

ความเป็นไปได้ในการชุดคลองเพื่อบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำบางนรา



นายพิพรรธ วงศ์วิวัฒน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-282-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016239

I10306432

Possibility of Canal Dredging for Flood Mitigation in Bang Nara River



Mr.Pipat Vongvivat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-282-8



หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความเป็นไปได้ในการชุดคลองเพื่อบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำบางนรา
โดย นายนิพนธ์ วงศ์วิวัฒน์
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ลูวีระ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณธนากุลวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ)

.....
(ศาสตราจารย์ จักริ จิตตะศรี)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ลูวีระ)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณธนากุลวงศ์)

พิมพ์ที่ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเดียวกันนี้ด้วย



พิพรรถ วงศ์วิวัฒน์ : ความเป็นไปได้ในการขุดคลองเพื่อบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำบางนรา
(POSSIBILITY OF CANAL DREDGING FOR FLOOD MITIGATION IN BANG NARA RIVER) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สมบูรณ์ ลูวิระ , อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์, 218 หน้า. ISBN 974-577-282-8

แม่น้ำบางนรา มีแนวขนานกับชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของอ่าวไทย อยู่ในเขตจังหวัดนราธิวาส ลักษณะพิเศษทางด้านชลศาสตร์ของแม่น้ำสายนี้คือมีปากน้ำ 3 แห่งเปิดสู่ทะเล คือปากแม่น้ำที่อำเภอเมือง ปากแม่น้ำที่อำเภอตากใบ และปากคลองน้ำแบ่งชุดโดยกรมชลประทาน การไหลในลำน้ำตลอดทั้งสายได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล อันจะมีผลทำให้ลำน้ำสามารถระบายน้ำได้น้อย ในปัจจุบัน แม่น้ำบางนรา มีประตูประตูปะทอนน้ำที่ปากน้ำทั้งสามแห่งสำหรับเป็นอาคารของระบบเก็บกักน้ำ เพื่อ การชลประทาน และการระบายน้ำ ซึ่งจากผลการศึกษาของใจกักรายงานว่า การก่อสร้างประตูประตูปะทอนน้ำที่ปากน้ำธรรมชาติทั้งสองแห่ง จะสามารถลดระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ยในลำน้ำได้เพียง 0.10 เมตร และลดระยะเวลาท่วมขังของน้ำได้ประมาณ 7 ถึง 8 ชั่วโมง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำบางนรา โดยกำหนดให้พิจารณาเลือกการขุดคลองแนวใหม่ 1 สาย หรือขยายคลองน้ำแบ่งเดิม จากการศึกษาความเหมาะสมทางด้านกายภาพ สามารถกำหนดแนวคลองได้เป็น 3 แนว ทางพื้นที่ด้านเหนือของแนวคลองน้ำแบ่ง การศึกษาได้พิจารณากรณีดำเนินการศึกษาต่าง ๆ ในแต่ละแนวคลองที่กำหนดขึ้นจากตัวแปรหลัก 3 ตัวแปร คือ ความกว้างของช่องเปิดประตูปะทอนน้ำ ความกว้างของกันคลอง และ ระดับธรณีประตูปะทอนน้ำ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของกรณีดำเนินการศึกษาที่กำหนดขึ้นมาี้ ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้น โดยใช้วิธีค่าแตกต่างจำกัด และคำนวณผลลัพธ์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การขุดคลองแนวใหม่เพิ่มขึ้น 1 สาย หรือขยายคลองน้ำแบ่งมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม ระดับความรุนแรงของอุทกภัยสามารถลดลงได้และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับตัวแปรต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระดับธรณีประตูปะทอนน้ำและแนวของคลอง ในกรณีนี้ที่เลือกขุดคลองใหม่ การขุดคลองตามแนวซึ่งอยู่ใกล้กับแนวคลองน้ำแบ่งมากที่สุดโดยที่กำหนดระดับธรณีประตูปะทอนเท่ากับ -4.900 ม.-รทก. จะมีประสิทธิภาพของการระบายน้ำสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติกร
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

Handwritten signatures and dates at the bottom right of the page.



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

PIPAT VONGVIVAT : POSSIBILITY OF CANAL DREDGING FOR FLOOD MITIGATION
IN BANG NARA RIVER. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.SOMBOON LUVIRA, Ph.D.,
THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. SUCHARIT KOONTANAKULVONG, D.Agr.,
218 PP. , ISBN 974-577-282-8

Bang Nara river flows parallel to western coast of the Gulf of Thailand in Narathiwat province. The river has two estauries ,at A.Muang and A.Tak Bai ,and one man-made outlet , at Royal Irrigation Department 's Nambaeng drain canal. Its obvious hydraulic feature is that the river flow behavior is affected by tidal oscillation. Therefore,the river drainage efficiency is low resulting in flooding during annual high flow period. At present,all outlets have regulators acting as water storage and drainage control structures. The regulators at its natural outlets were constructed according to JICA recommendation. Their flood control benefit is that flood peak average can be reduced by 0.10 metre and inundation duration can be reduced about 7 to 8 hours.

The objective of this study touches on aspect of the best solution finding for increasing drainage efficiency in Bang Nara river. The possible action is improving the existing Nambaeng canal or dredging a new canal. According to primary investigation on the physical characteristics of the river basin , three possible canal routes were selected. For each route,alternatives were set based on the variation of three dominating variables ,width of gate opening, width of canal, and sill elevation of gate. Then, a mathematical model was developed for characterizing the river configuration. The system is solved by finite difference method based on UNSTEADYFLOW Computer Programme .

The analysis results show that either dredging one additional canal or improving the existing Nambaeng canal are possible in engineering aspect. The degree of severity that can be reduced relates directly to all variables , particularly sill elevation of gate and route of canal. In the case of dredging a new canal , the most adjacent route to the Nambaeng canal with sill elevation at -4.900 m.-msl is the best solution.

ภาควิชา Civil Engineering

สาขาวิชา Civil Engineering

ปีการศึกษา 1989

ลายมือชื่อนิสิต P. Vongvivat

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Somborn Luvira

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Sucharit Koontanakulvong



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ และ ศาสตราจารย์จักรี จัตตะศรี ซึ่งได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ข้าพเจ้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ลุวิระ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิต คุธนกุลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือด้านแนวคิดต่าง ๆ อย่างใกล้ชิดด้วยดีตลอดมา ซึ่งข้าพเจ้ามีอาจจะลืมเลือนได้ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้บังคับบัญชาในกรมชลประทานทุกระดับชั้น ที่ได้สนับสนุนให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสศึกษาในระดับมหาบัณฑิต ขอขอบคุณรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนด้านทุนการศึกษาและการทำวิจัยครั้งนี้ จนกระทั่งสำเร็จล่วงโดยบริบูรณ์

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง ๆ ชมรมวิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาและขอขอบคุณ คุณนรินทร์ บางท่าไม้ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อท้วม และ คุณแม่ไพเราะห์ วงศ์วิวัฒน์ บิดามารดาของข้าพเจ้า และ คุณอาภาดา วงศ์วิวัฒน์ ผู้ซึ่งข้าพเจ้าให้ความเคารพรักเสมือนหนึ่งมารดาที่ได้วางรากฐานครอบครัวที่ดีและอบรมสั่งสอนชี้แนะแนวทางในการดำเนินชีวิตที่ถูกต้อง ตลอดมา

นิพนธ์ วงศ์วิวัฒน์



๗

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	5
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	6
1.4 การดำเนินการศึกษา.....	7
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา.....	8
บทที่ 2 สภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ศึกษาและการตรวจเอกสาร	
2.1 สภาพภูมิประเทศ.....	9
2.2 สภาพภูมิอากาศ.....	11
2.3 สภาพอุทกศาสตร์.....	16
2.4 การตรวจเอกสาร.....	17
บทที่ 3 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา	
3.1 การจำแนกการไหลในทางน้ำเปิด.....	36
3.2 สมการอธิบายการไหลไม่คงที่และสมมติฐาน.....	41
3.3 แนวคิดในการหาผลลัพท์ของสมการของการไหล.....	48
3.4 วิธีเชิงตัวเลข.....	49

	หน้า
3.5 แบบแผนค่าแตกต่างจำกัดที่นำมาใช้ทำการศึกษา.....	59
3.6 ขั้นตอนในการหาผลลัพธ์ของชุดสมการค่าแตกต่างจำกัด.....	61
3.7 วิธี Double Sweep.....	62
3.8 เงื่อนไขที่ขอบเขต.....	67
3.9 เงื่อนไขเริ่มต้นการคำนวณ.....	71
3.10 การคำนวณค่าความสูญเสียพลังงานทั้งหมดของน้ำที่ไหลผ่านระหว่าง ต่อม่อของประตุนระบาย.....	71
บทที่ 4 แบบจำลองคณิตศาสตร์	
4.1 การจำลองแบบปัญหา.....	75
4.2 การพัฒนาแบบจำลอง.....	77
4.3 การจำลองแบบปัญหาของการไหลในลำน้ำธรรมชาติ.....	80
4.4 แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับแม่น้ำบางนรา.....	81
4.5 ข้อมูลที่ใช้เพื่อจำลองปัญหา.....	82
4.6 การเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	93
บทที่ 5 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์	
5.1 วัตถุประสงค์.....	101
5.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	101
5.3 เพิ่มข้อมูลนำเข้า.....	105
5.4 การนำเสนอผลการคำนวณ.....	107
บทที่ 6 การวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์	
6.1 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์.....	112
6.2 ขั้นตอนในการวิเคราะห์.....	112
6.3 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อกำหนดแนวคลอง.....	113
6.4 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อกำหนดผลประโยชน์.....	114

	หน้า
6.5 การกำหนดขนาดอาคาร.....	120
6.6 สรุปผลการวิเคราะห์.....	121
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	151
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	153
เอกสารอ้างอิง.....	164
ภาคผนวก ก พระราชดำริเกี่ยวกับงานชลประทานในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	168
ภาคผนวก ข วิธีการสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำทำโดยวิธีของ Nakayasu.....	172
ภาคผนวก ค โปรแกรมคอมพิวเตอร์และตัวอย่างข้อมูลนำเข้า.....	175
ภาคผนวก ง ชุดแผนที่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา	207
ประวัติผู้ศึกษา.....	218

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2-1 ข้อมูลคุณสมบัติของจังหวัดนราธิวาส (พ.ศ.2494-พ.ศ.2523).....	12
2-2 เปรียบเทียบค่าผิดพลาดสูงสุดและเวลาที่ใช้คำนวณระหว่าง แบบแผนค่าแตก ต่างจำกัด 4 แบบแผน.....	19
2-3 กรณีดำเนินการศึกษา 8 กรณี ที่กำหนดโดย JICA เพื่อใช้พิจารณาหามาตรการ ที่เหมาะสมสำหรับบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำบางนรา.....	20
2-4 สรุปโครงการชลประทานใน จังหวัดนราธิวาส.....	35
4-1 มิติต่าง ๆ ของแม่น้ำบางนรา.....	85
4-2 มิติต่าง ๆ ของคลองระบายน้ำน้ำแบ่ง.....	87
4-3 ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของปริมาณฝนที่ตกติดต่อกัน เป็นเวลานาน 1 ถึง 7 วัน ในคาบที่กลับของการเกิดซ้ำต่าง ๆ.....	93
4-4 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของแม่น้ำบางนรา.....	97
5-1 โปรแกรมหลักและ โปรแกรมย่อยของ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น.....	102
5-2 ข้อมูลนำเข้า โดยโปรแกรม UNSTEADYFLOW.....	104
5-3 ข้อมูลนำเข้า โดยโปรแกรม USFLOW.....	106
5-4 รูปแบบแสดงผลการคำนวณค่าระดับน้ำที่รูปหน้าตัดใด ๆ ของแม่น้ำบางนรา ตลอดช่วงระยะเวลาที่เกิดน้ำหลาก.....	108
5-5 รูปแบบแสดงผลการคำนวณค่าปริมาณการไหลที่รูปหน้าตัดใด ๆ ของแม่น้ำบาง นราตลอดช่วงระยะเวลาที่เกิดน้ำหลาก.....	109
5-6 รูปแบบตารางแสดงค่าระยะเวลาท่วมขัง และ ค่าระดับน้ำสูงสุดที่รูปหน้าตัด ใด ๆ ของแม่น้ำบางนรา ตลอดช่วงระยะเวลาที่เกิดน้ำหลาก.....	110
5-7 รูปแบบตารางแสดงผลการคำนวณค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากผลผลิตข้าว จาก บริเวณพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำบางนราที่ประสบอุทกภัย.....	111
6-1 การให้ผลผลิตข้าวสำหรับช่วงระยะเวลาเจริญต่าง ๆ กับระดับความรุนแรงของ อุทกภัย.....	119

ตาราง	หน้า
6-2 กรณีดำเนินการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของ แนวคลองต่อความสามารถในการระบายน้ำ.....	130
6-3 กรณีดำเนินการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของระดับธรณีประตู่ต่อความสามารถในการระบายน้ำ.....	131
6-4 กรณีดำเนินการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของ ขนาดช่องเปิดประตูระบายและความกว้างกันคลองต่อความสามารถในการระบายน้ำ กรณีชุดคลองแนวใหม่.....	132
6-5 กรณีดำเนินการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบของ ขนาดช่องเปิดประตูระบายและความกว้างกันคลองต่อความสามารถในการระบายน้ำ กรณีขยายคลองน้ำแบ่ง.....	134
6-6 ระยะเวลาท่วมขังเฉลี่ย (วัน) ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลักที่มีระดับเฉลี่ย +1.00 +1.50 และ +2.00 เมตร-รทก. กรณีชุดคลองแนวใหม่ กรณีขยายคลองน้ำแบ่ง และกรณีสภาพปัจจุบัน.....	136
6-7 ระยะเวลาท่วมขังเฉลี่ย(วัน) ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายรองที่มีระดับเฉลี่ย +1.00 +1.50 และ +2.00 เมตร-รทก. กรณีชุดคลองแนวใหม่ กรณีขยายคลองน้ำแบ่ง และกรณีสภาพปัจจุบัน.....	137
6-8 ระดับน้ำท่วมสูงสุดเฉลี่ย (เมตร-รทก.) ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายกรณีชุดคลองแนวใหม่ กรณีขยายคลองน้ำแบ่ง และกรณีสภาพปัจจุบัน.....	138
6-9 ผลประโยชน์รวมจากผลผลิตข้าว (ล้านบาท) จากบริเวณพื้นที่เป้าหมายกรณีชุดคลองแนวใหม่ ขยายคลองน้ำแบ่ง และกรณีสภาพปัจจุบัน.....	139
6-10 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าว (ล้านบาท) ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายกรณีชุดคลองแนวใหม่.....	140
6-11 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าวจากบริเวณพื้นที่เป้าหมายกรณีชุดคลองในแนวที่ 1	141
6-12 อัตราการเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์หน่วยสุดท้าย เมื่อลดระดับธรณีประตูระบายลงหนึ่งหน่วย.....	142

ตาราง	หน้า
6-13 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าวจากบริเวณพื้นที่เป้าหมาย สำหรับความกว้าง ของกันคลองระบายและช่องเปิดประตูระบาย ขนาดต่าง ๆ.....	143
6-14 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าวจากบริเวณพื้นที่เป้าหมาย สำหรับความกว้างของ กันคลองระบายและช่องเปิดประตูระบาย ขนาดต่าง ๆ.....	144
6-15 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าวจากพื้นที่นาที่มีระดับเฉลี่ย +1.00 +1.50 และ +2.00 เมตร-รทก. ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลัก.....	145
6-16 ระดับน้ำท่วมต่ำสุด-เฉลี่ย-สูงสุด ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลัก กรณีชุดคลอง แนวใหม่.....	146
6-17 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าวจากพื้นที่นาที่มีระดับเฉลี่ย +1.00 +1.50 และ +2.00 เมตร-รทก. ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลัก.....	147
6-18 ผลประโยชน์จากผลผลิตข้าว จากพื้นที่นาบริเวณพื้นที่เป้าหมาย กรณีขยายคลอง น้ำแบ่งและช่องเปิดประตูระบาย.....	148
6-19 ระยะเวลาท่วมขังเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีระดับเฉลี่ย +1.00 +1.50 และ +2.00 เมตร-รทก. บริเวณเป้าหมายหลัก.....	149
6-20 ระดับน้ำท่วมต่ำสุด-เฉลี่ย-สูงสุด ในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลัก กรณีขยาย คลองน้ำแบ่งเดิม.....	150
7-1 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายน้ำตัวบน (ลบ.ม./วินาที) กรณีชุดคลอง แนวใหม่.....	157
7-2 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายที่เสนอใหม่(ลบ.ม./วินาที) กรณีชุดคลอง แนวใหม่.....	158
7-3 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายคลองน้ำแบ่ง (ลบ.ม./วินาที) กรณีชุด คลองแนวใหม่.....	159
7-4 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายน้ำตัวล่าง (ลบ.ม./วินาที)ที่ อ. ตากใบ กรณีชุดคลองแนวใหม่.....	160
7-5 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายน้ำตัวบน(ลบ.ม./วินาที) กรณีขยายคลอง น้ำแบ่ง.....	161

ตาราง	หน้า
7-6 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายคลองน้ำแบ่ง (ลบ.ม./วินาที) กรณีขยาย คลองน้ำแบ่ง.....	162
7-7 อัตราการไหลสูงสุดผ่านประตูระบายน้ำตัวล่าง (ลบ.ม./วินาที) ที่ อ.ตากใบ กรณีขยายคลองน้ำแบ่ง.....	163



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูป	หน้า
1-1 บริเวณพื้นที่ศึกษา.....	2
1-2 ประติรูประบายน้ำปลายคลองน้ำแบ่ง ก่อสร้างโดยกรมชลประทาน แล้วเสร็จ เมื่อ พ.ศ. 2526.....	3
2-1 แผนที่แสดงขอบเขตและขนาดพื้นที่รับน้ำของลำน้ำสาขาของลำน้ำบางนรา....	10
2-2 สภาพภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2494 - พ.ศ. 2523) อ.เมือง จ. นราธิวาส.....	13
2-3 พังลม (wind rose) ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2494 - พ.ศ. 2523) ของ จ.นราธิวาส.....	15
2-4 แนวคันกั้นน้ำล้อมรอบ ต.โฆษิต ต.น่านาก และ ต.เกาะสะท้อน จ.นราธิวาส ที่เสนอโดย SMEC.....	28
3-1 การจำแนกชนิดการไหลในทางน้ำเปิด.....	37
3-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความลึกกับการจำแนกสภาวะการไหล....	43
3-3 รูปตัดตามขวางและรูปตัดตามความยาวของลำน้ำสำหรับศึกษา สมการต่อเนื่อง และสมการโมเมนตัม.....	44
3-4 แรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อปริมาตรควบคุม.....	45
3-5 แผนภูมิแสดงการจำแนกวิธีเชิงตัวเลข.....	50
3-6 ระบายระยะทาง-เวลา ในการคำนวณโดย วิธีค่าแตกต่างจำกัด.....	51
3-7 ระบายระยะทาง-เวลา ในการคำนวณโดย วิธีค่าแรคเตอร์ริสติก.....	51
3-8 โค้งความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน $u(x)$	53
3-9 ระบายระยะทาง-เวลา ของฟังก์ชันสองตัวแปร $u(x)$	55
3-10 ระบายระยะทาง-เวลา ของฟังก์ชันสองตัวแปร $u(x)$ สำหรับใช้อธิบายการ ประมาณค่าแตกต่างจำกัด.....	55
3-11 แบบแผน Abott-Ionescu.....	59
3-12 แผนภาพแสดงลำน้ำสายเดี่ยว.....	62
3-13 ลำน้ำที่มีลักษณะครบวง.....	66
3-14 พังแสดงจุดเชื่อมต่อลำน้ำเพื่อใช้กับวิธี Abott-Ionescu.....	66

รูป	หน้า	
3-15	ผังอธิบายขั้นตอนการคำนวณในกรณีที่มีลำน้ำสายย่อยเชื่อมต่อกับลำน้ำสายหลัก.	68
3-16	ปริมาณน้ำและทิศทางการไหลเมื่อลำน้ำสายใหญ่มีลำน้ำสาขาไหลมาบรรจบ...	71
3-17	ลักษณะการไหลของน้ำผ่านตอม่อสะพาน.....	73
3-18	ค่าสัมประสิทธิ์ของตอม่อ(c) ลักษณะต่าง ๆ.....	73
4-1	ขั้นตอนทั่วไปในการพัฒนาแบบจำลอง.....	79
4-2	แผนภาพของแม่น้ำบางนรา.....	83
4-3	รูปตัดทรวงเรขาคณิตที่ใช้ในการปรับรูปหน้าตัดตามขวางของแม่น้ำบางนรา....	84
4-4	รูปหน้าตัดตามขวางของแม่น้ำบางนรา.....	88
4-5	รูปตัดตามความยาวลำน้ำของแม่น้ำบางนรา.....	91
4-6	กราฟน้ำกำลังเคราะห์ของ คลองปุยู คลองสุโหงปาดี คลองไฉ่รอง และ พรุโต๊ะแดง.....	94
4-7	กราฟน้ำกำลังเคราะห์ของ คลองจวบ คลองช้าง คลองปุเจาะยามู และ คลองโต๊ะเจ๊ะ.....	94
4-8	กราฟน้ำกำลังเคราะห์ของแม่น้ำยาแก้ง.....	95
4-9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลา ที่บริเวณปากแม่น้ำบางนรา ทางด้าน อ.เมือง และทางด้าน อ.ตากใบ.....	95
4-10	แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดระดับน้ำ ในบริเวณพื้นที่ ศึกษา.....	98
4-11	การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของ แม่น้ำบางนรา โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำ ที่วัดจากสถานี X-160 ระหว่าง วันที่ 8 พฤศจิกายน 2528 ถึง วันที่ 16 พฤศจิกายน 2528.....	99
4-12	การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของ แม่น้ำบางนรา โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำ ที่วัดจากสถานี X-161 ระหว่าง วันที่ 8 พฤศจิกายน 2528 ถึง วันที่ 16 พฤศจิกายน 2528.....	99
4-13	ระดับน้ำที่วัดและที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง โดยใช้ ข้อมูลระดับน้ำ จากสถานี X-160 ระหว่าง วันที่ 8 ธันวาคม 2528 ถึง วันที่ 18 ธันวาคม 2528.....	100

รูป	หน้า
4-14 ระดับน้ำที่วัดและที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง โดยใช้ ข้อมูลระดับน้ำจากสถานี X-161 ระหว่าง วันที่ 8 ธันวาคม 2528 ถึง วันที่ 18 ธันวาคม 2528.....	100
5-1 ผังแสดงระบบการทำงานระหว่าง โปรแกรมหลักและ โปรแกรมย่อย.....	103
6-1 แนวคลองที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ศึกษาและประเมินความเป็นไปได้ ในการบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำบางนรา.....	115
6-2 ความสูงของต้นข้าวพันธุ์ กข.13 ในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ.....	118
6-3 กราฟแสดงค่าระยะเวลาท่วมขัง (ชั่วโมง) บนบริเวณพื้นที่ที่มีระดับโดยเฉลี่ย +1.000 ม.-รทก. บริเวณพื้นที่เป้าหมายหลักและบริเวณพื้นที่เป้าหมายรอง..	124
6-4 กราฟแสดงค่าระยะเวลาท่วมขัง (ชั่วโมง) บนบริเวณพื้นที่ที่มีระดับโดยเฉลี่ย +1.500 ม.-รทก. บริเวณพื้นที่เป้าหมายหลักและบริเวณพื้นที่เป้าหมายรอง..	124
6-5 กราฟแสดงค่าระยะเวลาท่วมขัง (ชั่วโมง) บนบริเวณพื้นที่ที่มีระดับโดยเฉลี่ย +2.000 ม.-รทก. บริเวณพื้นที่เป้าหมายหลักและบริเวณพื้นที่เป้าหมายรอง..	125
6-6 กราฟแสดงค่าระดับน้ำท่วมสูงสุดเฉลี่ย(ม.-รทก.) บนบริเวณพื้นที่ที่มีระดับโดยเฉลี่ย+2.000 ม-รทก.บริเวณพื้นที่เป้าหมายหลักและบริเวณพื้นที่เป้าหมายรอง	125

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย