

การศึกษาเบื้องต้นของการก่อสร้างเขื่อนเตี้ยขวางลำน้ำแควน้อย  
ท้ายเขื่อนเขาแหลม สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า



นาย ศิริชัย สักดิ์ศิริโกศล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-538-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16699889

A PRELIMINARY STUDY OF THE CONSTRUCTION OF LOW DAMS  
ACROSS KHWAE NOI RIVER DOWNSTREAM OF KHAO LAEM DAM  
FOR ELECTRICITY GENERATION

Mr. SIRICHAJ SAKSIRIKOSOL

Thesis Submitted in Partail Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-538-2



ศิริชัย ศักดิ์สิริโกศล : การศึกษาเบื้องต้นของการก่อสร้างเขื่อนเตี้ยขวางลำน้ำแควน้อยท้ายเขื่อนเขาแหลม สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า ( A PRELIMINARY STUDY OF THE CONSTRUCTION OF LOW DAMS ACROSS KHVAE NOI RIVER DOWNSTREAM OF KHAO LAEM DAM FOR ELECTRICITY GENERATION) อ.ที่ปรึกษา : ดร.เสรี จันทรโยธา, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ.ดร.นิวัตต์ ดารานันท์, 210 หน้า. ISBN 974-631-538-2

การศึกษาเบื้องต้นของการก่อสร้างเขื่อนเตี้ยขวางลำน้ำแควน้อยท้ายเขื่อนเขาแหลม สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตั้งอยู่ที่บริเวณหมู่บ้านจันเต อ.ทองพูนภูมิ จ.กาญจนบุรี ห่างจากเขื่อนเขาแหลม มาตามลำน้ำแควน้อย ประมาณ 21.5 กิโลเมตร มีวัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าพลังน้ำด้วยวิธี Run of River โดยอาศัยปริมาณน้ำที่ปล่อยเพื่อการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำของอ่างเก็บน้ำเขาแหลม แล้วนำปริมาณน้ำมาผลิตไฟฟ้าพลังน้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการเพิ่มประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีค่าสูงขึ้น และการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำด้วยวิธีนี้สามารถช่วยลดปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอนาคตลงได้

ในการศึกษาได้มีการวิเคราะห์ด้านวิศวกรรมโครงการเกี่ยวกับ อุทกวิทยา การหาขนาดกำลังการผลิตและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ การออกแบบเบื้องต้นอาคารชลศาสตร์และกังหันน้ำ การประมาณราคาก่อสร้าง และมีการประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการเทียบกับโครงการไฟฟ้ากังหันก๊าซ

ผลการศึกษาด้านวิศวกรรมเบื้องต้นของโครงการ สามารถติดตั้งกำลังผลิต(Installed Capacity) ขนาด 20 เมกะวัตต์ จำนวน 2 หน่วย ผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 66.62 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง (หรือ 66.62 ล้านหน่วย) และจากการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการให้อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของราคาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำต่อโครงการไฟฟ้ากังหันก๊าซ และอัตราผลตอบแทนโครงการ (Internal Rate of Return) กล่าวคือ

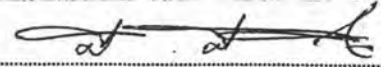

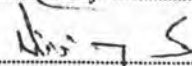
อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของราคาโครงการไฟฟ้าพลังน้ำต่อโครงการไฟฟ้ากังหันก๊าซ

|                  |     |   |        |
|------------------|-----|---|--------|
| ที่อัตราดอกเบี้ย | 8%  | = | 1:1.28 |
| ที่อัตราดอกเบี้ย | 10% | = | 1:1.16 |
| ที่อัตราดอกเบี้ย | 8%  | = | 1:1.07 |

12

อัตราผลตอบแทนโครงการ = 13.73 %

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา  
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา  
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิสิต   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

## C315348 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: HYDROPOWER / RUN OF RIVER / KHAO LAEM DAM / KHWAE NOI RIVER

SIRICHAH SAKSIRIKOSOL : A PRELIMINARY STUDY OF THE CONSTRUCTION OF LOW DAMS ACROSS KHWAE NOI RIVER DOWNSTREAM OF KHAO LAEM DAM FOR ELECTRICTY GENERATION. THESIS ADVISOR : SEREE CHANYOTHA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : PROF. NIVAT DARANANDANA, Ph.D. 210 pp. ISBN 974-631-538-2

The construction of low dam which is electricity generating project was located at the Chande Village, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province and it was far from Khao Laem Dam along Khwae Noi River about 21.5 Kilometers. The purpose of this study was to increase hydroelectric power by Run of River method. This method was to reuse the released discharge for electrical energy generating at the Khao Laem Reservoir in order to increase the value of the limited water resources. Hydroelectrical power by Run of River method could reduce the effects on environment and the lacking of electrical energy in the future.

The study had analysed engineering aspect about hydrology, installed capacity and annual electrical energy, principle design of hydraulic structure and water turbine, cost estimation and economic evaluation of project.

The result of the engineering preliminary was to install the power generating capacity 20 megawatts for 2 units. The project is quite obvious that total annual electrical energy can be developed to 66.62 million kilowatt-hours (or 66.62 million units). The economic evaluation of the project shows that the ratio of present value of the hydropower project cost to the gasturbine project cost as well as the internal rate of return as follows:

Ratio of present value of the hydropower project cost to the gasturbine project cost

- at interest rate 8% = 1:1.28
- at interest rate 10% = 1:1.16
- at interest rate 12% = 1:1.07

Internal rate of return = 13.73 %

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา .....

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์จักรี จิตตะศรี ประธานกรรมการ, รองศาสตราจารย์เสถียร ชลาชีวะ กรรมการ, ศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ดารานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ดร.เสรี จันทรโยธา อาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนได้กรุณาสละเวลาสั่งสอนอบรมให้ข้อคิดที่ตลอดมา ทั้งในด้านความรู้ทางวิชาการ และการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ในสังคมอันเป็นผลสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี อนึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์สมพล ธีรวิมล ผู้เชี่ยวชาญด้านวางแผนและพัฒนาแหล่งน้ำระดับ 9 และคุณปริณญา ปรัชญารัตนวิมล กองวางแผนและพัฒนาแหล่งน้ำ ฝ่ายวิศวกรรมพลังน้ำ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้ข้อมูลต่างๆ และขอแนะนำที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

จากการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งต่อความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทั้งสองท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างมาก ได้สละทั้งกำลังกายและกำลังใจ ช่วยวิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลงได้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ น้อง ภรรยา อาจารย์ มนุ สิบพงษ์พันธ์ ซึ่งให้การช่วยเหลือและสนับสนุนในด้านการเงินและกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาถึงขั้นนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณคุณพิเชฐ พัฒนศิริพงศ์ และคุณเนาวรัตน์ ไวยสุศรี ที่ช่วยในการจัดพิมพ์ต้นฉบับ

ศิริชัย ศักดิ์ศิริโกศล

สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                              | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                           | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                              | ฉ    |
| สารบัญ.....                                       | ช    |
| สารบัญตาราง.....                                  | ฅ    |
| สารบัญรูป.....                                    | ฉ    |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>                               |      |
| ปัญหาและความสำคัญ.....                            | 1    |
| ความต้องการไฟฟ้าของประเทศ.....                    | 2    |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ.....            | 3    |
| ความเป็นมาของการศึกษา.....                        | 5    |
| วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....                      | 8    |
| การศึกษาที่ผ่านมา.....                            | 8    |
| ขอบเขตของการศึกษา.....                            | 9    |
| การดำเนินการศึกษา.....                            | 10   |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....         | 11   |
| <b>บทที่ 2 บริเวณและสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา</b> |      |
| สถานที่ตั้งบริเวณที่ศึกษา.....                    | 18   |
| สภาพโดยทั่วไปของกลุ่มน้ำแม่กลอง.....              | 18   |
| การพัฒนาหลุ่มน้ำแม่กลอง.....                      | 20   |
| สภาพและลักษณะของพื้นที่ศึกษา.....                 | 22   |
| <b>บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา</b>    |      |
| บทนำ.....   | 41   |
| แนวทางการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ.....             | 41   |
| สมการที่ใช้ในการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า.....          | 42   |
| เครื่องกังหันน้ำ.....                             | 45   |

สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| Design and Rated Heads.....   | 46   |
| วิธีการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำแบบประเภทใช้ปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำ (Run of River) ..... | 47   |
| บทที่ 4 การศึกษาและวิเคราะห์  |      |
| การศึกษาด้านอุทกวิทยา.....  | 56   |
| การศึกษาด้านพลังงานไฟฟ้า.....   | 57   |
| การศึกษาการติดตั้งกำลังผลิต.....  | 58   |
| บทที่ 5 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำที่ผลิตได้.....           | 73   |
| การประมาณราคาโครงการ.....   | 74   |
| ขั้นตอนในการประมาณราคาโครงการ.....  | 75   |
| ผลประโยชน์ของโครงการ.....   | 77   |
| การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์.....  | 77   |
| ผลการศึกษาเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการ.....   | 80   |
| บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาโครงการและข้อเสนอแนะ  |      |
| สรุปผลการศึกษาโครงการ.....  | 90   |
| ลักษณะโครงการ.....  | 92   |
| ข้อเสนอแนะ.....   | 95   |
| รายการอ้างอิง.....  | 98   |
| ภาคผนวก   |      |
| ก-1 ข้อมูลและรายละเอียดการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้า.....  | 100  |
| ก-2 การออกแบบเบื้องต้นอาคารระบายน้ำล้นและประตูระบายทราย.....                                    | 140  |
| ก-3 การออกแบบเบื้องต้นเครื่องกั้นน้ำ.....   | 144  |
| ก-4 การประมาณราคาโครงการ ทั้ง 3 กรณี.....   | 156  |
| ข-1 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการ กรณีที่ 1.....                                   | 167  |
| ข-2 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการ กรณีที่ 2.....                                   | 175  |



สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ข-3 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการ กรณีที่ 3..... | 183  |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 194  |

สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 1-1 สถิติความต้องการไฟฟ้าในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 ถึง 9.....   | 12   |
| 1-2 ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย   | 16   |
| 1-3 การประมาณศักยภาพพลังน้ำของประเทศไทย.....  | 16   |
| 1-4 แหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังน้ำในประเทศไทย.....  | 17   |
| 2-1 ข้อมูลอากาศประจำถิ่นที่จังหวัดกาญจนบุรี (ปี 1956-1985).....   | 24   |
| 2-2 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสถานีวัดน้ำฝนบริเวณลุ่มน้ำแควใหญ่และแควน้อย..  | 25   |
| 2-3 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง<br>(สถานีวัดน้ำท่า).....                              | 26   |
| 2-4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของอำเภอทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี.....   | 27   |
| 2-5 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม.....   | 28   |
| 2-6 ปริมาณน้ำไหลบริเวณก่อสร้างโครงการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำท้ายเขื่อน<br>เขาแหลม.....                                      | 29   |
| 3-1 แสดงช่วงปริมาณน้ำและความสูงน้ำของกังหันน้ำชนิดต่าง ๆ (Discharge<br>and Head Ranges for Different Types of Turbine)..... | 51   |
| 4-1 รายละเอียดการคำนวณหาศักยภาพกำลังผลิตและพลังงานไฟฟ้า.....  | 60   |
| 4-2 รายละเอียดการคำนวณหากำลังผลิตและพลังงานไฟฟ้า กรณีที่ 1.....   | 61   |
| 4-3 รายละเอียดการคำนวณหากำลังผลิตและพลังงานไฟฟ้า กรณีที่ 2.....   | 62   |
| 4-4 รายละเอียดการคำนวณหากำลังผลิตและพลังงานไฟฟ้า กรณีที่ 3.....   | 63   |
| 5-1 สรุปการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 1.....   | 82   |
| 5-2 สรุปการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 2.....   | 83   |
| 5-3 สรุปการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 3.....   | 84   |
| ก-1 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1985.....  | 100  |
| ก-2 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1986.....  | 101  |
| ก-3 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1987.....  | 102  |
| ก-4 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1988.....  | 103  |
| ก-5 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1989.....  | 104  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| ก-6 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1990.....   | 105  |
| ก-7 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1991.....   | 106  |
| ก-8 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1992.....   | 107  |
| ก-9 ปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1993.....   | 108  |
| ก-10 ชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 1 ปี 1993.....  | 109  |
| ก-11 ชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 2 ปี 1993.....  | 110  |
| ก-12 ชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 3 ปี 1993.....  | 111  |
| ก-13 รายละเอียดการคำนวณเพื่อเขียนกราฟแสดงปริมาณน้ำและระดับน้ำด้านท้ายน้ำ<br>(Tail Water Rating Curve)..... | 112  |
| ก-14 รายละเอียดการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 1.....   | 156  |
| ก-15 รายละเอียดการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 2.....   | 158  |
| ก-16 รายละเอียดการประมาณราคาโครงการ กรณีที่ 3.....   | 160  |
| ก-17 รายละเอียดราคาต่อหน่วย (List of Unit Prices).....   | 162  |
| ก-18 ราคาวัสดุ (Material Cost).....  | 164  |
| ก-19 ราคาสายส่งไฟฟ้าต่อความยาว 1 กิโลเมตร (Cost of Transmission<br>Line per Km.).....                      | 165  |
| ข-1 ข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ (Basic Criteria<br>for Economic Analysis).....        | 191  |

## สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า  |    |
|--------|---|----|
| 2-1    | แผนที่แสดงจุดที่ทำการศึกษาคြွေการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ.....   | 30 |
| 2-2    | แผนที่แสดงบริเวณที่ทำการศึกษาคြွေการผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังน้ำ.....  | 31 |
| 2-3    | แผนที่แสดงโครงการไฟฟ้าพลังน้ำและโครงการชลประทานลุ่มแม่น้ำแม่กลอง.   | 32 |
| 2-4    | แสดงรูปตัดตามความยาวของแม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อย.....   | 33 |
| 2-5    | การกระจายรายเดือนของอัตราการระเหยของน้ำ, ความชื้นสัมพัทธ์,<br>อุณหภูมิ, ปริมาณฝน, ความเร็วลม.....   | 34 |
| 2-6    | แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนลุ่มน้ำแม่กลอง.....   | 36 |
| 2-7    | แผนที่แสดงเส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองเป็นมิลลิเมตร.   | 37 |
| 2-8    | แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและปริมาณการระเหยบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง  | 38 |
| 2-9    | ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี....  | 39 |
| 2-10   | ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขาแหลม.....  | 39 |
| 2-11   | ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือนไหลผ่านบริเวณที่ศึกษาคြွေการ.....  | 40 |
| 3-1    | เครื่องกังหันน้ำแบบฟรานซิส (Francis Turbine).....   | 52 |
| 3-2    | เครื่องกังหันน้ำแบบคาปาล (Kaplan Turbine).....  | 52 |
| 3-3    | เครื่องกังหันน้ำแบบเพลตัน (Pelton Wheel).....   | 53 |
| 3-4    | กราฟมาตรฐานที่ใช้เลือกชนิดของกังหันน้ำ ที่ความสูงน้ำและปริมาณการไหล<br>ของน้ำช่วงต่าง ๆ (Application Ranges of Standard and<br>Hydraulic Turbines)..... | 54 |
| 3-5    | กราฟแสดงประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกังหันน้ำชนิดต่าง ๆ<br>(Turbine Efficiency Curves).....  | 54 |
| 3-6    | กราฟแสดงความสูงน้ำสุทธิกับช่วงระยะเวลา (Head Duration Curve).   | 55 |
| 3-7    | แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเขื่อนกั้นน้ำและโรงกำเนิดไฟฟ้า.....   | 55 |
| 4-1    | กราฟแสดงการกระจายชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของเขื่อนเขาแหลม...  | 64 |
| 4-2    | กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลา<br>(Flow Duration Curve).....   | 65 |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 4-3 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับระดับน้ำด้านท้ายน้ำ<br>(Tail Water Rating Curve).....                          | 66   |
| 4-4 กราฟแสดงความสูงของน้ำสุทธิกับปริมาณการไหลของน้ำ (Net Head Curve)  | 67   |
| 4-5 กราฟแสดงกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับช่วงระยะเวลา<br>(Power Duration Curve).....                              | 68   |
| 4-6 กราฟแสดงประสิทธิภาพของกังหันน้ำชนิดปรับใบพัดได้<br>(Turbine Performance Curve).....                         | 69   |
| 4-7 กราฟแสดงกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับช่วงระยะเวลา กรณีที่ 1<br>(Power Duration Curve CASE I).....             | 70   |
| 4-8 กราฟแสดงกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับช่วงระยะเวลา กรณีที่ 2<br>(Power Duration Curve CASE II).....            | 71   |
| 4-9 กราฟแสดงกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับช่วงระยะเวลา กรณีที่ 3<br>(Power Duration Curve CASE III).....           | 72   |
| 5-1 แบบแสดงทั่วไปของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนเขาแหลมตอนล่าง.....   | 85   |
| 5-2 แบบแสดงรูปตัดตามขวางของเขื่อนดิน อาคารระบายน้ำล้น และโรงไฟฟ้า..   | 86   |
| 5-3 แบบแสดงรูปตัดตามขวางของทางรับน้ำ โรงไฟฟ้า เขื่อนดิน และอาคาร<br>ระบายน้ำล้น.....                            | 87   |
| 5-4 แบบแสดงรูปตัดตามยาวของทางรับน้ำ โรงไฟฟ้า และอาคารท้ายน้ำ.....   | 88   |
| 5-5 แบบแสดงด้านบนของทางรับน้ำ โรงไฟฟ้า และอาคารท้ายน้ำ.....   | 89   |
| 6-1 แสดงการเพิ่มผลผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ.....   | 97   |
| ก-1 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1985<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1985)..... | 113  |
| ก-2 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1986<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1986)..... | 114  |
| ก-3 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1987<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1987)..... | 115  |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| ก-4 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1988<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1988).....             | 116  |
| ก-5 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1989<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1989).....             | 117  |
| ก-6 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1990<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1990).....             | 118  |
| ก-7 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1991<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1991).....             | 119  |
| ก-8 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1992<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1992).....             | 120  |
| ก-9 กราฟแสดงปริมาณน้ำรายวันที่ปล่อยจากเขื่อนเขาแหลม ปี 1993<br>(Regulated Flow From Khao Laem Dam in 1993).....             | 121  |
| ก-10 กราฟแสดงเปรียบเทียบปริมาณน้ำกับช่วงเวลาของปี 1985-1993<br>(Comparision of Flow Duration Curves in 1985-1993).....      | 122  |
| ก-11 กราฟแสดงชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 1 ปี 1993<br>(Hourly Power Generation of KHL. Unit No.1 in 1993).... | 123  |
| ก-12 กราฟแสดงชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 2 ปี 1993<br>(Hourly Power Generation of KHL. Unit NO.2 in 1993).... | 124  |
| ก-13 กราฟแสดงชั่วโมงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของหน่วยผลิตที่ 3 ปี 1993<br>(Hourly Power Generation of KHL. Unit No.3 in 1993).... | 125  |
| ก-14 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>เมษายน 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....       | 126  |
| ก-15 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>พฤษภาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....      | 127  |
| ก-16 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>มิถุนายน 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....     | 128  |

## สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| ก-17 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>กรกฎาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                   | 129  |
| ก-18 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>สิงหาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                   | 130  |
| ก-19 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>กันยายน 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                   | 131  |
| ก-20 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>ตุลาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                    | 132  |
| ก-21 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>พฤศจิกายน 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                 | 133  |
| ก-22 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>ธันวาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                   | 134  |
| ก-23 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>มกราคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                    | 135  |
| ก-24 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>กุมภาพันธ์ 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                | 136  |
| ก-25 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำกับช่วงระยะเวลาที่เป็นชั่วโมงของเดือน<br>มีนาคม 2536 (Hourly Flow Duration Curve).....                    | 137  |
| ก-26 รูปตัดตามขวางของบริเวณเขื่อนที่ศึกษา (Cross-Section at Dam Site)  | 138  |
| ก-27 กราฟแสดงลาดท้องน้ำของลำน้ำแควน้อยจากท้ายเขื่อนเขาแหลมถึงบริเวณที่<br>ศึกษา (Bed Slope of Khwae Noi River).....                      | 139  |
| ก-28 กราฟเปรียบเทียบการประมาณน้ำหลากและสถิติข้อมูลน้ำหลากสูงสุด<br>(Comparative Flood Estimates and Maximum Recorded<br>Discharges)..... | 142  |
| ก-29 สัมประสิทธิ์การไหลเนื่องจากความสูงของสันอาคารบังคับน้ำ.....   | 143  |
| ก-30 สัมประสิทธิ์การไหลเนื่องจากความสูงของน้ำด้านท้าย.....   | 143  |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| ก-31 กราฟแสดงขีดจำกัดสูงสุดความเร็วเฉพาะของกังหันน้ำแต่ละชนิดที่ความสูงน้ำต่าง ๆ กัน และรูปร่างทั่วไปของใบพัด (Recommended Upper Limits of Specific Speeds for Turbines for Various Rated Heads and Runner Dimensions)..... | 149  |
| ก-32 กราฟแสดงราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Electro-Mechanical Equipment Cost).....   | 166  |