D712	D714	0.047	1.2	1.00
	D713	D715	0.099	1.2	2.77
	U23&U24	D716	0.072	1.2	2.43
	D716	D717	0.082	1.2	2.56
	D716	D718	0.057	1.2	1.78
	D717&D718	D719	0.083	1.2	2.57
	D717&D718	D720	0.057	1.2	1.60
	U45	D81	0.104	1.2	2.81
	U43&U44	D91	0.079	1.2	2.22
	U41&U42	D01	0.099	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-5 ระบบระบายน้ำ บริเวณพื้นที่ราบเชิงเขาชายฝั่งทะเล ลุ่มน้ำกะรน จังหวัดภูเก็ต
โดยโมเดล SWMM (ในส่วน EXTRAN BLOCK) กรณีพื้นที่ตอนกลาง 1 (พื้นที่ที่ไม่มีระบบระบายน้ำมาก่อน)

รูปแบบ	พื้นที่ต้นน้ำ		พื้นที่ราบเชิงเขา								
	อัตราการไหลสูงสุด cms	การกักเก็บน้ำใช้การ ($ม^3$)	การกักเก็บน้ำใช้การ ($ม^3$)	ท่อระบายน้ำ				รางระบายน้ำ			
				n เฉลี่ย	ขนาด (ม)	A_e/A_t	v สูงสุด ม/ว.	n เฉลี่ย	ขนาด (ม)	A_e/A_t	v สูงสุด ม/ว.
1.ควบคุมอัตราการไหลโดยการสร้างเขื่อนในพื้นที่ U31	2.85	17300	-	0.013	1.0	0.08	4.0	-	-	-	-
	5.71	12700	-	0.013	1.2	0.10	4.5	-	-	-	-
	8.57	8800	-	0.013	1.5	0.12	5.0	-	-	-	-
2-3.ควบคุมอัตราการไหลโดยการควบคุมการใช้ที่ดิน	8.36	-	-	0.013	2.0	0.16	4.0	0.013	1.8 x 2.0	0.14	4.0
	12.10	-	-	0.013	2.0	0.16	5.0	0.013	2.0 x 2.0	0.16	5.0
	16.91	-	-	-	>2.0	-	-	0.013	3.5 x 2.0	0.17	4.0
4.ควบคุมอัตราการไหลโดยการควบคุมการใช้ที่ดิน และเพิ่มพื้นที่กักเก็บบริเวณพื้นที่ราบเชิงเขา	8.36	-	29000	0.013	1.0	0.08	5.0	-	-	-	-
	8.36	-	16000	0.013	1.2	0.10	4.0	-	-	-	-
	8.36	-	1000	0.013	1.5	0.12	4.5	-	-	-	-
	12.10	-	44000	0.013	1.0	0.08	3.5	-	-	-	-
	12.10	-	30000	0.013	1.2	0.10	4.0	-	-	-	-
	12.10	-	12000	0.013	1.5	0.12	5.0	-	-	-	-
	16.91	-	92000	0.013	1.0	0.08	3.5	-	-	-	-
	16.91	-	68000	0.013	1.2	0.10	4.0	-	-	-	-
	16.91	-	38000	0.013	1.5	0.12	5.0	-	-	-	-

Ae = พื้นที่ระบบระบายน้ำด้านท้าย
At = พื้นที่ด้านท้ายน้ำ
ความลาดชันเฉลี่ย = .008

ตาราง 5-6 การเปรียบเทียบระบบระบายน้ำด้านท้ายน้ำ ในแต่ละรูปแบบ
การพัฒนาพื้นที่ตอนกลาง 1 โดยพื้นที่ต้นน้ำ ควบคุมให้เป็นพื้นที่ป่าสงวนตามแผนการใช้ที่ดิน

รูปแบบ	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำ cms	พื้นที่สร้างสระพักน้ำ กำหนดความลึก 2 ม. ไร่	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำด้านท้ายน้ำ cms	ระบบระบายน้ำ			ราคาค่าก่อสร้าง ไม่รวมราคาที่ดิน บาท
				n เฉลี่ย	ขนาด ม.	พื้นที่ใช้การ ไร่	
1.สร้างสระพักน้ำ	12.10	>14	3.10	0.013	1.0	0.43	12,480,000
ใช้ระบบท่อระบาย	12.10	>10	4.80	0.013	1.2	0.52	12,930,000
	12.10	>4	8.10	0.013	1.5	0.65	13,530,000
2.ใช้ระบบท่อระบาย	12.10	-	13.40	0.013	2.0	0.86	15,410,000
3.ใช้ระบบรางระบาย	12.10	-	13.40	0.013	2.0 x 2.0	0.86	15,420,000

พื้นที่ทั้งหมด = 1.775 ตารางกิโลเมตร

พื้นที่ภูเขา = 1.687 ตารางกิโลเมตร (95%)

พื้นที่ราบเชิงเขา = 0.088 ตารางกิโลเมตร (5%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-7 ผลการวิเคราะห์บริเวณจุดโนด ในพื้นที่ตอนกลาง 1 โซน D712,D714 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

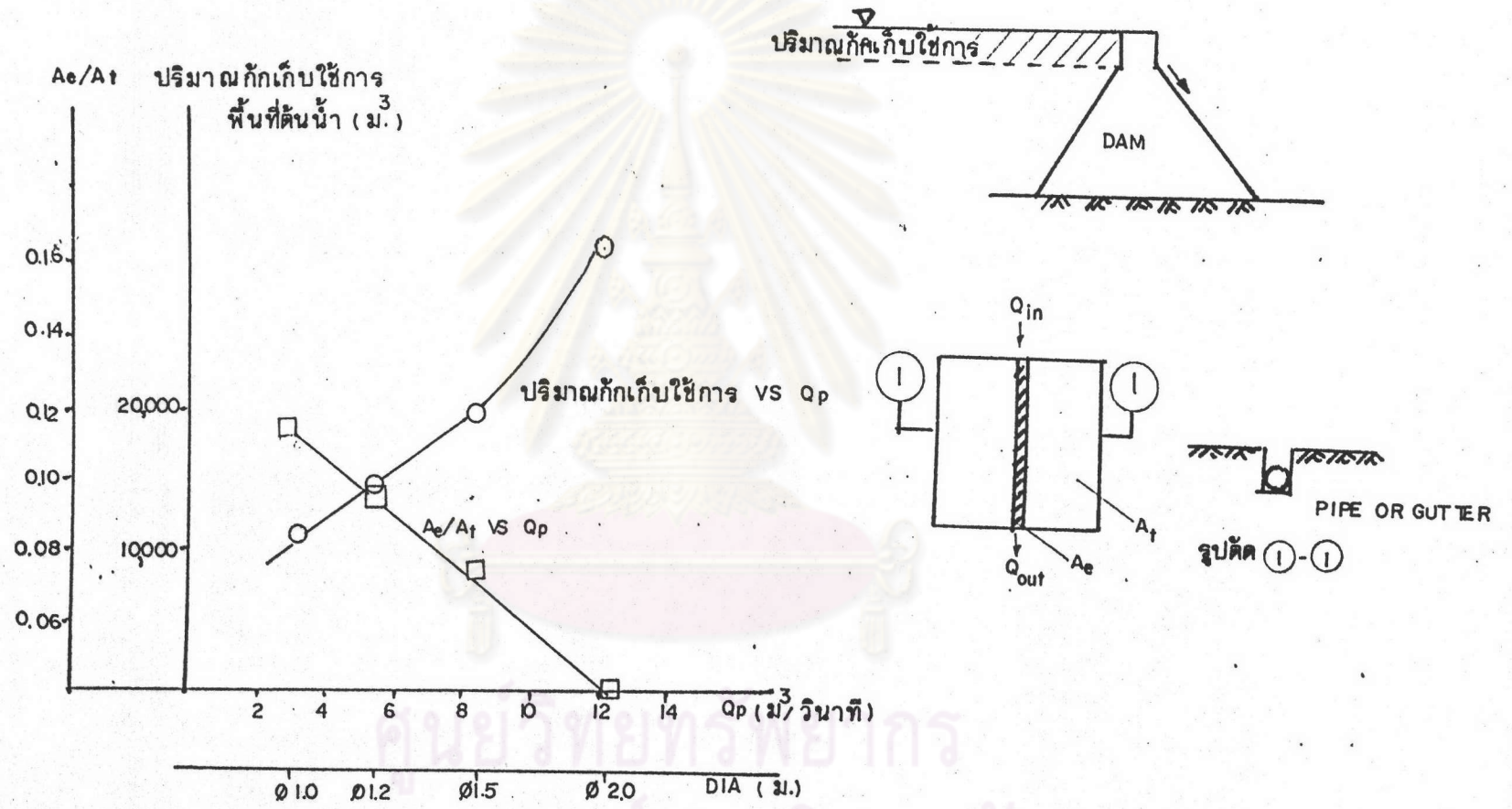
จุดโหนด	ระดับดิน ม	ระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุด ม	เวลาในการเกิด PEAK Hr Min	ความสูงระดับน้ำที่พ้นระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุดที่ต่ำกว่าระดับดิน ม	ช่วงเวลาในการเกิดการท่วมพ้นระดับด้านบนท่อ Min	ปริมาตรของน้ำที่ท่วมบนถนนและปริมาณน้ำไหลผ่านจุดทางออก $ม^3$
21	9.02	8.81	1.63	12 1	0.00	0.57	0.0	ไม่ท่วม
22	7.57	7.15	1.25	12 1	0.00	1.17	0.0	ไม่ท่วม
23	4.09	3.36	1.25	12 1	0.00	1.48	0.0	83877.83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-8 ผลการวิเคราะห์บริเวณรางระบาย ในพื้นที่ตอนกลาง 1 โซน D712,D714 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต
กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

รางระบายและท่อ	อัตราการไหลที่ออกแบบ cms	ความเร็วที่ออกแบบ m/s	ความสูงของรางระบาย & ท่อ m	อัตราการไหลสูงสุด cms	เวลาของการเกิด PEAK Hr Min	ความเร็วสูงสุด m/s	เวลาของการเกิดความเร็วสูงสุด Hr Min	อัตราการไหลสูงสุดต่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	ความลึกสูงสุดจากระดับก้นท่อ & รางระบาย m เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	ความลาดชัน %
111	12.19	3.78	1.98	10.19	12 0	1.18	12 1	0.8	1.64	1.25	0.6
112	16.05	4.96	1.98	11.45	12 1	5.39	12 1	0.7	1.25	41.25	0.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

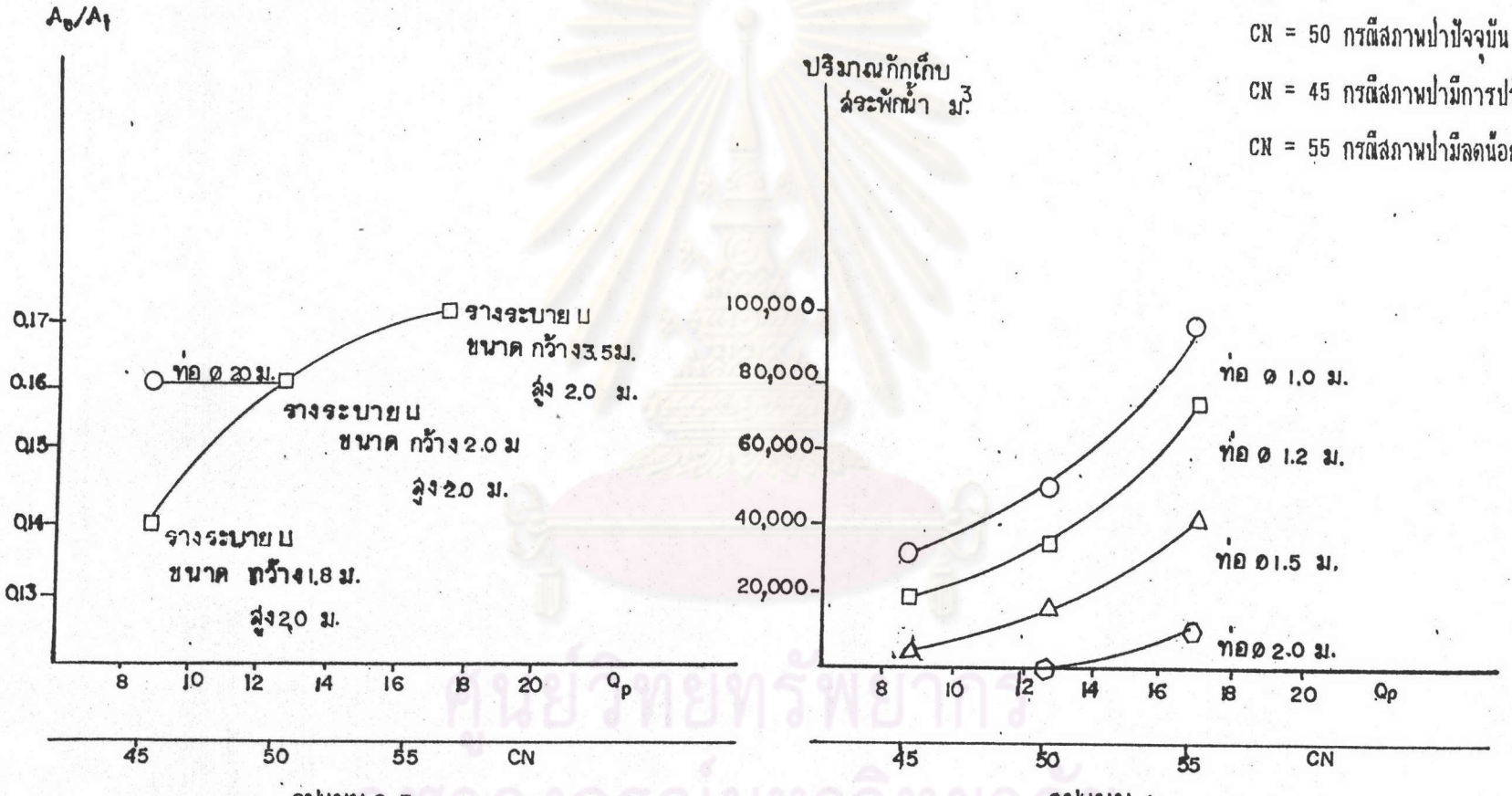


A_p = พื้นที่ระบายน้ำด้านท้าย

A_c = พื้นที่รับน้ำของพื้นที่ท้ายน้ำ

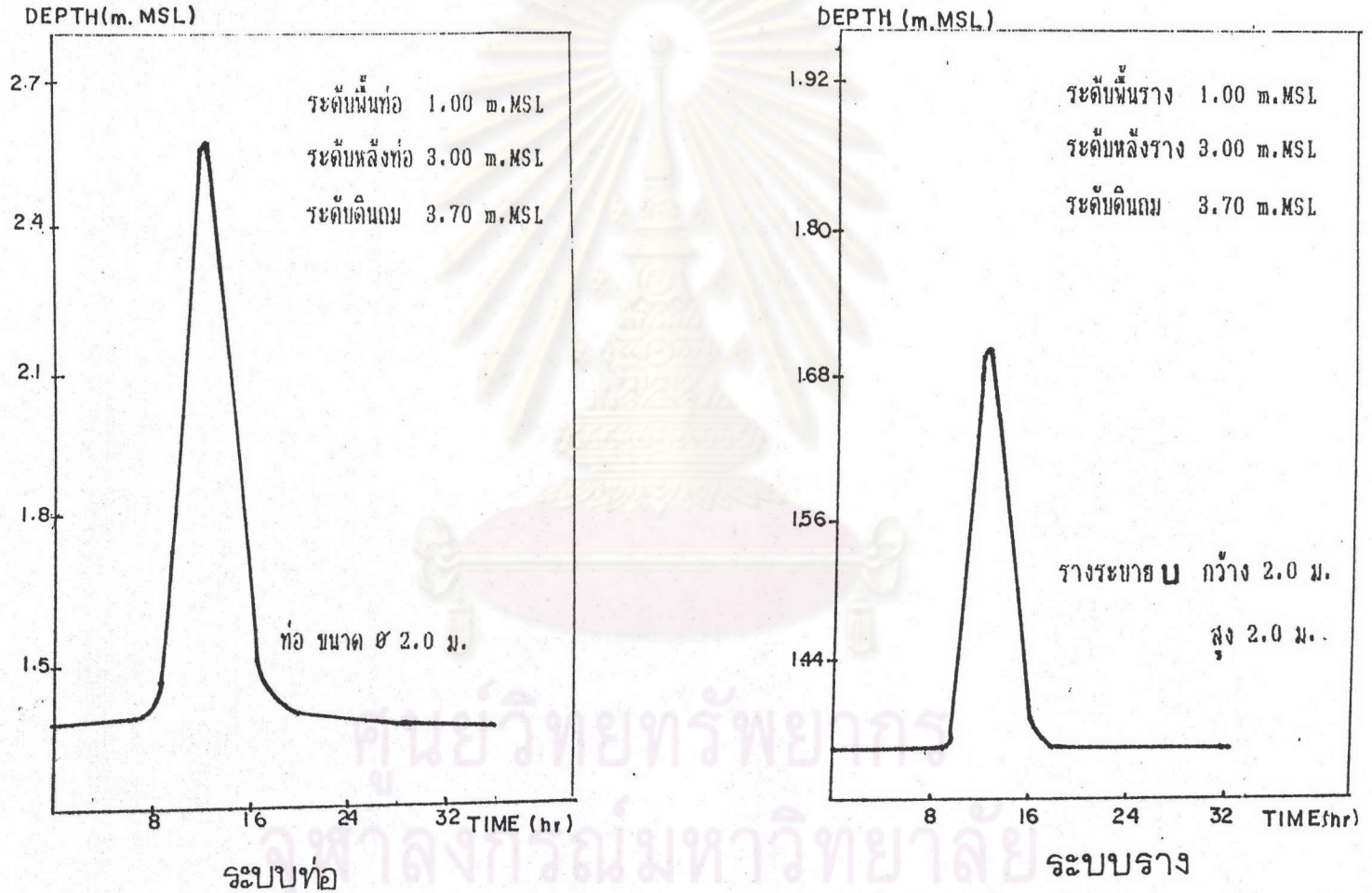
รูป 5-5 ประสิทธิภาพในการออกแบบระบบระบายน้ำ รูปแบบที่ 1
กรณีพื้นที่ตอนกลาง 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-6 ประสิทธิภาพในการออกแบบระบบระบายน้ำ รูปแบบที่ 2, 3 และ 4
กรณีพื้นที่ตอนกลาง 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-7 ไฮโดรกราฟบริเวณจุดทางออกในพื้นที่ตอนกลาง 1

ตาราง 5-9 การเปรียบเทียบระบบระบายน้ำด้านท้ายน้ำในแต่ละรูปแบบ กรณีพื้นที่ตอนกลาง

รูปแบบ	พื้นที่ต้นน้ำ อัตราการไหลสูงสุด cms	พื้นที่ราบเชิงเขา					
		ระบบท่อ			ระบบราง		
		n เฉลี่ย	A_o/A_t	v สูงสุด	n เฉลี่ย	A_o/A_t	v สูงสุด ม/ว.
2.,3.ควบคุมอัตราการไหล	2.10	0.013	0.025	3.5	0.013	0.024	3.5
โดยการควบคุมการใช้	3.00	0.013	0.025	4.0	0.013	0.025	3.8
ที่ดิน	4.20	0.013	0.025	4.0	0.013	0.025	3.8

พื้นที่ทั้งหมด = 1.367 ตารางกิโลเมตร

พื้นที่ภูเขา = 0.714 ตารางกิโลเมตร (52%)

พื้นที่ราบเชิงเขา = 0.653 ตารางกิโลเมตร (48%)

พื้นที่ระบบระบายน้ำ = 0.9 ไร่

ความลาดชันเฉลี่ย = 0.008

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-10 ผลการวิเคราะห์บริเวณจุดโหนด ในพื้นที่ตอนกลาง 2 โซน D711,D713,D715 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

จุดโหนด	ระดับดิน m	ระดับด้านบนท่อ m	ความลึกสูงสุด m	เวลาในการเกิด PEAK Hr Min	ความสูงระดับน้ำที่พ้นระดับด้านบนท่อ m	ความลึกสูงสุดที่ต่ำกว่าระดับดิน m	ช่วงเวลาในการเกิดการท่วมพ้นระดับด้านบนท่อ Min	ปริมาตรของน้ำที่ท่วมบนถนนและปริมาณน้ำไหลผ่านจุดทางออก m^3
24	8.14	6.90	0.22	13 1	0.00	2.51	0.0	ไม่ท่วม
25	6.66	5.90	0.64	13 2	0.00	1.01	0.0	ไม่ท่วม
26	6.97	5.00	1.19	13 4	0.00	2.28	0.0	ไม่ท่วม
27	6.66	4.09	1.34	13 6	0.00	2.74	0.0	ไม่ท่วม
28	4.09	2.71	1.10	13 5	0.00	1.92	0.0	38724.42

ตาราง 5-11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณรางระบาย ในพื้นที่ตอนกลาง 2 โซน D711,D713,D715 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

รางระบายและท่อ	อัตราการไหลที่ออกแบบ cms	ความเร็วที่ออกแบบ m/s	ความสูงของรางระบาย & ท่อ m	อัตราการไหลสูงสุด cms	เวลาของการเกิด PEAK Hr Min	ความเร็วสูงสุด m/s	เวลาของการเกิดความเร็วสูงสุด Hr Min	อัตราการไหลสูงสุดต่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	ความลึกสูงสุดจากระดับก้นท่อ & รางระบาย m เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	ความลาดชัน %
114	28.80	5.51	1.50	12.62	13 1	1.03	13 1	0.0	0.22	0.64	0.6
115	17.77	3.39	1.50	4.32	13 2	1.51	13 2	0.2	0.64	1.19	0.2
116	4.59	2.48	1.50	4.43	13 4	2.69	13 3	1.0	1.19	1.34	0.4
117	4.59	2.48	1.50	4.64	13 5	2.90	13 5	1.0	1.34	1.10	0.4

ตาราง 5-12 ผลการวิเคราะห์บริเวณจุดโนด ในพื้นที่ตอนกลาง 2 โซน D716-D720 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

จุดโนด	ระดับดิน ม	ระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุด ม	เวลาในการเกิด PEAK Hr Min	ความสูงระดับน้ำที่พ้นระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุดที่ต่ำกว่าระดับดิน ม	ช่วงเวลาในการเกิดการท่วมพ้นระดับด้านบนท่อ Min	ปริมาตรของน้ำที่ท่วมบนถนนและปริมาณน้ำไหลผ่านจุดทางออก $ม^3$
17	9.69	8.80	0.17	13 0	0.00	2.22	0.0	ไม่ท่วม
18	8.48	6.51	0.70	12 2	0.00	2.77	0.0	ไม่ท่วม
19	6.96	5.15	1.40	12 3	0.00	1.93	0.0	ไม่ท่วม
20	3.48	2.87	1.30	12 2	0.00	0.81	0.0	42539.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-13 ผลการวิเคราะห์บริเวณรางระบาย ในพื้นที่ตอนกลาง 2 โซน D716-D720 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

รางระบายและท่อ	อัตราการไหลที่ออกแบบ cms	ความเร็วที่ออกแบบ m/s	ความสูงของรางระบาย & ท่อ m	อัตราการไหลสูงสุด cms	เวลาของการเกิด PEAK Hr Min	ความเร็วสูงสุด m/s	เวลาของการเกิดความเร็วสูงสุด Hr Min	อัตราการไหลสูงสุดต่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	ความลึกสูงสุดจากระดับก้นท่อ & รางระบาย m เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ	ความลาดชัน %
107	38.55	7.36	1.50	1.13	13 0	0.93	13 1	0.0	0.17	0.70	1.0
108	5.62	3.03	1.50	2.50	12 2	2.75	13 2	0.4	0.70	1.40	0.6
109	6.28	3.39	1.50	6.69	12 2	3.87	11 55	1.1	1.40	1.30	0.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.3.3 การศึกษาในพื้นที่ตอนใต้

จากการวิเคราะห์สภาพการรับน้ำในพื้นที่ รางระบายน้ำเบอร์ 53 และ 54 ในพื้นที่โซน D53 และ D54 ตามลำดับ ไม่สามารถรับน้ำได้เพียงพอ ดังแสดงในตาราง 4-13 และ 4-14 คือ มีอัตราส่วนอัตราการหลากของน้ำสูงสุด ต่ออัตราการรับน้ำของรางระบายมากกว่า 1 รูปแบบการปรับปรุงคือ เปลี่ยนขนาดและวัสดุก่อสร้างโดยการดาด เพื่อเพิ่มขนาดหน้าตัด และลดสัมประสิทธิ์ความขรุขระ

ผลการศึกษาระบบระบายน้ำ กรณีที่ดาดทั้งหมด และดาดรางระบายบางส่วน ดังแสดงในตาราง 5-14 และรูป 5-8 พบว่าการดาดคลองจะช่วยลดขนาดพื้นที่ก่อสร้างรางระบายน้ำลงมาก ขึ้นถ้าอัตราการไหลของน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำสูง ซึ่งการดาดทั้งหมดจะเหมาะสมกว่าการดาดบางส่วน ดังแสดงในตาราง 5-15

ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ จากการปรับปรุงระบบระบายน้ำเพื่อรับน้ำ จากการเปลี่ยนสภาพการใช้ที่ดินในอนาคต ดังแสดงในตาราง 5-16 และ 5-17 และรูป 5-9 จะเห็นได้ว่าจุดโนด 23ไม่มีการท่วม

5.4 สรุปการเปรียบเทียบ

จากผลการศึกษาการเปรียบเทียบการออกแบบระบบระบายน้ำ ในแต่ละรูปแบบ พบว่า รูปแบบที่ 2 และ 3 จะมีความเหมาะสม และความเป็นไปได้มากที่สุด ดังแสดงในตาราง 5-18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-14 ระบบระบายน้ำบริเวณพื้นที่ราบเชิงเขาชายฝั่งทะเล ลุ่มน้ำกะรน จังหวัดภูเก็ต
โดยโมเดล SWMM (ในส่วน EXTRAN BLOCK) กรณีพื้นที่ตอนใต้ D5(พื้นที่มีระบบระบายน้ำเดิม)

รูปแบบ	พื้นที่ต้นน้ำ		พื้นที่ราบเชิงเขา						อัตราการลดพื้นที่ใช้การ %
	อัตราการไหลสูงสุด cms	การกักเก็บน้ำใช้การ ($ม^3$)	รางระบายน้ำแบบตาด			รางระบายน้ำแบบตาดบางส่วน			
			n เฉลี่ย	A_e/A_t	v สูงสุด ม/ว.	n เฉลี่ย	A_e/A_t	v สูงสุด ม/ว.	
1.ควบคุมอัตราการไหล	2.85	17300	0.013	0.025	3.0	0.017	0.027	1.8	7
โดยการสร้างเขื่อน	5.71	12700	0.013	0.027	3.5	0.017	0.033	1.8	18
ในพื้นที่ U11	8.57	8800	0.013	0.030	4.0	0.017	0.039	2.0	23
2.ควบคุมอัตราการไหล	6.34	-	0.013	0.028	4.0	0.017	0.036	1.8	22
โดยการควบคุมการใช้	10.27	-	0.013	0.033	4.0	0.017	0.050	1.8	34
ที่ดิน	14.33	-	0.013	0.035	4.0	0.017	0.073	1.8	48

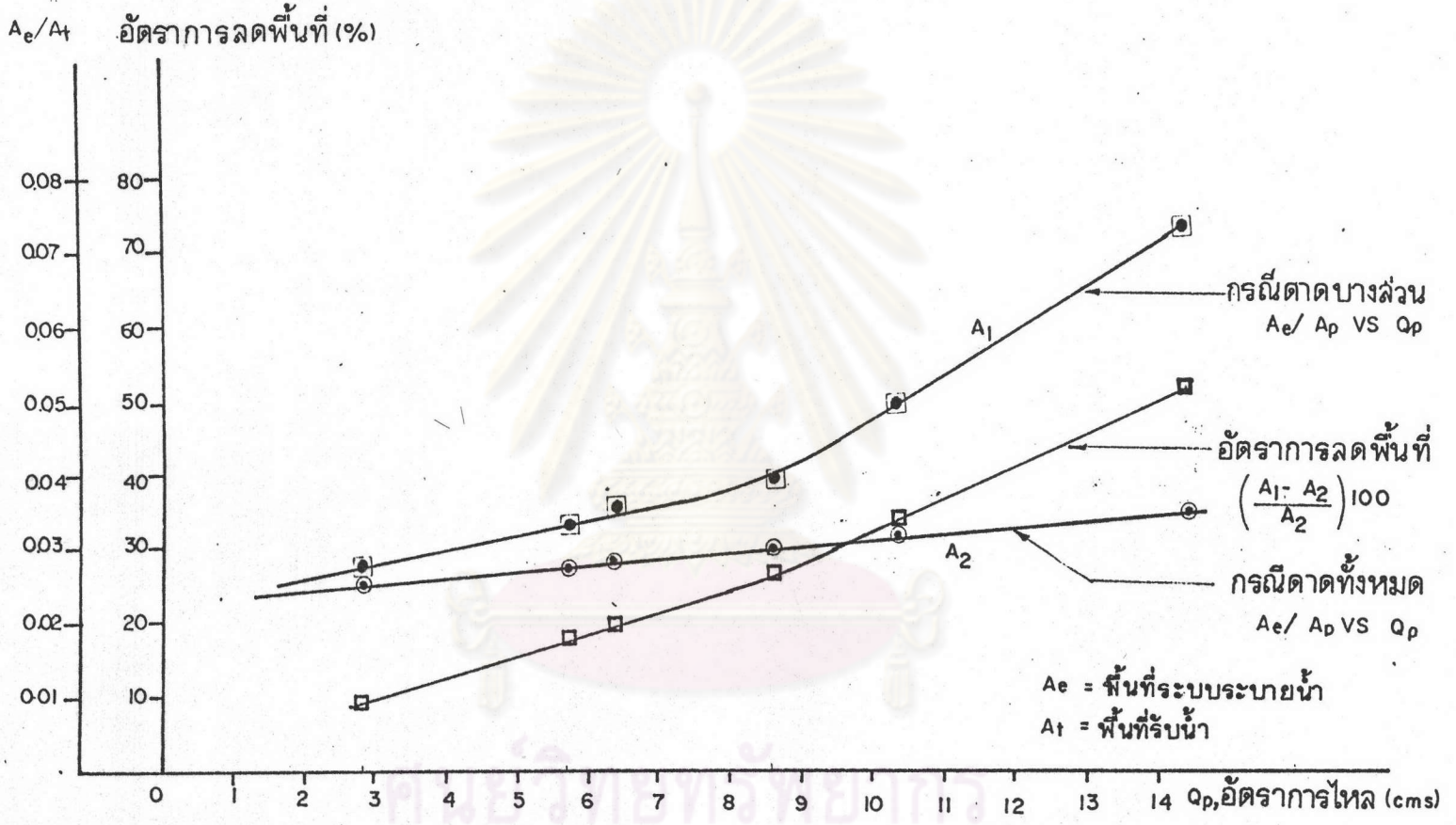
Ae = พื้นที่ระบบระบายน้ำด้านท้าย
At = พื้นที่ด้านท้ายน้ำ

ตาราง 5-15 การเปรียบเทียบระบบระบายน้ำด้านท้ายน้ำ ในแต่ละรูปแบบ
กรณีพื้นที่ตอนใต้ โดยพื้นที่ต้นน้ำควบคุมให้เป็นพื้นที่ป่าสงวนตามแผนการใช้ที่ดิน

รูปแบบ	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำ cms	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำด้านท้ายน้ำ cms	ระบบระบายน้ำแบบดาด		ราคาค่าก่อสร้างไม่รวมราคาที่ดิน บาท	ระบบระบายน้ำแบบดาดบางส่วน		ราคาค่าก่อสร้างไม่รวมราคาที่ดิน บาท
			n เฉลี่ย	พื้นที่ใช้การ ไร่		n เฉลี่ย	พื้นที่ใช้การ ไร่	
1.ใช้ระบบรางระบาย	10.27	11.40	0.013	2.3	3,300,000	0.017	3.5	600,000

พื้นที่ทั้งหมด = 2.398 ตารางกิโลเมตร
พื้นที่ภูเขา = 1.287 ตารางกิโลเมตร (54%)
พื้นที่ราบเชิงเขา = 1.111 ตารางกิโลเมตร (46%)
พื้นที่ระบบระบายน้ำเดิม = 2.6 ไร่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-8 ประสิทธิภาพในการออกแบบรางระบายน้ำแบบเปิด
กรณีการดาดทั้งหมดและการดาดบางส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

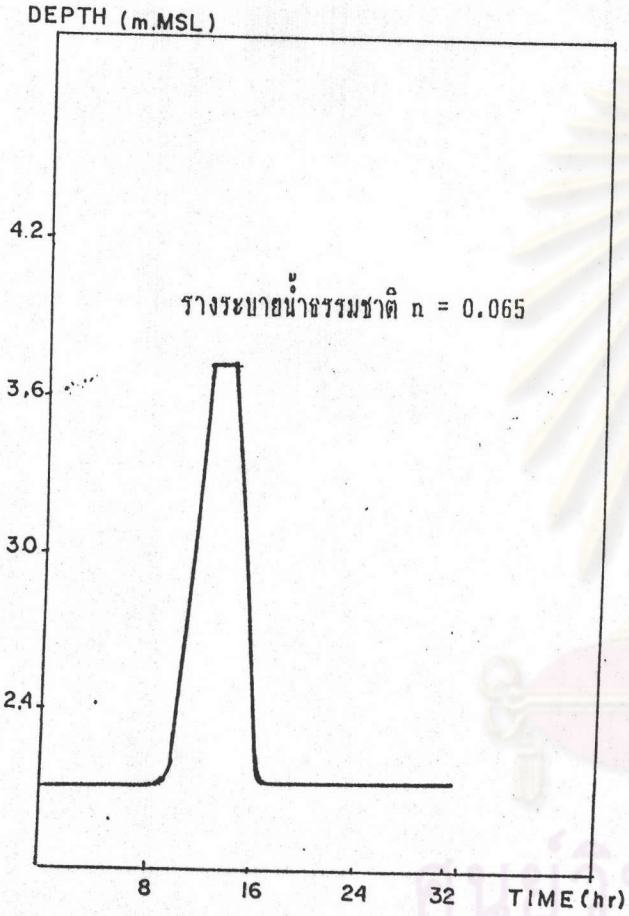
ตาราง 5-16 ผลการวิเคราะห์บริเวณจุดโนด ในพื้นที่ตอนใต้ โซน D51-D55 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

จุดโนด	ระดับดิน ม	ระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุด ม	เวลาในการเกิด PEAK Hr Min	ความสูงระดับน้ำที่พ้นระดับด้านบนท่อ ม	ความลึกสูงสุดที่ต่ำกว่าระดับดิน ม	ช่วงเวลาในการเกิดการท่วมพ้นระดับด้านบนท่อ Min	ปริมาตรของน้ำที่ท่วมบนถนนและปริมาณน้ำไหลผ่านจุดทางออก $ม^3$
20	5.91	5.90	0.56	13 0	0.00	0.97	0.0	ไม่ท่วม
21	5.45	5.02	0.62	13 1	0.00	1.33	0.0	ไม่ท่วม
22	4.82	4.07	1.21	13 1	0.00	1.05	0.0	ไม่ท่วม
23	4.11	3.28	1.24	13 2	0.00	0.27	0.0	ไม่ท่วม
24	3.64	3.50	1.30	13 4	0.00	0.34	0.0	ไม่ท่วม
25	3.18	3.01	1.51	13 4	0.00	0.18	0.0	69564.94

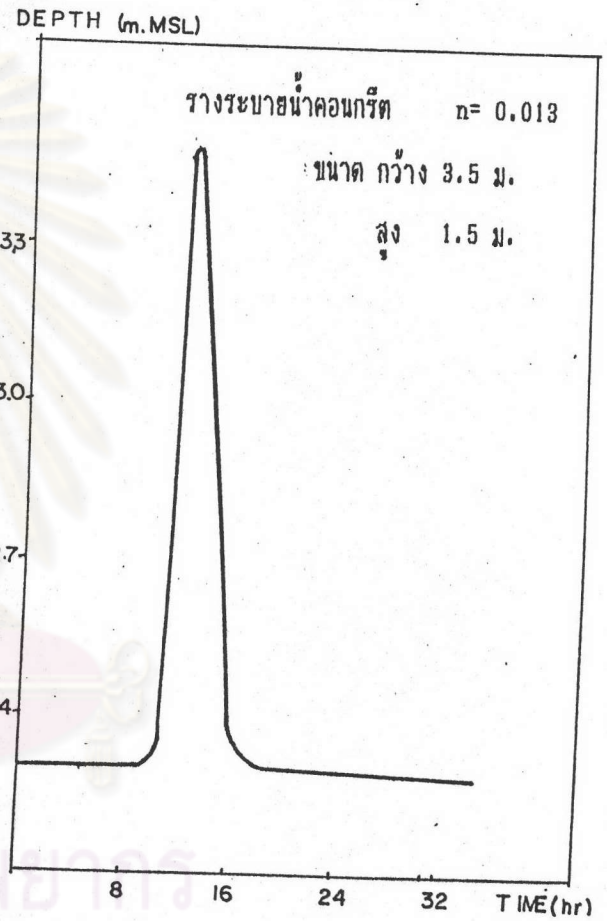
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-17 ผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถของรางระบายน้ำ ในพื้นที่ตอนใต้ โซน D51-D55 สภาพการใช้ที่ดินอนาคต กรณีรับน้ำฝนออกแบบ 24 ชั่วโมง คาบการกลับ 5 ปี (ระบบระบายน้ำใหม่)

รางระบายและท่อ	อัตราการไหลที่ออกแบบ cms	ความเร็วที่ออกแบบ m/s	ความสูงของรางระบาย & ท่อ m	อัตราการไหลสูงสุด cms	เวลาของการเกิด PEAK Hr	Min	ความเร็วสูงสุด m/s	เวลาของการเกิดความเร็วสูงสุด Hr	Min	อัตราการไหลสูงสุดต่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	ความลึกสูงสุดจากระดับก้นท่อ & รางระบาย m เหนือน้ำ	ท้ายน้ำ
51	58.24	4.03	1.50	10.55	13	0	2.21	13	1	0.2	0.56	0.62
52	51.98	4.30	1.50	10.83	13	1	2.06	13	1	0.2	0.62	1.20
53	11.37	2.12	1.50	11.07	13	1	2.54	13	1	1.0	1.20	1.24
54	11.17	2.09	1.50	11.28	13	2	2.51	13	2	1.0	1.24	1.31
55	14.57	2.36	1.50	11.16	13	3	1.97	13	0	0.8	1.31	1.51



ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง

ระดับพื้นราง 2.3 m.MSL ระดับด้านบนราง 3.3 m.MSL

ระดับพื้นดิน 3.7 m.MSL

รูป 5-9 ไฮโดรกราฟบริเวณจุดโนด 23 ในพื้นที่ตอนใต้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-18 การพิจารณาการออกแบบระบบระบายน้ำในแต่ละรูปแบบ

รูปแบบ	วัตถุประสงค์ในการกำหนด	สรุปผลการพิจารณา
1	-การสร้างเขื่อน หรือฝาย ในพื้นที่โซน U11 และ U31 เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำสูงสุด จะช่วยลดขนาดระบบระบายน้ำในเขตพื้นที่ราบด้านท้ายน้ำ	-การสร้างเขื่อนป้องกันน้ำท่วมจำเป็นต้องใช้พื้นที่กักเก็บน้ำขนาดใหญ่เนื่องจากข้อจำกัดทางวิศวกรรมที่ต้องออกแบบ โครงสร้างเขื่อน สำหรับรับ ฝนออกแบบคาบการกลับมากกว่า 5 ปี จึงส่งผลต่อสภาพภูมิประเทศที่ไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างจึงเป็นแนวทางที่ไม่เหมาะสม
2	-การวางระบบท่อบริเวณพื้นที่ราบเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและลดพื้นที่ที่ต้องสูญเสียกรณีเป็นระบบรางระบายน้ำ และระบายน้ำออกจากพื้นที่โดยไม่มีการท่วม	-การวางระบบท่อบริเวณพื้นที่ราบจะเป็นการวางตามแนวถนนตัดใหม่ตามแผนการใช้ที่ดิน 3 แนว ในพื้นที่ตอนกลาง ขนาดท่อระบายที่ออกแบบ มีขนาด ø 2.0 เมตร และ ø 1.5 เมตร ต้องใช้พื้นที่ประมาณ 1.25 ไร่ ถ้าวางระบบระบายน้ำเปิด ต้องเสียพื้นที่ก่อสร้างประมาณ 1.7 ไร่ การวางระบบท่อจะมีเกณฑ์มาตรฐานที่แน่นอนกว่าการก่อสร้างรางระบาย

ตาราง 5-18 (ต่อ)

รูปแบบ	วัตถุประสงค์ในการกำหนด	สรุปผลการพิจารณา
		ตลอดจนเหมาะกับการวางในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินอย่างจำกัด และเป็นลักษณะ การวางเรียบถนน ถ้าออกแบบเป็นรางน้ำเปิด อาจต้องก่อสร้างฝาปิด เพื่อลดพื้นที่ใช้ทำทางเดินเท้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น แนวทางเลือก 2 จึงเหมาะสม สำหรับพื้นที่ที่ออกแบบระบบระบายน้ำใหม่
3	-การวางระบบรางระบายน้ำเป็นเส้นหลักในพื้นที่ราบเพื่อให้เพียงพอต่อการรับน้ำ และการระบายน้ำออกออกจากพื้นที่ได้โดยไม่มีการท่วม	-การวางระบบรางระบายน้ำเปิดในพื้นที่ตอนใต้ จะเหมาะสมกว่าการใช้ระบบท่อ เนื่องจากเป็นระบบระบายน้ำเดิม ในพื้นที่ และ ไม่ได้วางขนานถนน จึงไม่มีปัญหาทางด้านสิทธิในการใช้ที่ดิน การดาดรางระบายด้วยคอนกรีต จะช่วยลดขนาดพื้นที่ระบบระบายน้ำลงได้ ในกรณีดาดเพียงบางส่วนจะต้องเพิ่มพื้นที่เดิมอีก ประมาณ 0.9 ไร่ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดิน ถ้าราคาที่ดินเกินกว่า 2 ล้านบาทการดาดรางระบายน้ำทั้งหมด จะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมในพื้นที่ตอนใต้

ตาราง 5-18 (ต่อ)

รูปแบบ	วัตถุประสงค์ในการกำหนด	สรุปผลการพิจารณา
4	-การวางระบบท่อบริเวณพื้นที่ราบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และเพิ่มพื้นที่กักเก็บน้ำ บริเวณพื้นที่ราบเชิงเขา เพื่อลดขนาดท่อและบรรเทาการเกิดการท่วม	-การวางระบบท่อบริเวณพื้นที่ราบในพื้นที่ตอนกลาง โดย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 1.0 , 1.2 และ 1.5 เมตร ต้องใช้พื้นที่กักเก็บ 14 , 10 และ 4 ไร่ ตามลำดับ ในกรณีที่ราคาค่าที่ดิน ไม่สูงกว่า 2 แสนบาท การสร้างสระพักน้ำก็จะมีความเหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 การปรับปรุงจุดระบายน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ

การปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเดิมให้ดีขึ้น โดยเพิ่มจำนวนท่อลอดถนน ขุดลอกคลอง และเพิ่มขนาดรางระบาย ในโซนต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งจะได้ให้อัตราส่วน ของอัตราการหลากของน้ำสูงสุด ต่ออัตราการรับน้ำของท่อลอด และรางระบายมีค่าน้อยกว่า 1 จะได้ผลการปรับปรุงแก้ไขระบบระบายน้ำ ดังแสดงในตาราง 5-19 และรูป 5-10

5.6 ผลการปรับปรุงออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำกะรน

ระบบระบายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำกะรน จะเป็นการเพิ่มความสามารถในโซนพื้นที่ราบให้เพียงพอ ซึ่งตามแผนการใช้ที่ดินจะเป็นพื้นที่ย่านการค้า มีประมาณ 20 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ทั้งหมด นอกจากจะรับน้ำฝนโดยตรงแล้วยังจะได้รับน้ำจากพื้นที่จากภูเขาซึ่งมีประมาณ 80 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ทั้งหมด งานที่ได้เสนอจะเป็นการป้องกันการท่วมของน้ำ จากการตกของฝนช่วงการตก 24 ชั่วโมงคาบการกลับ 5 ปี มาตราการในการออกแบบระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม นอกจากจะใช้มาตรการ ใช้การก่อสร้างแล้ว ยังต้องใช้มาตรการไม่ใช้การก่อสร้างควบคู่กันไป ผลการปรับปรุงดังแสดงในรูป 5-10

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น พอสรุปได้เป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. สภาพธรรมชาติของร่องน้ำ เนื่องจากการสำรวจในสนามและแผนที่ลักษณะภูมิประเทศต่างๆ แนวทางร่องน้ำธรรมชาติที่แท้จริงจะมีขนาดเล็ก และไม่มีแนวทางที่แน่นอนในบางพื้นที่ เช่นพื้นที่โซน D71 หลังจากการออกแบบช่องลอดถนนหลวง 4028 ซึ่งรับน้ำจากหุบเขาจะปล่อยลงสู่แนวร่องน้ำสาธารณะโดยตรงในบางพื้นที่ แต่บางพื้นที่จะปล่อยลงสู่ท้องนาโดยตรง ซึ่งหลังจากปล่อยลงสู่ท้องนา จะหาแนวทางของร่องน้ำได้ไม่แน่นอน

2. สภาพพื้นที่รับน้ำ พื้นที่รับน้ำที่เป็นโซนพื้นที่ภูเขาจะเป็นพื้นที่รับน้ำมาก และมีอัตราการไหลออกสูง เนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันสูง และอยู่ในด้านรับลม ระบบระบายน้ำในพื้นที่จะพยายามไหลลงสู่หุบเขา ซึ่งบางพื้นที่จะมีแนวร่องน้ำหลักที่ชัดเจน และไหลลงสู่บริเวณช่องลอดถนนในแต่ละพื้นที่ ส่วนพื้นที่ราบจะมีพื้นที่ 3 ลักษณะ คือ พื้นที่ที่มีการพัฒนา และพื้นที่ไม่มีการพัฒนา และพื้นที่รับน้ำ พื้นที่ที่มีการพัฒนา จะถมที่สูงจากระดับดินเดิมที่ไม่มีการพัฒนา ประมาณ 1-2 เมตร โดยพื้นที่จะมีการก่อสร้างอาคารปกคลุม และระบายน้ำลงสู่พื้นที่รางระบายน้ำหลัก หรือพื้นที่ที่มีระดับต่ำกว่า ซึ่งในอนาคตพื้นที่ที่ไม่มีการพัฒนาและเคยเป็นที่ท่วมขังของน้ำ จะถูกถมเป็นพื้นที่พัฒนา เป็นเหตุให้การ

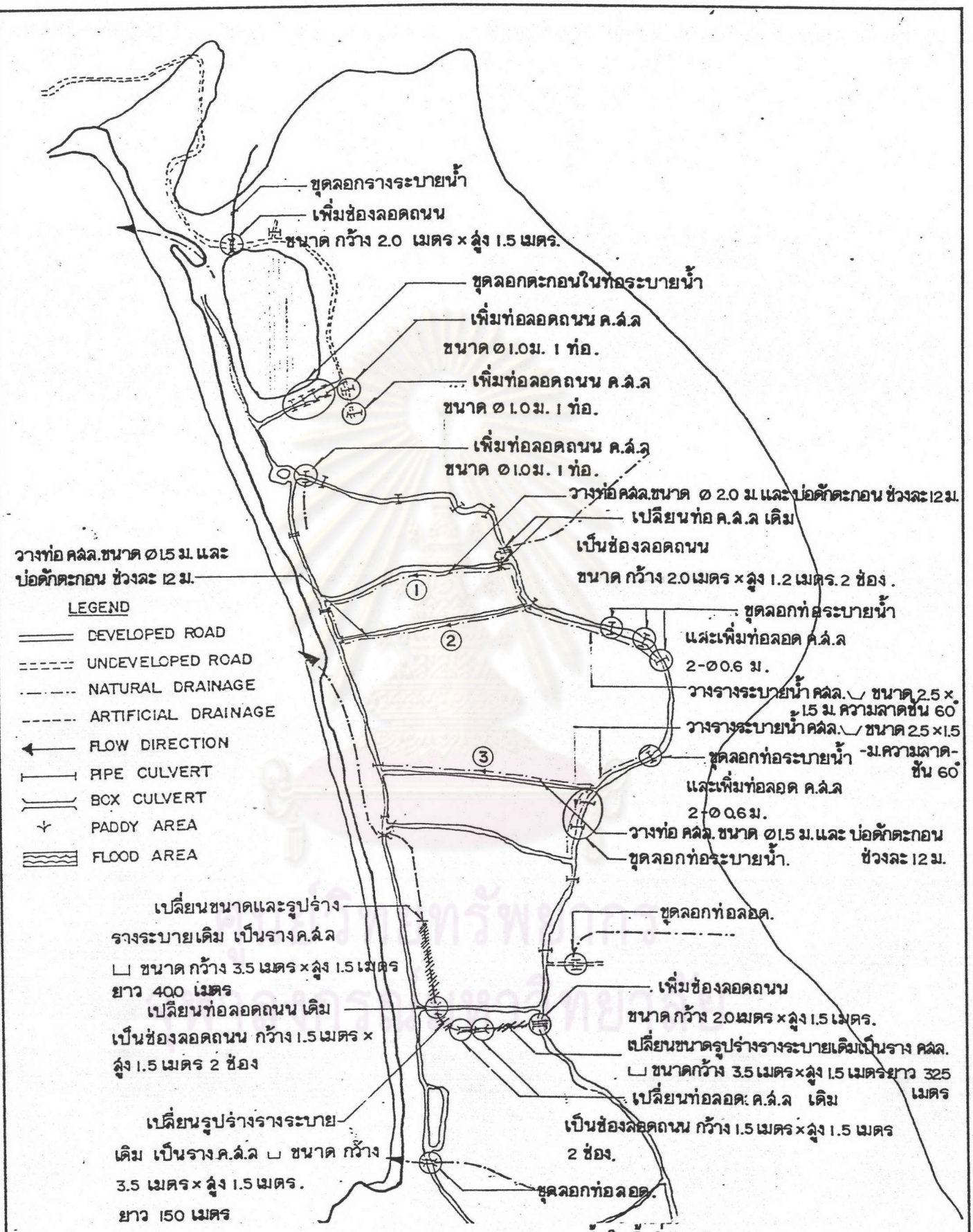
ตาราง 5-19 ผลการปรับปรุงระบบระบายน้ำ ในพื้นที่โซนต่างๆ

ตำแหน่งท่อลอด	เส้นผ่าศูนย์กลาง	Qp/Qo		รายการปรับปรุง
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
1	1-ø 1.0 ม.	3.7	0.7	เปลี่ยนเป็นช่องลอดถนนสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 2.0 ม. สูง 1.5 ม. 2 ช่อง
3	1-ø 1.0 ม.	1.6	0.9	เพิ่มท่อลอดถนน 1-ø 1.0 ม.
4	1-ø 1.0 ม.	1.8	1.0	เพิ่มท่อลอดถนน 1-ø 1.0 ม.
10	3-ø 1.0 ม.	2.2	0.8	เปลี่ยนเป็นช่องลอดถนนสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 2.0 ม. สูง 1.5 ม. 2 ช่อง
12	1-ø 0.6 ม.	1.2	0.7	เพิ่มท่อลอดถนน 1-ø 0.6 ม.
13	1-ø 0.6 ม.	1.2	0.7	เพิ่มท่อลอดถนน 1-ø 0.6 ม.
14	1-ø 0.6 ม.	2.5	0.8	เพิ่มท่อลอดถนน 2-ø 0.6 ม.
15	1-ø 0.6 ม.	3.0	1.0	เพิ่มท่อลอดถนน 2-ø 0.6 ม.

ตาราง 5-19 (ต่อ)

ตำแหน่งท่อลอด	เส้นผ่าศูนย์กลาง	Qp/Qo		รายการปรับปรุง
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
20	3-Ø 1.0 ม.	1.6	0.7	เปลี่ยนเป็นช่องลอดถนนสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 2.0 ม. สูง 1.5 ม. 2 ช่อง
21	2-Ø 0.8 ม.	3.7	0.9	เปลี่ยนเป็นช่องลอดถนนสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 1.5 ม. สูง 1.5 ม. 2 ช่อง
22	3-Ø 1.0 ม.	2.2	0.9	เปลี่ยนเป็นช่องลอดถนนสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 1.5 ม. สูง 1.5 ม. 2 ช่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-10 การออกแบบปรับปรุงระบบระบายน้ำในพื้นที่ปัจจุบัน

กักเก็บลดลงและผลจากการชิมลดลง การระบายจะลงสู่ระบบระบายน้ำมากขึ้น

3. ระบบระบายน้ำในพื้นที่ สำหรับรางระบายน้ำสาธารณะที่มีอยู่ในพื้นที่ราบ ของพื้นที่จะไม่สามารถกำหนดแบ่งเขตของร่องน้ำได้แน่นอน ส่วนใหญ่เป็นรางระบายน้ำธรรมชาติที่มีวัชพืชขึ้น ขนาดหน้าตัดด้านท้ายน้ำมีขนาดเล็กลง และบางช่วงมีการตกตะกอนของดินบริเวณจุดท่อลอดและลำน้ำ ทำให้การระบายไม่ดีพอเกิดการท่วมพื้นที่

4. จำนวนท่อลอดถนน บางพื้นที่น้ำจะมีอัตราการไหลสูงจะเป็นเหตุให้เกิดการระบายไม่ทันของท่อลอดถนน ทำให้เกิดการเอ่อของน้ำจะมีอยู่ในพื้นที่โซน U11 U21 U22 U23 U31 U41 U43 U44 D52 และD53

5. โครงสร้างระบบระบายน้ำ จุดออกของระบบระบายน้ำในพื้นที่ จะรับน้ำไม่พอ ถ้าไม่มีการเพิ่มจำนวนจุดทางออก และระบบระบายน้ำใหม่ โดยเฉพาะบริเวณช่องลอดหน้าโรงแรมภูเก็ตอาคาเดีย จะรับน้ำจากพื้นที่ โซน U1 U2 U3 D5 D7 ซึ่งมีค่าสูงแต่ปัจจุบันพื้นที่โซน D7 ยังเป็นที่กักเก็บน้ำได้ก่อน จึงลดปัญหาลง แต่ถ้าอนาคตพื้นที่ D7 เปลี่ยนแปลงจะทำให้พื้นที่กักเก็บน้ำลดลง จะมีปัญหาต่อจุดทางออก

5.5 รายละเอียดราคาค่าก่อสร้าง และปรับปรุงระบบระบายน้ำ

ในการศึกษาจะได้วางแผนดำเนินงาน 2 ระยะ คือ งานปรับปรุงระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิมลักษณะโครงการเร่งด่วน และงานก่อสร้างระบบระบายน้ำใหม่

โครงการเร่งด่วน จะได้แก่ การขุดลอก การเพิ่มท่อลอด และการดาดรางระบายน้ำเดิมเป็นคอนกรีต ในพื้นที่ตอนใต้ซึ่งเป็นพื้นที่ที่กำลังพัฒนาในปัจจุบัน และงานก่อสร้างระบบระบายน้ำใหม่ในพื้นที่ตอนกลาง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่จะพัฒนาตามแผนการใช้ที่ดินในอนาคต

โดยงานปรับปรุงระบบระบายน้ำโครงการเร่งด่วนจะใช้เงินประมาณ 3,520,000 บาท และงานก่อสร้างระบบระบายน้ำใหม่จะใช้เงิน 15,410,000 บาท สำรองราคา 1,070,000 บาท รวมทั้งสิ้น 20,000,000 บาท (ไม่รวมค่าจัดซื้อที่ดิน) รายการราคาต่อหน่วยในการนำไปใช้ควรมีการตรวจสอบราคาในท้องที่ให้แน่นอน เนื่องจากปัจจุบันราคาวัสดุก่อสร้าง และค่าแรง มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และขึ้นอยู่กับสภาพท้องที่ที่ทำงาน รายการคำนวณดูภาคผนวก จ