

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่ออุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์



นาย ศิลปชัย ธีรวิทยาคม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-943-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019761

019761

11 ๑๓ ๘๑ ๕๗ ๕

IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON SRINAKARIN RESERVOIR'S HYDROLOGY



MR. SILLRAPACHAI TIRAWITRAYACOM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-943-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่ออุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์

โดย นาย ศิลปชัย ธีรวิทยาคม


ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.แสงสันต์ พานิช

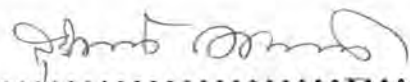
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ ลูวีระ

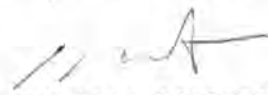



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรไภย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ เศรษฐมานิต)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. แสงสันต์ พานิช)


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


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)



ศิลปชัย ธีรวิทยาคม : ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีต่ออุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ (Impact of Climate Changes on Srinakarin Reservoir's Hydrology)

อ. ที่ปรึกษา : ดร. แสงสันต์ พานิช, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ อุวีระ, 154 หน้า. ISBN 974-582-943-9

การศึกษผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีต่ออุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ใช้แบบจำลอง GISS ในการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอนาคต และแบบจำลอง HEC-3 สำหรับศึกษาการทำงานของอ่างเก็บน้ำ การศึกษาได้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 2 กรณีศึกษาตามลักษณะการดำเนินงานของอ่างเก็บน้ำ คือกรณีที่อ่างเก็บน้ำไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และกรณีที่อ่างเก็บน้ำสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ และทำการศึกษาเปรียบเทียบทั้งกรณีสภาพภูมิอากาศปัจจุบันและกรณีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตโดยใช้ระยะเวลาในแบบจำลองทั้งสิ้น 19 ปี ซึ่งผลการศึกษารูปได้ดังนี้

1. อุณหภูมิของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตที่ได้จากแบบจำลอง GISS มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของสภาพภูมิอากาศปัจจุบันอยู่ประมาณ 2°C ถึง 6°C
2. อัตราการระเหยของน้ำจากผิวดินและการระเหย ที่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตมีค่ามากกว่าอัตราการระเหยที่สภาพภูมิอากาศปัจจุบันอยู่ประมาณ 8.41% ถึง 19.87%
3. ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ที่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต มีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำฝนที่สภาพภูมิอากาศปัจจุบันอยู่ 10 เดือนใน 1 ปี
4. การผันน้ำเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่นนอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ในกรณีที่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้จะเกิดการขาดแคลนขึ้นในช่วงปี ฟ้าๆ ของการศึกษา
5. ค่าระดับน้ำ และความสูงของน้ำที่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตทั้ง 2 กรณีศึกษาจะมีค่าระดับต่ำกว่าค่าระดับที่สภาพภูมิอากาศปัจจุบัน โดยเฉพาะกรณีที่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้มีค่าระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ระดับที่ 1 หรือ 86.00 ม. รทก. อยู่ 32 เดือน ในช่วงปี ฟ้าๆ ของการศึกษา
6. การผลิตกระแสไฟฟ้าที่สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตทั้ง 2 กรณีจะขาดแคลนกระแสไฟฟ้ามากกว่าที่สภาพภูมิอากาศปัจจุบัน โดยเฉพาะกรณีที่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้นั้น อ่างเก็บน้ำไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ถึง 52 เดือน โดยเฉพาะช่วงปี ฟ้าๆ ของช่วงระยะเวลาศึกษา
7. ผลกระทบทางด้านสังคม และเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นผลกระทบที่เกิดแก่การท่องเที่ยวเป็นหลัก เพราะชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาประกอบอาชีพเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเป็นอาชีพหลัก สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ลดลงจะทำให้ราคาค่ากระแสไฟฟ้าค่อนข้างแพงขึ้น ซึ่งมีผลต่อทั้งประเทศ

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสุขาภิบาล.....
ปีการศึกษา.....2535.....

ลายมือชื่อนิติศ นายดิเรกดิเรก ธีรวิทยาคม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C216373 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD:

CLIMATE CHANGES / WATER RESOURCES / HEC-3 MODEL

SILLRAPACHAI TIRAWITRAYACOM : IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON SRINAKARIN RESERVOIR'S HYDROLOGY. THESIS ADVISOR : SANGSANT PANICH, Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSO. PROF. SOMBOON LUVIRA, Ph.D. 154 pp. ISBN 974-582-943-9

In this study, GISS climate change model and HEC-3 reservoir hydrology model were used to study future climate scenarios and reservoir simulation. Studies had been separated into two case, water in reservoir buffer zone can and can not be used for electricity generation. Comparative studies had been done at present climate and in case of climate change in the future with runs for 19 years. Results were concluded as follow :

1. By GISS model, temperature due to climate change will increase from present around 2 °C to 6 °C.
2. Evaporation rate will exceed present rate at 8.42% to 19.82%
3. Rainfall and runoff in the future will decrease 10 months in 1 year.
4. Diversion for other purposes except electrical generation will not meet the requirement at the end period in case that water in buffer zone can be used for electrical generation.
5. Water level and water elevation in the future will be lower than the present. In case of water in buffer zone can be used for electrical generation, water level will be at dead storage level or 86.00 M-MSL for 32 month at the end period of study.
6. Energy shortage will be occurred in both case. Especially, whenever water in buffer zone can be used for electrical generation, Energy can not be produced for 52 months towards the end period.
7. Since main income of the population in this area is related to tourist services. Decrease of energy may increase its cost which will be the main impact on socio-economic issues.



ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต นาย ธีรชัย ศรีทองสุข
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.แสงลันต์ พานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ลูวิระ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมเป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแนวความคิดทางด้าน วิชาการเป็นอย่างดี

และขอขอบคุณต่อทุก ๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในการทำการศึกษาดังรายนาม ต่อไป

ท่านผู้อำนวยการกอง และเจ้าหน้าที่กองวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวกในการหาข้อมูลเขื่อนศรีนครินทร์

เจ้าหน้าที่กองอุทกวิทยา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวกในการหา ข้อมูลทางอุทกวิทยาของ เขื่อนศรีนครินทร์

คุณจิระวัฒน์ กณะสุด วิศวกรแหล่งน้ำ บริษัท แอสตีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง HEC-3 และเอื้อเฟื้อโปรแกรมแบบจำลอง HEC-3 สำหรับทำการ ศึกษาในครั้งนี้

คำย่อ

| | |
|---------------------|------------------------------|
| กม. (km.) | = กิโลเมตร |
| ° ซ (°C) | = องศาเซลเซียส |
| ตร.กม. | = ตารางกิโลเมตร |
| มม. (mm.) | = มิลลิเมตร |
| เมตร รทก. (M-MSL) | = เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง |
| ลบ.ม. (cum.) | = ลูกบาศก์เมตร |
| ลบ.ม./วินาที (cms.) | = ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที |
| kwh | = กิโลวัตต์-ชั่วโมง |



สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| คำย่อ..... | ช |
| รายการตารางประกอบ..... | ฎ |
| รายการรูปประกอบ..... | ฅ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 1.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 3 |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา..... | 3 |
| 2. บรรยายวรรณกรรมทางวิชาการ..... | 5 |
| 2.1 สภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ..... | 5 |
| 2.2 วิธีการศึกษาผลกระทบที่ผ่านมา..... | 6 |
| 2.3 การศึกษาผลกระทบอย่างสมบูรณ์..... | 8 |
| 2.4 การศึกษาผลกระทบที่สมบูรณ์บางส่วนในปัจจุบัน..... | 9 |
| 2.4.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อการเกษตร..... | 9 |
| 2.4.2 การพิจารณาผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ..... | 9 |
| ภูมิอากาศ | |
| 2.4.3 พิจารณาการตอบสนอง 2 ชนิด เพื่อลดผลกระทบของสภาพ..... | 9 |
| ภูมิอากาศ | |
| 2.5 รายงานการศึกษาผลกระทบในประเทศอินโดนีเซีย..... | 10 |
| 2.5.1 พื้นที่ศึกษา..... | 10 |
| 2.5.2 วิธีการศึกษา..... | 11 |
| 2.5.3 ผลการศึกษา..... | 12 |
| 2.6 ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา..... | 15 |

| | หน้า |
|---|------|
| 2.6.1 แม่น้ำแม่กลอง..... | 15 |
| 2.6.2 เขื่อนศรีนครินทร์..... | 16 |
| 3. วิธีทำการศึกษา..... | 20 |
| 3.1 ตรวจสอบ และคัดเลือกแบบจำลอง GCM ที่เหมาะสมสำหรับใช้ใน..... งานศึกษา | 20 |
| 3.2 แบบจำลอง HEC-3..... | 37 |
| 3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง..... | 40 |
| 3.2.2 ข้อมูลที่แบบจำลองแสดงออกมา..... | 40 |
| 3.3 เตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในแบบจำลอง..... | 41 |
| 3.3.1 คำนวหาปริมาณน้ำฝนรายเดือนของพื้นที่รับน้ำ..... | 41 |
| 3.3.2 หาปริมาณน้ำท่าเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ..... | 44 |
| 3.3.3 ข้อมูลปริมาณการระเหยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์..... | 50 |
| 3.3.4 กำหนดจุดควบคุม..... | 52 |
| 3.3.5 กำหนดปริมาณน้ำสูญเสีย..... | 52 |
| 3.3.6 กำหนดปริมาณฝนน้ำจากอ่างเก็บน้ำ..... | 52 |
| 3.3.7 กำหนดแบ่งระดับใช้งานในอ่างเก็บน้ำ..... | 52 |
| 3.3.8 กำหนดความต้องการกระแสไฟฟ้า..... | 57 |
| 3.3.9 กำหนดข้อมูลอื่น ๆ..... | 57 |
| 3.4 กำหนดกรณีศึกษา..... | 57 |
| 3.4.1 กรณีที่อ่างเก็บน้ำไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone... มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 57 |
| 3.4.2 กรณีที่อ่างเก็บน้ำสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone มา... ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 59 |
| 4. วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลการศึกษา..... | 68 |
| 4.1 วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลที่ได้จากแบบจำลอง GCM..... | 68 |
| 4.1.1 ผลที่ได้จากแบบจำลอง GISS..... | 68 |
| 4.1.2 ผลที่ได้จากแบบจำลอง GFDL..... | 69 |

| | หน้า |
|--|------|
| 4.1.3 ผลที่ได้จากแบบจำลอง OSU..... | 69 |
| 4.2 วิเคราะห์ และวิจารณ์สภาพทางอุทกวิทยาที่ได้..... | 70 |
| 4.2.1 อุณหภูมิ..... | 70 |
| 4.2.2 อัตราการระเหย..... | 70 |
| 4.2.3 ปริมาณน้ำฝน..... | 71 |
| 4.2.4 ปริมาณน้ำท่า..... | 71 |
| 4.3 วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลที่ได้จากแบบจำลอง HEC-3..... | 76 |
| 4.3.1 การผันน้ำ..... | 76 |
| 4.3.2 ระดับ..... | 94 |
| 4.3.3 ค่าความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำ..... | 95 |
| 4.3.4 การผลิตกระแสไฟฟ้า..... | 100 |
| 4.3.5 อัตราการไหลในแม่น้ำ..... | 110 |
| 4.4 วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลกระทบทางสังคม และเศรษฐกิจ..... | 127 |
| 5. สรุปผลการศึกษา..... | 134 |
| 6. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในภายหน้า..... | 136 |
| รายการอ้างอิง..... | 137 |
| ภาคผนวก..... | 139 |
| ประวัติ..... | 154 |

รายการตารางประกอบ

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ตารางแสดงสถิติน้ำฝน การระเหยของน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ย... ระหว่างปี 2514 - 2527 | 19 |
| 3.1 ตารางแสดงจุดพิกัดของเขื่อนศรีนครินทร์ และแบบจำลอง GCM..... | 24 |
| 3.2 แสดงระยะทางตามแนวราบระหว่างจุดพิกัดต่าง ๆ ของแบบจำลอง GCM..... | 27 |
| 3.3 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง GISS กรณี 1 x CO ₂ | 28 |
| 3.4 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง GISS กรณี 2 x CO ₂ | 28 |
| 3.5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง GISS กรณี 1 x CO ₂ | 29 |
| 3.6 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง GISS กรณี 2 x CO ₂ | 29 |
| 3.7 ข้อมูลค่าอัตราส่วนอุณหภูมิจากแบบจำลอง GISS..... | 30 |
| 3.8 ข้อมูลค่าอัตราส่วนปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง GISS..... | 30 |
| 3.9 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง GFDL กรณี 1 x CO ₂ | 31 |
| 3.10 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง GFDL กรณี 2 x CO ₂ | 31 |
| 3.11 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง GFDL กรณี 1 x CO ₂ | 32 |
| 3.12 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง GFDL กรณี 2 x CO ₂ | 32 |
| 3.13 ข้อมูลค่าอัตราส่วนอุณหภูมิจากแบบจำลอง GFDL..... | 33 |
| 3.14 ข้อมูลค่าอัตราส่วนปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง GFDL..... | 33 |
| 3.15 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง OSU กรณี 1 x CO ₂ | 34 |
| 3.16 ข้อมูลอุณหภูมิ (°C) จากแบบจำลอง OSU กรณี 2 x CO ₂ | 34 |
| 3.17 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง OSU กรณี 1 x CO ₂ | 35 |
| 3.18 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม.) จากแบบจำลอง OSU กรณี 1 x CO ₂ | 35 |
| 3.19 ข้อมูลค่าอัตราส่วนอุณหภูมิจากแบบจำลอง OSU..... | 36 |
| 3.20 ข้อมูลค่าอัตราส่วนอุณหภูมิจากแบบจำลอง OSU..... | 36 |
| 3.21 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ และปริมาณที่ได้จากแบบจำลอง GCM กับค่าที่ได้รับ... การบันทึกไว้ ณ เขื่อนศรีนครินทร์ | 38 |

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.22 แสดงค่าอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และค่าอัตราส่วนที่ได้จากแบบจำลอง GISS ที่กรณี... 1 x CO ₂ และ กรณี 2 x CO ₂ ณ พิกัดเขื่อนศรีนครินทร์ | 39 |
| 3.23 แสดงค่าอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และค่าอัตราส่วนที่ได้จากข้อมูลจริงที่กรณี 1 x CO ₂ ... และกรณี 2 x CO ₂ ณ พิกัดเขื่อนศรีนครินทร์ | 39 |
| 3.24 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่สถานี 13083 (มม.)..... | 45 |
| 3.25 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่สถานี 13444 (มม.)..... | 46 |
| 3.26 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่สถานี 63042 (มม.)..... | 47 |
| 3.27 ปริมาณน้ำฝนที่ลงสู่อ่างเก็บน้ำ ที่กรณีสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน (1 x CO ₂) หน่วย มม.... | 48 |
| 3.28 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ที่กรณีสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน (1 x CO ₂) หน่วย... ลบ.ม./วินาที | 49 |
| 3.29 แสดงอัตราการสูบน้ำกลับเขื่อนศรีนครินทร์..... | 54 |
| 3.30 แสดงอัตราการผันน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์..... | 54 |
| 3.31 แสดงปริมาณน้ำในระดับที่ 2..... | 55 |
| 3.32 แสดงปริมาณน้ำในระดับที่ 3..... | 56 |
| 3.33 แสดงความต้องการกระแสไฟฟ้ารายเดือน..... | 58 |
| 4.1 แสดงอัตราการระเหยที่กรณีสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน (1 x CO ₂)..... | 72 |
| 4.2 อัตราการระเหยที่กรณีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต (2 x CO ₂)..... | 72 |
| 4.3 ปริมาณน้ำฝนที่ลงสู่อ่างเก็บน้ำ ที่กรณีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต (2 x... CO ₂) หน่วย มม. | 73 |
| 4.4 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ที่กรณีสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต... (2 x CO ₂) หน่วย ลบ.ม./วินาที | 77 |
| 4.5 แสดงการผันน้ำเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ นอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้า... (ลบ.ม./วินาที) กรณี 1 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิต กระแสไฟฟ้าได้ | 90 |

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.6 แสดงการผันน้ำเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ นอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้า... (ลบ.ม./วินาที) กรณี 2 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 91 |
| 4.7 แสดงการผันน้ำเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ นอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้า... (ลบ.ม./วินาที) กรณี 1 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 92 |
| 4.8 แสดงการผันน้ำเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ นอกเหนือจากการผลิตกระแสไฟฟ้า... (ลบ.ม./วินาที) กรณี 2 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 93 |
| 4.9 แสดงค่าระดับน้ำ กรณี 1 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิต... กระแสไฟฟ้าได้ | 96 |
| 4.10 แสดงค่าระดับน้ำ กรณี 2 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิต... กระแสไฟฟ้าได้ | 97 |
| 4.11 แสดงค่าระดับน้ำ กรณี 1 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิต... กระแสไฟฟ้าได้ | 98 |
| 4.12 แสดงค่าระดับน้ำ กรณี 2 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer Zone ผลิต... กระแสไฟฟ้าได้ | 99 |
| 4.13 แสดงความสูงของน้ำ (เมตร รทก.) กรณี 1 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น... Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 101 |
| 4.14 แสดงความสูงของน้ำ (เมตร รทก.) กรณี 2 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น... Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 102 |
| 4.15 แสดงความสูงของน้ำ (เมตร รทก.) กรณี 1 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น... Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 103 |

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.16 แสดงความสูงของน้ำ (เมตร รทก.) กรณี 2 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น... Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 104 |
| 4.17 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้า (x 1000 kwh) กรณี 1 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำ... ในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 106 |
| 4.18 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้า (x 1000 kwh) กรณี 2 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำ... ในชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 107 |
| 4.19 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้า (x 1000 kwh) กรณี 1 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำใน... ชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 108 |
| 4.20 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้า (x 1000 kwh) กรณี 2 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำใน... ชั้น Buffer Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 109 |
| 4.21 แสดงอัตราการไหลในแม่น้ำ กรณี 1 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer... Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 111 |
| 4.22 แสดงอัตราการไหลในแม่น้ำ กรณี 2 x CO ₂ กรณีไม่สามารถใช้น้ำในชั้น Buffer... Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 112 |
| 4.23 แสดงอัตราการไหลในแม่น้ำ กรณี 1 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer... Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 113 |
| 4.24 แสดงอัตราการไหลในแม่น้ำ กรณี 2 x CO ₂ กรณีสามารถใช้น้ำในชั้น Buffer... Zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 114 |
| 7.1 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ระหว่างปี 2522 ถึง 2524..... | 140 |
| 7.2 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ระหว่างปี 2525 ถึง 2527..... | 141 |
| 7.3 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ระหว่างปี 2527 ถึง 2529..... | 142 |
| 7.4 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ระหว่างปี 2529 ถึง 2531..... | 143 |
| 7.5 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ระหว่างปี 2531 ถึง 2533..... | 144 |
| 7.6 แสดงการทำงานของอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ปี 2534..... | 145 |



รายการรูปประกอบ

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 Schema of a) Impact and b) Interaction Approaches In Climate... Impact Assessment. | 7 |
| 2.2 แผนที่ประเทศไทยแสดงที่ตั้งเขื่อนศรีนครินทร์..... | 13 |
| 2.3 แผนที่แสดงที่ตั้งเขื่อนศรีนครินทร์..... | 14 |
| 3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดพิกัดที่ได้จากแบบจำลอง GISS..... | 21 |
| 3.2 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดพิกัดที่ได้จากแบบจำลอง GFDL..... | 22 |
| 3.3 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดพิกัดที่ได้จากแบบจำลอง OSU..... | 23 |
| 3.4 รูปแสดงตำแหน่งของพิกัด และระยะทาง..... | 26 |
| 3.5 แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำแม่กลอง..... | 42 |
| 3.6 แสดงพื้นที่รับน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์..... | 43 |
| 3.7 รูปแสดงที่ตั้งจุดควบคุมในอ่างเก็บน้ำ..... | 53 |
| 3.8 แสดงข้อมูล Input ในแบบจำลอง HEC-3 ในกรณีสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน (1 x... CO ₂) กรณีที่ไม่สามารถใช้น้ำใน Buffer zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 60 |
| 3.9 แสดงข้อมูล Input ในแบบจำลอง HEC-3 ในกรณีที่สภาพภูมิอากาศปัจจุบัน (1 x... CO ₂) ในกรณีที่สามารรถใช้น้ำใน Buffer zone ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ | 62 |
| 3.10 แสดงข้อมูล Input ในแบบจำลอง HEC-3 ในกรณีที่สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป... ในอนาคต (2 x CO ₂) ในกรณีที่ไม่สามารถใช้น้ำใน Buffer zone ผลิตกระแส ไฟฟ้าได้ | 64 |
| 3.11 แสดงข้อมูล Input ในแบบจำลอง HEC-3 ในกรณีที่สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป... ในอนาคต (2 x CO ₂) ในกรณีที่สามารรถใช้น้ำใน Buffer zone ผลิตกระแส ไฟฟ้าได้ | 66 |
| 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำกับ... เวลา | 78 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 4.1.1 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานี... วัดน้ำ กับเวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 79 |
| 4.1.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานี... วัดน้ำ กับเวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 79 |
| 4.1.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานี... วัดน้ำ กับเวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 80 |
| 4.1.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานี... วัดน้ำ กับเวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 80 |
| 4.1.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนที่สถานี... วัดน้ำ กับเวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 81 |
| 4.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี 2... x CO ₂ กับเวลา | 79 |
| 4.2.1 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 81 |
| 4.2.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 82 |
| 4.2.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 82 |
| 4.2.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 83 |
| 4.2.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 83 |
| 4.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ ... กับเวลา | 84 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 4.3.1 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี... 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 85 |
| 4.3.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี... 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 85 |
| 4.3.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี... 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 86 |
| 4.3.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี... 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 86 |
| 4.3.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าทั้งกรณี 1 x CO ₂ และกรณี... 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 87 |
| 4.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x CO ₂ และ... กรณี 2 x CO ₂ กับเวลา | 84 |
| 4.4.1 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x... CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1971 -1974 | 87 |
| 4.4.2 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x... CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1975 -1978 | 88 |
| 4.4.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x... CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1979 -1982 | 88 |
| 4.4.4 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x... CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1983 -1986 | 89 |
| 4.4.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า, ปริมาณน้ำฝนทั้งกรณี 1 x... CO ₂ และกรณี 2 x CO ₂ กับเวลาระหว่างปี 1987 -1990 | 89 |
| 4.5 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษา กับเวลา..... | 115 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลาระหว่าง... ปี 1971 - 1974 | 116 |
| 4.5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลาระหว่าง... ปี 1975 - 1978 | 116 |
| 4.5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลาระหว่าง... ปี 1979 - 1982 | 117 |
| 4.5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลาระหว่าง... ปี 1983 - 1986 | 117 |
| 4.5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผันน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลาระหว่าง... ปี 1987 - 1990 | 118 |
| 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับเวลา..... | 115 |
| 4.6.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 118 |
| 4.6.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 119 |
| 4.6.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 119 |
| 4.6.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 120 |
| 4.6.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 120 |
| 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 กรณีศึกษากับ... เวลา | 121 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|--------------------|
| 4.7.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง ศึกษากับเวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 4 กรณี... 122 |
| 4.7.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง ศึกษากับเวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 4 กรณี... 122 |
| 4.7.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง ศึกษากับเวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 4 กรณี... 123 |
| 4.7.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง ศึกษากับเวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 4 กรณี... 123 |
| 4.7.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้ง ศึกษากับเวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 4 กรณี... 124 |
| 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง 4 กรณีศึกษา กับเวลา..... | 121 |
| 4.8.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง เวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 4 กรณีศึกษา... 124 |
| 4.8.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง เวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 4 กรณีศึกษา... 125 |
| 4.8.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง เวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 4 กรณีศึกษา... 125 |
| 4.8.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง เวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 4 กรณีศึกษา... 126 |
| 4.8.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้ง เวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 4 กรณีศึกษา... 126 |
| 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง 4 กรณี ศึกษา กับเวลา..... | 128 |
| 4.9.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง เวลาระหว่างปี 1971 - 1974 | 4 กรณีศึกษา... 129 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------------------------|
| 4.9.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง เวลาระหว่างปี 1975 - 1978 | 4 กรณีศึกษา กับ... 129 |
| 4.9.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง เวลาระหว่างปี 1979 - 1982 | 4 กรณีศึกษา กับ... 130 |
| 4.9.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง เวลาระหว่างปี 1983 - 1986 | 4 กรณีศึกษา กับ... 130 |
| 4.9.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลในลำน้ำทั้ง เวลาระหว่างปี 1987 - 1990 | 4 กรณีศึกษา กับ... 131 |
| 7.1 เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 146 |
| 7.2 รูปแสดงด้านหน้า เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 146 |
| 7.3 รูปแสดงด้านหลัง เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 147 |
| 7.4 แสดงสภาพภายใน เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 147 |
| 7.5 แสดงสภาพภายใน เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 148 |
| 7.6 แสดงคลองรับน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้า..... | 148 |
| 7.7 แสดงโรงไฟฟ้า และท่อส่งน้ำเข้าโรงไฟฟ้า..... | 149 |
| 7.8 แสดงสภาพทำนบน้ำ เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 149 |
| 7.9 บ้ายแสดงรายละเอียดโครงการ เชื้อนครินทร์นครินทร์..... | 150 |
| 7.10 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียดพื้นที่รับน้ำ..... | 150 |
| 7.11 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียด เชื้อนครินทร์..... | 151 |
| 7.12 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียดฝั่งบริเวณของ เชื้อนครินทร์..... | 151 |
| 7.13 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียดรูปตัดของ เชื้อนครินทร์..... | 152 |
| 7.14 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียดของการผลิตกระแสไฟฟ้า..... | 152 |
| 7.15 ส่วนขยายบ้ายแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า..... | 153 |