การป้องกันน้ำท่วมและการจัดระบบคลองระบายน้ำ ภายในบริเวณเมืองเก่าสุโขทัย

นายมนตรี จตุทะศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2522

008223 | 1697.8156

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FLOOD PROTECTION AND DRAINAGE SYSTEM OF THE OLD SUKHOTHAI CITY

Mr. Montree Chatuthasri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1979

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การป้องกันน้ำท่วมและการจัดระบบคลองระบายน้ำภายในบริเวณเมืองเก่าสุโขทัย
โดย	นายมนตรี จตุทะศรี
แผนกวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.นิวัตต์ ดารานันท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วรุณ ดุณวาสี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จักรี จตุทะศรี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การป้องกันน้ำท่วมและการจัดระบบคลองระบายน้ำภายในบริเวณเมืองเก่าสุโขทัย
ชื่อนิสิต นายมนตรี จัตุทะศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์
แผนกวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2522

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

สุโขทัยเก่าเป็นเมืองหลวงเก่าที่สำคัญเมืองหนึ่งของประเทศไทยในสมัยเมื่อ 7 ศตวรรษที่ผ่านมา พื้นที่ภายในตัวเมืองส่วนใหญ่มีโบราณสถานซึ่งถูกรักษาเอาไว้ให้อยู่ในสภาพที่ดี ตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก รัฐบาลไทยได้มีนโยบายที่จะบูรณะเมืองเก่าแห่งนี้ให้เป็นอุทยานประวัติศาสตร์แห่งชาติ แต่อุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นที่สุโขทัยเก่านี้เป็นเหตุการณ์ธรรมชาติที่สำคัญอันอาจจะก่อให้เกิดการเสียหายแก่โบราณสถานของชาติได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบการป้องกันน้ำท่วมที่ดีเพื่อแก้ไขปัญหาอันนี้ จากการศึกษาและวิเคราะห์มาแล้วพบว่าปริมาณน้ำที่จะไหลบ่ามาท่วมภายในบริเวณสุโขทัยเก่าส่วนใหญ่เป็นน้ำหลากผิวดิน ซึ่งเกิดจากการที่มีฝนตกหนักเหนือบริเวณที่ลาดเชิงเขาของเทือกเขาทางด้านทิศตะวันตกของเมืองและภายในตัวเมืองสุโขทัยเก่าเอง เนื่องจากมิได้เคยมีการศึกษาทางด้านอุทกวิทยาของบริเวณสุโขทัยเก่ามาก่อนเลย ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะคาดคะเนน้ำหลากที่อาจเกิดขึ้นจากพายุฝนที่อาจเกิดขึ้น โดยใช้วิธีของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลันแล้วแปลงค่ามาเป็นรูปไฮโดรกราฟน้ำหลากที่อาจเกิดขึ้น เพื่อใช้ในการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม

ระบบป้องกันน้ำท่วมที่สุโขทัยเก่าตามการวิจัยนี้ ใช้วิธีการกักเก็บและระบายน้ำออกสู่คลองธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัวเมืองมากที่สุด เนื่องจากภายในตัวเมืองมีโบราณวัตถุกระจายอยู่ทั่วไป การขุดคลองและแหล่งเก็บน้ำที่สุโขทัยเก่าส่วนใหญ่จึงเป็นการขุดลอกของเดิมซึ่งตื้นเขินแล้วให้มีประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำเพิ่มขึ้นเท่านั้น เพราะถ้าหากทำการขุดที่บริเวณอื่นอาจจะทำความเสียหายแก่โบราณวัตถุได้ การระบายน้ำออกจากบริเวณเมืองเพื่อป้องกันน้ำท่วมนั้น ได้จัดให้น้ำที่มีปริมาณมากเกินขีดความสามารถของแหล่งเก็บน้ำถูกระบายไปตามคลองระบายน้ำแล้วให้หลากล้นผ่านทางฝายน้ำล้นออกสู่คลองธรรมชาติทางทิศตะวันออกของเมือง และนอกจากนี้ยังได้สร้างคันดินโดยรอบตัวเมืองเพื่อทำหน้าที่สกัดกั้นน้ำหลากจากภายนอกเมืองไม่ให้ไหลบ่าเข้ามาท่วมภายในบริเวณตัวเมืองอีกด้วย

Thesis Title	Flood Protection and Drainage System of the Old Sukhothai City
Name	Mr. Montree Chatuthasri
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Thumrong Prempridi
Department	Civil Engineering
Academic Year	1979

ABSTRACT

The old city of Sukhothai is one of the most important former capital city of Thailand dating back to more than seven centuries ago. The area is richly densed with archaeological sites which are preserved in good condition. The government of Thailand is planned to further restore it to a national historical park. However, flood which might occur at the old Sukhothai city is a natural harzard that may cause the damage to the archaeological remnants. Therefore a good flood protection system is required. Past hydrological study of storm runoff resulting from rainfall showed that the floodwater came from the mountainous area of the west of the city of Sukhothai and from the inner parts of the old Sukhothai city. Since, the direct runoff at the old city had not been measured before, the surface runoff is predicted from the probable maximum precipitation using the method of instantaneous unit hydrograph and converting it to the probable maximum flood hydrograph.

Flood protection system capable of protecting the city against the 100 years flood selected in this study employed the method of providing flood storage and draining the excess storm runoff to the nearby watercourses. The improvement of the old drainage canals and storage basins such as ancient ponds within the city limit to increase the efficiency of storing floodwater is required. Since, within the old city, the area is richly densed with the

archaeological site and if the canals and storage basins are to be reconstructed outside the city limit, the floodwater within the area may damage the ruins. The excess storm water is then drained through the channelling spillways provided to the water channel outside the city. Perimeter bund is called for to keep away the floodwater from outside the city.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์ ที่กรุณาแนะแนวทางปฏิบัติให้ความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งนับแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อศาสตราจารย์ ดร. นิวัตต์ ดารานันทน์ หัวหน้าแผนกวิชาวิศวกรรมโยธา รองศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี รองศาสตราจารย์ วรุณ คุณวาสี และอาจารย์ ดร. ชัยพันธ์ รักวิจัย ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ที่ทำให้การวิจัยนี้สมบูรณ์ดังเจตนารมย์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาจากอาจารย์ทุกท่านที่กล่าวมาแล้ว จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อ นายนิคม มูสิกะคามะ หัวหน้าหน่วยงานศิลปากรสุโขทัย กรมศิลปากร และนายสุนัย สุนทราภา วิศวกร ประจำกองอุทกวิทยา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ในความกรุณาให้ความร่วมมือและความสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาอย่างสูงของบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนในการดำเนินการวิจัยนี้.

มนตรี จัตุทะศรี

สารบาญ

	หน้า
หน้าหัวเรื่องภาษาไทย	ก.
หน้าหัวเรื่องภาษาอังกฤษ	ข.
หน้าอนุมัติ	ค.
บทคัดย่อภาษาไทย	ง.
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ.
กิตติกรรมประกาศ	ช.
สารบาญ	ซ.
รายการตารางประกอบ	ฎ.
รายการภาพประกอบ	ฌ.
รายการสัญญลักษณ์	ผ.
บทที่	
1. บทนำ	1
1.01 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.02 วัตถุประสงค์และขอบข่ายของการวิจัย	4
1.03 ประโยชน์ของการวิจัย	4
1.04 แผนการวิจัย	4
1.4.1 การประเมินค่าน้ำหลากสูงสุด	5
1.4.2 แนวความคิดในการออกแบบและจัดระบบป้องกันน้ำท่วม	5
1.05 สมมุติฐานในการวิจัย	6
1.5.1 การประเมินค่าน้ำหลากสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น	6
1.5.2 คันดินและคลองระบายน้ำ	8

บทที่ หน้า

2. ประวัติความเป็นมาของเมืองสุโขทัยเก่า 9
2.01 การก่อตั้งเมืองสุโขทัยเป็นราชธานีไทย 9
2.02 การพัฒนาการทางประวัติศาสตร์และสภาพการณ์ของเมือง 10
2.03 รูปทรงและโครงสร้างของเมือง 14
2.04 โครงการอุทยานประวัติศาสตร์แห่งชาติ สุโขทัย 17
3. การศึกษาสภาพโดยทั่วไปของสุโขทัยเก่า 20
3.01 สถานที่ตั้งเมืองสุโขทัยเก่า 20
3.02 ลักษณะภูมิประเทศของสุโขทัยเก่า 21
3.03 การสำรวจดินทางวิศวกรรม 21
3.3.1 สถานที่และลักษณะภูมิประเทศ 23
3.3.2 สรุปผลการตรวจสอบและการทดลองดิน 23
3.04 ลักษณะภูมิอากาศ 24
3.05 ปริมาณน้ำฝน 25
3.06 อุณหภูมิ 25
3.07 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า 25
3.08 ปริมาณการระเหย 27
4. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย 28
4.01 รูปไฮโดรกราฟน้ำหลากและส่วนประกอบ 28
4.1.1 น้ำหลากส่วนที่ได้จากการไหลบนผิวดิน 28
4.1.2 น้ำหลากส่วนที่ได้จากการไหลในดินชั้นแรก 28
4.1.3 น้ำหลากส่วนที่ได้จากน้ำใต้ดิน 28
4.02 การคาดคะเนน้ำฝนสูงสุดในรอบปีต่าง ๆ 31
4.03 เส้นแสดงน้ำฝนเท่ากัน 32
4.04 รูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน 33
4.4.1 แนวความคิดของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน 35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

4.05 รูปหน่วยไฮโดรกราฟปกติ 39
4.06 การออกแบบคลองระบายน้ำ 40
4.07 การออกแบบฝายน้ำล้น 41
4.08 การออกแบบคันดิน 44
5. การศึกษาปริมาณน้ำหลากที่ใช้ในการออกแบบ 49
5.01 กล่าวโดยทั่วไป 49
5.02 การคาดคะเนปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น 49
5.2.1 สภาพทางอุตุนิยมวิทยา 49
5.2.2 การหาค่าน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด 50
5.2.3 ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 52
5.03 ค่าน้ำหลากที่อาจเกิดขึ้น 54
5.3.1 รูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลันของลุ่มน้ำที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมที่สุโขทัยเก่า 54
5.3.2 รูปหน่วยไฮโดรกราฟปกติของลุ่มน้ำที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมที่สุโขทัยเก่า 55
5.3.3 ค่าน้ำฝนสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบ 55
6. การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมที่สุโขทัยเก่า 64
6.01 การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมที่มีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย 64
6.1.1 การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมและการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค 64
6.1.2 การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมที่ปรากฏร่องรอยให้เห็นจนถึงปัจจุบัน 65
6.02 ข้อเสนอแนะในการจัดระบบป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำ 66

บทที่ หน้า

6.2.1 ข้อเสนอแนะพื้นฐานในการจัดระบบป้องกันน้ำท่วม 66
6.2.2 ข้อเสนอแนะในการจัดระบบป้องกันน้ำท่วมที่สุโขทัยเก่า 66
6.2.3 คันดิน คลองระบายน้ำและแหล่งเก็บกักน้ำ 68
6.2.4 ขนาดของคลองระบายน้ำ ฝายน้ำล้น และแหล่งเก็บกักน้ำ 69
7. การวิจารณ์และสรุปผลการวิจัย 71
7.01 การวิจารณ์ผลการวิจัย 71
7.02 สรุปผลการวิจัย 74
7.03 ข้อเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไป 76
บรรณานุกรม 78
ภาคผนวก 83
ประวัติการศึกษา 138

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.	งบประมาณตามโครงการอุทยานประวัติศาสตร์แห่งชาติสุโขทัย	19
2.	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำแม่กลองตอนบน	27
3.	ค่าอัตราการระเหยที่อาจเกิดขึ้นที่สุโขทัยเก่าโดยวิธีของ เพนแมน	27
4.	ค่าพารามิเตอร์ K และ N_1	44
5.	ค่าน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดและพื้นที่รับน้ำฝน	52
6.	ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าจากฝน 24 ชั่วโมง	59
7.	ค่าน้ำฝนที่ใช้ในการออกแบบสำหรับลุ่มน้ำที่แปลงค่ามาจากฝน 24 ชั่วโมง	60
8.	ค่าน้ำฝนสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบของลุ่มน้ำแม่รำพัน	60
9.	ค่าน้ำฝนสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบของลุ่มน้ำสรีดภงส์และเมืองเก่าสุโขทัย	60
ก – 1	เปอร์เซนต์ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงเวลาต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย	85
ก – 2	ปริมาณฝนสูงสุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงที่สุโขทัยเก่า	86
ก – 3	ค่าองค์ประกอบของลุ่มน้ำรับน้ำฝน	86
ก – 4	ค่าองค์ประกอบสำคัญของรูปหน่วยไฮโดรกราฟ	87
ก – 5	ปริมาณน้ำหลากที่คาดว่าจะเกิดขึ้น	87
ข – 1	แสดงการคำนวณออกแบบคันดิน	90
ข – 2	แสดงการคำนวณออกแบบคันดิน	90
ข – 3	แสดงการคำนวณออกแบบคลองระบายน้ำ	91

ตารางที่ หน้า

ข – 4 แสดงปริมาตรการกักเก็บของแหล่งเก็บน้ำ 94
ข – 5 แสดงการคำนวณออกแบบฝายน้ำล้น 97
ค – 1 การศึกษาความถี่ทางสถิติของปริมาณสูงสุด สำหรับฝน 1 วัน 111
ค – 2 การศึกษาความถี่ทางสถิติของปริมาณสูงสุด สำหรับฝน 2 วัน 112
ค – 3 การศึกษาความถี่ทางสถิติของปริมาณสูงสุด สำหรับฝน 3 วัน 113

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	แผนที่แสดงที่ตั้งของสุโขทัยเก่า	2
2.	แผนที่แสดงที่ตั้งลุ่มน้ำแม่รำพัน สรีดภงส์ และสุโขทัยเก่า	3
3.	แผนผังการระบายน้ำที่เกษตรทำมาแล้วที่สุโขทัยเก่า	7
4.	แผนที่แสดงอาณาจักรสุโขทัย	11
5.	แผนผังแสดงอาณาบริเวณของสุโขทัยเก่า	15
6.	แผนผังแสดงบริเวณตามโครงการอุทยานประวัติศาสตร์แห่งชาติสุโขทัย	18
7.	แผนผังแสดงตำแหน่งที่เจาะสำรวจดินทางวิศวกรรม	22
8.	แผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยประจำปี	26
9.	ส่วนประกอบของรูปไฮโดรกราฟน้ำหลาก	29
10.	ส่วนประกอบของน้ำหลากตามแหล่งที่มา	30
11.	น้ำใต้ดินส่วนที่เกิดจากฝั่งร่องน้ำ	30
12.	น้ำใต้ดินส่วนที่เกิดริมฝั่งร่องน้ำ	30
13.	CONVOLUTION OF I(r) AND IUH.	33
14.	การ ROUT ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำอย่างฉับพลันผ่านอ่างเก็บน้ำเชิงเส้นของแนช (NASH'S MODEL)	37
15.	กราฟแสดงการเหลื่อมของ S-curve	39
16.	การไหลของน้ำผ่านทำนบกั้นน้ำแบบปลายคมที่ยอด	42
17.	THE WES STANDARD SPILLWAY SHAPES	43
18.	แรงในภาวะสมดุลย์ของการพังทะลายของคันดิน	45
19.	ทางเดินของพายุโซนร้อนเข้าสู่ประเทศไทยในรอบ 25 ปี	51

รูปที่ หน้า

20	INSTANTANEOUS UNIT HYDROGRAPH FOR MAE RUMPAN BASIN	56
21	INSTANTANEOUS UNIT HYDROGRAPH FOR SARIDPONG BASIN	57
22	INSTANTANEOUS UNIT HYDROGRAPH FOR OLD SUKHOTHAI CITY	58
23	PROBABLE MAXIMUM FLOOD HYDROGRAPH FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN	61
24	PROBABLE MAXIMUM FLOOD HYDROGRAPH FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	62
25	PROBABLE MAXIMUM FLOOD HYDROGRAPH FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT OLD SUKHOTHAI CITY	63
26	แผนผังแสดงการจัดระบบป้องกันน้ำท่วม และการระบายน้ำตามการวิจัย	67
ข – 1	การพังทะลายของคันดิน	89
ข – 2	คลองระบายน้ำหลัก	92
ข – 3	คลองระบายน้ำสาขา	92
ข – 4	คลองระบายน้ำ และคันดินรอบเมืองสุโขทัยเก่า	93
ข – 5	ฝายน้ำล้น (SPILLWAY)	99
ค– 1ถึง ค – 20	ผลการเจาะสำรวจดินทางวิศวกรรม	101 ถึง 110

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

ก – 21 INTENSITY-DURATION OF RAINFALL AT TAK 144

ก – 22 MAE RUMPAN BASIN 115

ก – 23 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAY RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 116

ก – 24 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN. 117

ก – 25 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 118

ก – 26 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAY RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 119

ก – 27 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 120

ก – 28 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 121

ก.– 29 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAYS RAINFALL FOR THE 100YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN 122

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

ค – 30	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN	123
ค – 31	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT MAE RUMPAN BASIN	124
ค – 32	SARIDPONG BASIN	125
ค – 33	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAY RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	126
ค – 34	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	127
ค – 35	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 5 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	128
ค – 36	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAY RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	129
ค – 37	ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN	130

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

ค – 38 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 20 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN 131

ค – 39 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 1 DAY RAINFALL FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN 132

ค – 40 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 2 DAYS RAINFALL FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN 133

ค – 41 ISOHYETAL MAP OF MAXIMUM 3 DAYS RAINFALL FOR THE 100 YEARS FREQUENCY STORM AT SARIDPONG BASIN 134

ค – 42 MAXIMUM RAINFALL V.S. RECURENCE INTERVAL AT MAE RUMPAN BASIN 135

ค – 43 MAXIMUM RAINFALL V.S. RECURENCE INTERVAL AT OLD SUKHOTHAI CITY AND SARIDPONG BASIN 136

ค – 44 แผนที่แสดงที่ตั้งจังหวัดสุโขทัย 137

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการสัญญลักษณ์

a'	คือ	ค่าพารามิเตอร์ของการกระจายข้อมูลน้ำฝน
a	คือ	ความลาดเอนด้านท้ายน้ำของทางน้ำล้น
A	คือ	พื้นที่รับน้ำฝน
A_w	คือ	พื้นที่ระหว่างเส้นแนวน้ำฝนเท่ากัน
b	คือ	รีดิวส์แวเรียต
B	คือ	ความกว้างของทางน้ำล้น
c	คือ	แรงยึดเกาะระหว่างดิน
C	คือ	ค่าคงที่
C_c	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของเชซี่
C_d	คือ	ค่าคงที่ ที่ใช้ในการออกแบบทางน้ำล้น
C_m	คือ	เป็นค่าคงที่มีค่าเป็น 1 ในหน่วย SI. และมีค่าเป็น 1.49 ในหน่วย FT. ใช้ในสูตรของ แมนนิ่ง
C_s	คือ	ความสูงของ sill
e	คือ	ฐานของ Napierian logarithm
F	คือ	Froude Number
g	คือ	ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก
h	คือ	ความสูงจากท้องคลองถึงจุดยอดของทางน้ำล้น
H_a	คือ	ความสูงจากระดับผิวน้ำถึงเส้นบอกพลังงาน
H_d	คือ	ความสูงของระดับน้ำเหนือจุดยอดของทางน้ำล้น ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบทางน้ำล้น
H_e	คือ	ความสูงของระดับน้ำวัดจากจุดยอดของทางน้ำล้นถึงเส้นบอกพลังงาน
I	คือ	ปริมาณน้ำที่เข้าในอ่างเก็บน้ำ
$j_1, j_2 -- j_m$	คือ	อัตราการตกของฝนเหนือพื้นที่รับน้ำฝน P_1 จนถึง P_m ตามลำดับ
k	คือ	สัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ

K คือ ค่าพารามิเตอร์ของทางน้ำล้น

l_c คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางของวงกลมของความผิดถึงแนวของแรง

L คือ ความยาวของลำน้ำหลัก

L_B คือ ความยาวของแอ่งน้ำนิ่ง

L_C คือ ความยาวของลำน้ำหลักถึงบริเวณใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำ

m คือ จำนวนอ่างเก็บน้ำ

n คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความหยาบของท้องคลอง ในสูตรของ แมนนิ่ง

N คือ จำนวนปีของสถิติของน้ำฝนที่มีการบันทึก

N_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของทางน้ำล้น

P คือ แรงรวมระหว่าง P_c และ W ในรูป force polygon

P_c คือ แรงที่ทำขนานกับผิวของการพังทะลายของคันดิน

P_n คือ แรงในแนวตั้งฉากกับผิวของการพังทะลายของคันดิน

$P_1, P_2 -- P_m$ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนที่ 1 จนถึงส่วนที่ m

$q_1, q_2 -- q_m$ คือ ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่างเก็บน้ำเชิงเส้น

Q คือ ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่างเก็บน้ำ

Q_o คือ ปริมาณน้ำที่ออกจากอ่างเก็บน้ำที่ช่วงเวลา

Q_p คือ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำ

r_a คือ ค่าน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำ

r_w คือ ค่าน้ำฝนเฉลี่ยในระหว่างเส้นแนวน้ำฝนเท่ากัน

R_o คือ รัศมีความโค้งของการพังทะลายของคันดิน

R_1 คือ รัศมีความโค้งด้านหน้าทางน้ำล้นตอนบน

R_2 คือ รัศมีความโค้งด้านหน้าทางน้ำล้นตอนล่าง

R_3 คือ รัศมีความโค้งของปลายทางน้ำล้น

s คือ ปริมาตรการกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ

s_o คือ ปริมาตรการกักเก็บในช่วงเวลา

S	คือ	ความลาดชัน
S_1, S_2	คือ	พิกัดของ S-curve ที่จุดที่ 1, 2 ตามลำดับ
t	คือ	ช่วงเวลาใด ๆ ของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน
t_o	คือ	ช่วงเวลาฝนตกโดยฉับพลัน
t_L	คือ	เวลาที่เกิดค่าสูงสุดของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน
T_p	คือ	ช่วงเวลาที่เกิดน้ำหลากสูงสุด
$u(t)$	คือ	พิกัดของรูปหน่วยไฮโดรกราฟฉับพลัน
V	คือ	ความเร็วของน้ำไหล
V_a	คือ	ความเร็วของกระแสน้ำก่อนถึงทางน้ำล้น
V_1	คือ	ความเร็วของน้ำก่อนจั๊ม
w	คือ	จำนวนของพื้นที่ ที่อยู่ระหว่างเส้นน้ำฝนเท่ากัน
W	คือ	น้ำหนักของก้อนดิน
X	คือ	พิกัดตามแกน x ของทางน้ำล้น
$\bar{X}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของ X_i ซึ่งมีค่าเท่ากับ X_i/N
X_f	คือ	ค่าสูงสุดของการกระจายข้อมูลน้ำฝน
X_i	คือ	ข้อมูลอัตราการตกสูงสุดของฝนรายปีในปีที่ i
X_T	คือ	ค่าคาดละเนของอัตราการตกสูงสุดของฝนในรอบ T ปี
y_1	คือ	ความลึกของน้ำก่อนจั๊ม
y_2	คือ	ความลึกของน้ำภายหลังจั๊ม
Y	คือ	พิกัดตามแกน y ของทางน้ำล้น
ϕ	คือ	มุมภายในของความฝืดระหว่างดิน
Γm	คือ	แกรมม่าฟังก์ชั่นของ m มีค่าเท่ากับ $(m-1)!$