

ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสวนาสันเขื่อน  
โดยใช้กรณีของเขื่อนอุบลรัตน์สำหรับการศึกษา



นายประพนธ์ กระโจมแก้ว

ศูนย์วิทยุทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533


ISBN 974-577-715-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016373

๒๕๓๓

Dam Raising Benefit Optimization  
Using Ubolrattana Multipurpose Dam as a Case Study



Mr. Prapoj Krajongaw

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 974-577-715-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมเส้นเขื่อน โดยใช้กรณีของเขื่อน  
อุบลรัตน์ สำหรับการศึกษา

โดย

นายประพนธ์ กระจมแก้ว

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ลูวีระ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

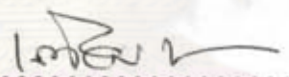
ศาสตราจารย์ จักรี จิตตะศรี

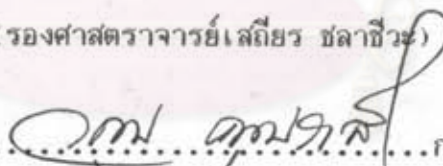


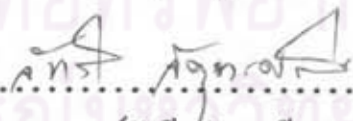
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

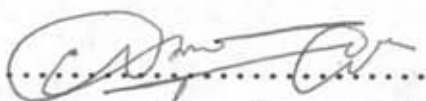
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรนัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์เสถียร ชลาธีระ )

  
.....กรรมการ  
( ศาสตราจารย์วรุณ คุณวาสี )

  
.....กรรมการ  
( ศาสตราจารย์จักรี จิตตะศรี )

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



ประพนธ์ กระโจมแก้ว : ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน โดยใช้กรณีของ  
 เขื่อนอุบลรัตน์สำหรับการศึกษา ( Dam Raising Benefit Optimization Using  
 Ubolrattana Multipurpose Dam as a Case Study) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.  
 สมบูรณ์ ลุวิระ อ.ที่ปรึกษาร่วม: ศ.จักรี จิตตะศรี, 184 หน้า. ISBN 974-577-715-3

การเสริมสันเขื่อนเดิมให้สูงขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำสำหรับป้องกัน  
 ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการไหลล้นข้ามสันเขื่อน บรรเทาอุทกภัยท้ายเขื่อนและเป็นการพัฒนาการใช้  
 น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการชลประทานที่สามารถเพิ่มผลผลิต และขยายพื้นที่เพาะ  
 ปลูก การเพิ่มผลผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ฯลฯ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน  
 โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการพัฒนาข้อจำกัดที่มีผลต่อขนาดสูงสุดของการเสริมสัน  
 เขื่อนโดยทั่วไปและวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์  
 ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อนโดยใช้วิธีการโปรแกรมแบบพลวัต เขียนเป็นโปรแกรม  
 คอมพิวเตอร์ ภาษาไพธอน ใช้กับเครื่อง IBM AT และส่วนที่สามเป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมทาง  
 ด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบหาขนาดการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุดสำหรับเขื่อนอุบลรัตน์

ข้อจำกัดที่มีผลต่อขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนโดยทั่วไป ประกอบด้วยข้อจำกัดของตัวเขื่อน  
 เดิมและอาคารประกอบ ข้อจำกัดของฐานรากที่ต้องรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ ข้อจำกัด  
 ทางด้านอุตุ-อุทกวิทยาและข้อจำกัดทางด้านการเงิน สำหรับกรณีศึกษาการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ ข้อจำกัด  
 ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนคือข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า  
 และข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา ซึ่งมีผลทำให้สามารถกำหนดระดับเก็บกักสูงสุดที่ +186.50 เมตร รทก.  
 หรือเสริมสันเขื่อนเพิ่มขึ้นสูงสุด 4.50 เมตร ผลของการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์  
 ได้ขนาดของการเสริมสันเขื่อนที่ดีที่สุดคือ เสริมสูงขึ้นอีก 4.00 เมตร ถึงระดับ +189.00 เมตร รทก.  
 ระดับเก็บกัก +186.00 เมตร รทก. ซึ่งให้ผลตอบแทนคิดเป็นค่าเงินปัจจุบันสุทธิได้ 64.301 ล้านบาท  
 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 1.414 ค่าเงินเฉลี่ยเท่ากับรายปี 6.408 ล้านบาท และอัตราผลตอบแทน  
 แทนเท่ากับ 14.599 % และที่ขนาดการเสริมสันเขื่อนสูง 4.00 เมตร นี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะผลประโยชน์  
 ในด้านการบรรเทาอุทกภัย สามารถลดความเสียหายเนื่องจากภาวะการน้ำท่วมภัยในปี พ.ศ. 2523 ได้คิด  
 เป็นเงิน 260.13 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2526 ได้ทั้งหมด

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา  
 สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ  
 ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต [ลายมือ]  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [ลายมือ]



PRAPOJ KRAJOMGAEW: DAM RAISING BENEFIT OPTIMIZATION USING UBOLRATTANA  
MULTIPURPOSE DAM AS A CASE STUDY. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.  
SOMBOON LUVIRA , Ph.D., CO-ADVISOR : PROF. CHAKRI CHATUTHASRY. 184 pp.  
ISBN 974-577-715-3

Raising of main dams are usually done to increase their reservoir storage volume. In general, the main purposes are prevention of damage from overtopping and reduction of downstream area floods. Meanwhile, the additional storage water also benefits irrigation and hydro-power generation aspects. The existing irrigated farm land will have low risk of water shortage crisis and new irrigated areas can be expanded. Therefore, the limited available water resource is then used in the optimum manner.


There are three parts in this study. The first part is the development of maximum height constraint seeking process. The procedure then be applied to Ubolrattana Multipurpose Dam case study. The second part is an analysis of optimum benefits from the reservoir operation according to the raising of the main dam by using Dynamic Programming on IBM AT computer. The third part is economic analysis which is done in order to obtain the optimum height of the raising.

Constraints that affect the maximum height of a main dam raising are the type of existing dam, its site, structures and appurtenants, limitation on the aspects of foundation that has to carry heavier load, reservoir inundated area, meteorology, hydrology, and the raising budget. For Ubolrattana Dam, the maximum raising height is 4.50 meters which is limited by head of hydro-power generation process and the reservoir inflows. However, economic feasibility analysis reveals that the best maximum raising height is 4.00 meters. At this state, the present value of the return from investment is 64.301 million baht. Uniform annual benefit is 6.408 million baht. Benefit-cost ratio is 1.414 and the rate of return is 14.599 %. Had the main dam is raised by this optimum height, the big flood of 1983 could have been averted and the damage according to flood in 1980 could have been reduced by 260.13 million baht.

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา .....

สาขาวิชา วิศวกรรมแหล่งน้ำ .....

ปีการศึกษา 2532 .....

ลายมือชื่อนิสิต  .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา  .....



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ลูวิระ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์จักรี จิตตะศรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการศึกษา และเขียนวิทยานิพนธ์มาตลอด ขอขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์เสถียร ชลาชีวะ ศาสตราจารย์ วรณ คุณวาสี ที่ท่านให้คำแนะนำ ปรึกษา และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ในการศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ รวมทั้งแนวความคิดทางด้าน วิศวกรรมแหล่งน้ำ ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาในสถาบันการศึกษาแห่งนี้

อนึ่ง ผู้เขียนขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของกรมไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เจ้าหน้าที่ของกรมชลประทานและกรมอุทกนิยมนวิทยาที่กรุณาให้ความสะดวก และให้ความช่วยเหลือในภารเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เจ้าหน้าที่แผนกวิเคราะห์แผนและนโยบาย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และนายช่างชลประทานโครงการน้ำพองหนองหวาย จังหวัดขอนแก่น

ท้ายนี้ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ-แม่ ผู้ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ "ลูก" ผู้ทำการศึกษาเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร ประพนธ์ กระจิมแก้ว  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



๕

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ
สารบัญภาพ .....	ฏ
ความหมายของสัญลักษณ์ .....	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....	3
1.3 ขอบข่ายการศึกษา .....	3
1.4 การสำรวจผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง .....	4
1.5 แผนการดำเนินการศึกษาวิจัย .....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	10
บทที่ 2 ทฤษฎีและวิธีการวิเคราะห์	
2.1 การโปรแกรมแบบพลวัต .....	14
2.1.1 รูปแบบโดยทั่วไปของการโปรแกรมแบบพลวัต.....	15
2.1.2 การหาคำตอบโดยการโปรแกรมแบบพลวัต.....	21
2.1.3 การโปรแกรมแบบพลวัตสำหรับการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ.....	22
2.2 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการอ่างเก็บน้ำแบบแผนประสงค์ .....	32
2.2.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ.....	32
2.2.2 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการชลประทาน.....	35
2.2.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการป้องกันอุทกภัย.....	37

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ .....	40
2.3.1 วิธีหาค่าเงินปัจจุบัน .....	41
2.3.2 วิธีอัตราผลตอบแทน .....	42
2.3.3 วิธีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน .....	42
2.3.4 วิธีคำนวณเงินเฉลี่ยเท่ากันรายปี .....	43
บทที่ 3 ข้อจำกัดของขนาดการเสริมสั้น เขื่อนสูงสุด	
3.1 ข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ .....	44
3.1.1 ลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน .....	45
3.1.2 เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า.....	45
3.1.3 ความมั่นคงของเขื่อนที่เสริม .....	47
3.1.4 ชนิดของเขื่อนเดิมและข้อจำกัดอื่นๆ.....	56
3.2 ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น .....	58
3.2.1 การไหลซึมผ่านได้ฐานราก .....	59
3.2.2 การทรุดตัวของฐานราก .....	60
3.3 ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ .....	61
3.3.1 ลักษณะทางภูมิประเทศและสภาวะทางธรณีวิทยาของอ่างเก็บน้ำ ...	61
3.3.2 การพังทลายของเนินเขา.....	61
3.3.3 พื้นที่สำคัญที่ยอมให้น้ำท่วมไม่ได้ .....	62
3.3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณค่าทางเศรษฐกิจ .....	62
3.4 ข้อจำกัดทางด้านอุตุ- อุตกวิทยา .....	63
3.5 ข้อจำกัดทางด้านการเงิน .....	63
3.6 สรุปข้อจำกัดของขนาดการเสริมสั้น เขื่อนสูงสุด.....	63
บทที่ 4 การประเมินผลประโยชน์และค่าลงทุนของโครงการ	
4.1 พื้นที่โครงการเสริมสั้น เขื่อนอุบลรัตน์ .....	68
4.2 การออกแบบเสริมสั้น เขื่อน .....	69
4.3 การประเมินผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ.....	71



สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.1	ผลประโยชน์ต่อหน่วยด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ.....	75
4.3.2	ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการชลประทาน .....	75
4.3.3	ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการป้องกันอุทกภัย .....	76
4.3.4	สรุปผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเสริมสันเขื่อน.....	79
4.4	การประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการเสริมสันเขื่อน	
4.4.1	ราคาต่อหน่วยของการก่อสร้าง .....	83
4.4.2	ค่าลงทุนทั้งหมดของการเสริมสันเขื่อน .....	84
บทที่ 5	การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์	
5.1	ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา .....	90
5.2	การวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อนและผลการวิเคราะห์ .....	90
5.2.1	ข้อจำกัดของตัวเขื่อนและอาคารประกอบ .....	91
5.2.2	ข้อจำกัดของฐานรากที่รับน้ำหนักเพิ่มขึ้น .....	94
5.2.3	ข้อจำกัดของอ่างเก็บน้ำ .....	98
5.2.4	ข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา .....	99
5.2.5	ข้อจำกัดทางด้านการเงิน.....	100
5.2.6	สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสันเขื่อน.....	100
5.3	การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน .....	104
5.3.1	การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำและผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสันเขื่อน .....	104
5.3.2	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนการคำนวณ .....	104
5.3.3	ผลของการคำนวณ .....	105
5.4	การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และผลของการวิเคราะห์ ...	111
5.4.1	วัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิเคราะห์.....	111
5.4.2	ผลของการวิเคราะห์.....	111

• สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 6	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
6.1	สรุปผลการศึกษา.....	123
6.1.1	การวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสั้นเชื่อม.....	124
6.1.2	การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสั้นเชื่อม ..	125
6.1.3	การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ .....	126
6.2	ข้อเสนอแนะ.....	127
6.2.1	ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาเสริมสั้นเชื่อมต่างๆ .....	127
6.2.2	ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป .....	129
เอกสารอ้างอิง	.....	130
ภาคผนวก ก	การสำรวจความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมของโครงการอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอบรัตน์ .....	136
ภาคผนวก ข	ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา.....	142
ภาคผนวก ค	ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสั้นเชื่อมและการวิเคราะห์ ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ .....	156
ภาคผนวก ง	โปรแกรมคอมพิวเตอร์และขั้นตอนการคำนวณ.....	173
ประวัติผู้เขียน	.....	184

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียหาย และเกณฑ์ความปลอดภัยต่อการเลื่อนไถล ที่ยอมให้ .....	50
3.2 แสดงค่าเกณฑ์ความปลอดภัยต่อความลาด ที่ยอมให้ .....	66
3.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลซึม (k) ของชั้นดินชนิดต่างๆ.....	66
3.4 สรุปข้อจำกัดของขนาดการเสริมสัน เขื่อนสูงสุดสำหรับกรณีของโครงการเขื่อนและอ่างเก็บน้ำโดยทั่วไป.....	67
4.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยของโครงการศึกษา.....	85
4.2 ค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยที่ปริมาตรของการป้องกันอุทกภัยต่าง ๆ .....	86
4.3 แสดงการวิเคราะห์ราคาต่อหน่วยของรายการก่อสร้าง .....	86
4.4 แสดงผลการคำนวณปริมาณงานก่อสร้างทั้งหมดของการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่างๆ ...	87
4.5 แสดงผลการคำนวณค่าลงทุนทั้งหมดของการโครงการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่าง ๆ ...	88
4.6 สรุปผลค่าลงทุนทั้งหมดของโครงการ กับการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่างๆ.....	89
5.1 แสดงการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดินและคำนวณแรงกระทำต่าง ๆ ที่เงื่อนไขของ Steady Seepage .....	96
5.2 แสดงการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดินและคำนวณแรงกระทำต่าง ๆ ที่เงื่อนไขของ Rapid Drawdown .....	97
5.3 การคำนวณหาขนาดความจุสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ จากข้อจำกัดทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา..	102
5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ขนาดสูงสุดของการเสริมสัน เขื่อนอุบลรัตน์ และอ่างเก็บน้ำโดยทั่ว ๆ ไป .....	103
5.5 สรุปค่าลงทุนและผลประโยชน์ ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่างๆ.....	109
5.6 สรุปค่าลงทุนและผลประโยชน์ ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุดจากการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่างๆ	109
5.7 แสดงผลการคำนวณการเปลี่ยนค่าเงิน ที่เวลาต่าง ๆ เป็นค่าเงินปัจจุบัน ในปี พ.ศ.2528 ที่ขนาดการเสริมสูง 0.50 เมตร. ....	116
5.8 แสดงผลการคำนวณการเปลี่ยนค่าเงิน ที่เวลาต่าง ๆ เป็นค่าเงินปัจจุบัน ในปี พ.ศ.2528 ที่ขนาดการเสริมสูง 1.00 เมตร. ....	117
5.9 สรุปค่าเงินปัจจุบันของค่าลงทุน และผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นสูงสุด จากการเสริมสัน เขื่อนที่ขนาดต่างๆ.....	118
5.10 แสดงผลการวิเคราะห์ ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่การเสริมสัน เขื่อนขนาดต่างๆ.....	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีต่างๆ ..	121
5.12 สรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์โดย วิธีอัตรา ส่วนผลประโยชน์ ต่อเงินลงทุน ที่ขนาดความสูงและค่า Discount rate ต่างๆ..	122
5.13 สรุปผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีค่าเงิน ปัจจุบันสุทธิ ที่ขนาดความสูงและค่า Discount rate ต่างๆ.....	122
ก-1 ข้อมูลอัตราการไหลเข้า (Inflows) ของอ่างเก็บน้ำ เชื่อนอุปลรัตน์สูงสุด.....	139
ข-1 สถานีวัดน้ำฝนบริเวณพื้นที่รับน้ำ เชื่อนอุปลรัตน์และพื้นที่ใกล้เคียง .....	150
ข-2 เปรอร์เซ็นต์การกระจายของฝนรายเดือนเหนือพื้นที่รับน้ำ เชื่อนอุปลรัตน์ .....	152
ข-3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำด้านท้ายน้ำ .....	152
ข-4 แสดงปริมาณน้ำท่าของอ่างเก็บน้ำ เชื่อนอุปลรัตน์ .....	153
ข-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ ปริมาตร และระดับเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ .....	154
ข-6 แสดงการคำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทานทั้งหมด .....	155
ค-1 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนที่ขนาดต่างๆ... ..	157
ค-2 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 0.00 เมตร	162
ค-3 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 0.50 เมตร	162
ค-4 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 1.00 เมตร	163
ค-5 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 1.50 เมตร	163
ค-6 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 2.00 เมตร	164
ค-7 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 2.50 เมตร	164
ค-8 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 3.00 เมตร	165
ค-9 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 3.50 เมตร	165
ค-10 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 4.00 เมตร	166
ค-11 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 4.50 เมตร	166
ค-12 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 3.00 เมตร ปีพุทธกัษย พ.ศ. 2523.....	167
ค-13 ผลการคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับสูงสุดจากการเสริมสัน เชื่อนอุปลรัตน์สูง 3.00 เมตร ปีพุทธกัษย พ.ศ. 2526.....	167

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-14 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 0.50 เมตร.....	168
ค-15 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 1.00 เมตร.....	168
ค-16 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 1.50 เมตร.....	169
ค-17 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 2.00 เมตร.....	169
ค-18 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 2.50 เมตร.....	170
ค-19 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 3.00 เมตร.....	170
ค-20 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 3.50 เมตร.....	171
ค-21 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 4.00 เมตร.....	171
ค-22 รายละเอียดค่าลงทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากการเสริมสันเขื่อน อุบลรัตน์ สูง 4.50 เมตร.....	172



๗  
สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	แสดงที่ตั้งและพื้นที่รับน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำในลักษณะ เอนกประสงค์ เขื่อนอุบลรัตน์ อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น ..... 12
1.2	แสดงปริมาณการไหลของน้ำรายปี ที่จุดที่ตั้งตัวเขื่อนอุบลรัตน์ก่อนและหลัง มีโครงการ..... 13
1.3	แสดงบริเวณพื้นที่ถูกน้ำท่วมในกลุ่มแม่น้ำพอง และแม่น้ำชีเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2521 ..... 13
2.1	แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปร และฟังก์ชันต่างๆของระบบปัญหา การโปรแกรมแบบพลวัตน์ ..... 16
2.2	แสดงระบบปัญหาการโปรแกรมแบบพลวัตน์ N ชั้นตอน ..... 18
2.3	แสดงแผนภูมิสายงาน (Flow chart) การหาคำตอบ กรณีสถานะเข้า; $S_n$ และตัวแปร การตัดสินใจ; $d_n$ มีค่าที่เป็นไปได้ $K_n$ และ $J_n$ วิธี..... 23
2.4	แสดงตัวอย่างการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเดี่ยว ..... 26
2.5	แสดงระบบการแก้ปัญหาการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ ช่วงระยะเวลา 12 เดือน..... 27
2.6	แสดงสถานะของอ่างเก็บน้ำ ที่เวลา $t$ ใดๆ..... 27
2.7	แสดงตัวแปรสถานะและตัวแปรควบคุม ในขั้นตอนใดๆ ของการโปรแกรมแบบพลวัตน์ 27
2.8	แสดงการแบ่งส่วนของอ่างเก็บน้ำ โดยทั่วไป ..... 38
2.9	การดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ เพื่อบรรเทาอุทกภัย..... 38
3.1	แสดงลักษณะทางภูมิประเทศของที่ตั้งตัวเขื่อน โดยทั่วไป ..... 46
3.2	แสดงแรงต่างๆ ที่กระทำต่อตัวเขื่อน..... 53
3.3	แสดงแนวการพังทลายของดิน เนื่องจากความลาดแบบต่างๆ ..... 53
3.4	การวิเคราะห์เสถียรภาพของดิน โดยวิธี Slice Method ..... 53
3.5	ไดอะแกรมแสดงแรงดันใต้ฐานราก (Foundation Base Pressure)..... 57
3.6	แสดงไดอะแกรมของแรง ที่เกิดขึ้นต่อตัวเขื่อน..... 57
4.1	แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาหนองหวาย จ.ขอนแก่น..... 70
4.2	แสดงรูปตัดต่างๆของแบบก่อสร้างการเสริมสันเขื่อนอุบลรัตน์ อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น 72
4.3	แสดงการออกแบบการเสริมสันเขื่อนดิน ..... 73
4.4	แสดงลักษณะการเสริมสันเขื่อนแบบต่างๆ ..... 74
4.5	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยกับ อัตราการไหลสูงสุด..... 78

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยกับระดับเก็บกักสูงสุด.....	78
4.7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยกับปริมาณน้ำปล่อยออกสูงสุด.....	78
4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยกับปริมาตรสำหรับป้องกันอุทกภัย.....	78
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลงทุนก่อสร้างทั้งหมด กับขนาดของการเสริมสันเขื่อน.....	89
5.1 แสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณจุดที่ตั้งเขื่อนอุบลรัตน์.....	92
5.2 การวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน เงื่อนไซ Steady Seepage .....	95
5.3 การวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนดิน เงื่อนไซ Sudden Drawdown .....	95
5.4 แสดงลักษณะทางภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์.....	101
5.5 แสดงกฎการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำ สำหรับการศึกษาเขื่อนอุบลรัตน์.....	110
ก-1 แผนที่แสดงทางเดินของนายที่มีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ.2521	141
ก-2 แสดงลักษณะการไหลซึมลงข้ามแกนดินเหนียว ของเขื่อนอุบลรัตน์.....	141
ข-1 แสดงแผนกั้นที่รับน้ำ ของเขื่อนอุบลรัตน์ อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น.....	151

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์และความหมาย

สัญลักษณ์	ความหมาย
a, annual	ปี รายปี
A, AREA	พื้นที่
Baht, B.	บาท
B	ผลประโยชน์ Benefit
B/C	อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน
C	ค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุน
c	ค่าแรงขุดเหี่ยวภายในของดิน
Cib	ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการชลประทาน บาท/ไร่
Cil	ผลเสียหายต่อหน่วยเมื่อขาดน้ำเพื่อการชลประทาน บาท/ไร่
C <sub>pf</sub> , Cpbf	ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า Firm-Energy
C <sub>lf</sub> , Cplf	ผลเสียหายต่อหน่วยจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า Firm-Energy
C <sub>ps</sub> , Cpbs	ผลประโยชน์ต่อหน่วยจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า Secondary Energy
D/S	ด้านท้ายน้ำ
El. msl.	ระดับ รทก. =ระดับน้ำทะเลกลาง
EIRR	อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ
EGAT	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
E	พลังงานไฟฟ้า กิโลวัตต์-ชั่วโมง
e <sub>n</sub>	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
Et.	อัตราการระเหยออกจากอ่างเก็บน้ำ
f	สัมประสิทธิ์ของความเสียหาย
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
F.S.	เกณฑ์ความปลอดภัย
Fw.	ค่าเงินรวมที่เวลาในอนาคต
h, hr.	hour = ชั่วโมง
H	head = ความสูงของน้ำ
i %	อัตราดอกเบี้ย เปอร์เซ็นต์
k	สัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้



สัญลักษณ์และความหมาย(ต่อ)

สัญลักษณ์

ความหมาย

m.	เมตร
max.	MAXIMUM = มากที่สุด
min.	MINIMUM = น้อยที่สุด
MkW-hr.	ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง
O&M	ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา
Opt	การหาค่าที่ดีที่สุด = Optimization
Q <sub>c</sub>	ปริมาณน้ำเป็นล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน
P <sub>n</sub>	กำลังไฟฟ้า
Pw	ค่าเงินที่เวลาปัจจุบัน = Present worth
QIRR	ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน
Rai	ไร่ = 0.16 แฮกแตร์ = 1,600 ตารางเมตร = 0.3955 เอเคอร์
V	ความจุของอ่างเก็บน้ำ
S	Input ของระบบ (ตัวแปรสถานะเข้า)
$\bar{S}$	Output ของระบบ (ตัวแปรสถานะออก)
< , ≤	น้อยกว่า น้อยกว่าหรือเท่ากับ
> , ≥	มากกว่า มากกว่าหรือเท่ากับ
%	เปอร์เซ็นต์
φ	ค่าแรงเสียดทานภายในของดิน
Σ	ผลรวมของทั้งหมด

ศูนย์ วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย