การพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน

นางสาววราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-809-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19237108

FORECASTING OF WATER QUANTITY IN THE LARGE TANK OF THE ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

Miss Waraporn Laoratananuruk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-332-809-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน
โดย	นางสาววราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์
ภาควิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิรัช อภิเมธีธำรง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วานิชย์บัญชา)

..... กรรมการ
(ดร. อรุณี กำลัง)

วราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์ : การพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน (FORECASTING OF WATER QUANTITY IN THE LARGE TANK OF THE ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ร.อ. มานพ วราภักดิ์,
539 หน้า. ISBN 974 - 332 - 809 - 2.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน และต้องการหาตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำ โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี โดยการพิจารณาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ วิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการถดถอย เทคนิคการปรับให้เรียบ วิธีการแยกองค์ประกอบ และวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมมาจากฝ่ายจัดสรรน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน เป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ในช่วงปี 2530 - 2540

ผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ว่า วิธีการถดถอยเหมาะสมกว่าวิธีอื่น ๆ ที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน ซึ่งสามารถสรุปผลเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 Y_{t-1} + \hat{\beta}_2 X_{1,t-1} + \hat{\beta}_3 X_{2,t-1}$$

โดยที่ $\hat{Y}_t$ = ค่าพยากรณ์ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ ต้นเดือน t
Y_{t-1} = ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ในเดือน t - 1
$X_{1,t-1}$ = ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ในเดือน t - 1
$X_{2,t-1}$ = ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อน ในเดือน t – 1

ค่าคงที่ ($\hat{\beta}_0$) และค่าสัมประสิทธิ์($\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลของแต่ละอ่างเก็บน้ำ และความแม่นยำของการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าของตัวแปรอิสระด้วย

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต วราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์
สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542

4082335926 : MAJOR STATISTICS
KEY WORD : FORECAST / MODEL / APPROPRIATE / WATER QUANTITY
WARAPORN LAORATANANURUK : FORECASTING OF WATER QUANTITY IN THE LARGE TANK OF THE ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI, 539 pp.
ISBN 974-332-809-2.

The objective of this study is to find the appropriate forecasting methods and models for forecasting water quantity in the large tank of the Royal Irrigation Department. The Mean Absolute Percentage Error of forecasting is utilized to measure the accuracy of the forecasting method, and to find the forecasting models that appropriate for the data in each water tank. The forecasting methods under consideration are regression method, smoothing method, decomposition method and Box – Jenkins method. The data are collected from Water Coordinate Branch, Office of Hydrology & Water Management, The Royal Irrigation Department during 1987 – 1997.

The result of this study indicates that regression method is the most appropriate method. The finding can be concluded as follows :

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 Y_{t-1} + \hat{\beta}_2 X_{1,t-1} + \hat{\beta}_3 X_{2,t-1}$$

Where $\hat{Y}_t$ is the forecasting value of water quantity in the tank at the beginning of the month t.

Y_{t-1} is water quantity in the tank in month $t-1$.

$X_{1,t-1}$ is inflow water quantity in month $t-1$.

$X_{2,t-1}$ is outflow water quantity in month $t-1$.

The constant values $(\hat{\beta}_0)$ and the regression coefficients varied $(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3)$, depending on each water tank. However, the accuracy of the forecast also depends on the pre – determined of independent variables.

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอกมานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ มัลลิกา บุนนาค ในฐานะประธานกรรมการและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วานิชย์บัญชา และ ดร. อรุณี กำลัง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบรูณ์มากยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณ ครู-อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. บุญทอง ภู่เจริญ อธิการบดีมหาวิทยาลัยพายัพที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนทุนการศึกษาในด้านการเรียนตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ดวงเดือน ภู่เจริญ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ ตลอดจนคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยพายัพ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านการเรียนตลอดจนการทำงานเสมอมา และเนื่องจากทุนการวิจัยในครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี่ด้วย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดสรรน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน ที่ให้ความดูแลเอาใจใส่ประสาน ตลอดจนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดสรรน้ำ และให้ความสะดวกในด้านการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

คุณค่าและความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณของคุณพ่อ-คุณแม่ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียน และเป็นกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา อีกทั้งขอขอบพระคุณพี่ ๆ น้องชาย รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาตลอด

ท้ายนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจอย่างดีมาตลอด

วราภรณ์ เล้ารัตนานุรักษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ณ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 การดำเนินการวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5
บทที่ 2 ทฤษฎีสถิติและปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2.1 ทฤษฎีสถิติที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 6
2.2 ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 31
บทที่ 3 การวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูล
3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล 48
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
4.1 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล 54
4.2 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ 62
4.3 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 70
4.4 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม 78

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.19 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว 198
4.20 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา 206
4.21 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ 214
4.22 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล 222
4.23 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา 230
4.24 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง 238
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผล 246
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 257
รายการอ้างอิง 259
ภาคผนวก
ก. ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทาน 261
ข . รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูล 286
ประวัติผู้เขียน 539

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 86
4.6 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ 94
4.7 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร 102
4.8 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ 110
4.9 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว 118
4.10 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง 126
4.11 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง 134
4.12 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน 142
4.13 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง 150
4.14 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง 158
4.15 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ 166
4.16 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม 174
4.17 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน 182
4.18 ตัวแบบพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี 190

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล 57

4.2 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล 59

4.3 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนภูมิพล 60

4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพล 61

4.5 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ 65

4.6 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ 67

4.7 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนสิริกิติ์ 68

4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ 69

4.9 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 73

4.10 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ... 75

4.11 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 76

4.12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 77

4.13 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม 81

4.14 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม 83

4.15 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนกิ่วลม 84

4.16 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกิ่วลม 85

4.17 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 89

4.18 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 91

4.19 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 93

4.21 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ 97

4.22 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ 99

4.23 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนอุบลรัตน์ 100

4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์ 101

4.25 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร 105

4.26 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร 107

4.27 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนสิรินธร 108

4.28 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิรินธร 109

4.29 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ 113

4.30 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ 115

4.31 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนจุฬาภรณ์ 116

4.32 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนจุฬาภรณ์ 117

4.33 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว 121

4.34 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว 123

4.35 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำปาว 124

4.36 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำปาว 125

4.37 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง 129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.38 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง 131

4.39 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำตะคอง 132

4.40 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำตะคอง 133

4.41 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง 137

4.42 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง 139

4.43 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำพระเพลิง 140

4.44 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำพระเพลิง 141

4.45 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน 145

4.46 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน 147

4.47 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนน้ำอูน 148

4.48 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนน้ำอูน 149

4.49 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง 153

4.50 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง 155

4.51 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนห้วยหลวง 156

4.52 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนห้วยหลวง 157

4.53 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง 161

4.54 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง 163

4.55 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนลำนางรอง 164

4.56 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนลำนางรอง 165

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.57 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ 169

4.58 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ 171

4.59 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนศรีนครินทร์ 172

4.60 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ 173

4.61 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม 177

4.62 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม 179

4.63 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนเขาแหลม 180

4.64 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเขาแหลม 181

4.65 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน 185

4.66 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน 187

4.67 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนแก่งกระจาน 188

4.68 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน 189

4.69 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี 193

4.70 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี 195

4.71 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนปราณบุรี 196

4.72 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนปราณบุรี 197

4.73 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว 201

4.74 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว 203

4.75 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนกระเสียว 204

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.76 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนกระเสียว 205

4.77 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา 209

4.78 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา 211

4.79 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนทับเสลา 212

4.80 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา 213

4.81 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ 217

4.82 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ 219

4.83 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนบางพระ 220

4.84 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางพระ 221

4.85 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล 225

4.86 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล 227

4.87 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนหนองปลาไหล 228

4.88 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหนองปลาไหล 229

4.89 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา 233

4.90 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา 235

4.91 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนรัชชประภา 236

4.92 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนรัชชประภา 237

4.93 แสดงผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง 241

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.94 แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง 243

4.95 แสดงผลที่ได้จากการพิจารณาตัวแปรอิสระของเขื่อนบางลาง 244

4.96 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการถดถอยของข้อมูล ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนบางลาง 245

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ หน้า

3.1 แผนภูมิแสดงโครงสร้างของระบบงานพยากรณ์ 47

4.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนภูมิพล 58

4.2 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนภูมิพล 58

4.3 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนภูมิพล 58

4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนสิริกิติ์ 66

4.5 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิริกิติ์ 66

4.6 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิริกิติ์ 66

4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 74

4.8 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 74

4.9 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล . 74

4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนกิ่วลม 82

4.10 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกิ่วลม 82

4.11 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกิ่วลม 82

4.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 90

4.13 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา 90

4.14 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแม่กวงอุดมธารา . 90

4.15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนอุบลรัตน์ 98

4.16 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนอุบลรัตน์ 98

4.17 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนอุบลรัตน์ 98

4.18 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนสิรินธร 106

4.19 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิรินธร 106

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ หน้า

4.20 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนสิรินธร 106

4.21 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนจุฬาภรณ์ 114

4.22 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนจุฬาภรณ์ 114

4.23 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนจุฬาภรณ์ 114

4.24 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำปาว 122

4.25 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำปาว 122

4.26 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำปาว 122

4.27 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำตะคอง 130

4.28 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำตะคอง 130

4.29 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำตะคอง 130

4.30 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำพระเพลิง 138

4.31 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำพระเพลิง 138

4.32 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำพระเพลิง 138

4.33 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนน้ำอูน 146

4.34 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนน้ำอูน 146

4.35 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนน้ำอูน 146

4.36 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนห้วยหลวง 154

4.37 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนห้วยหลวง 154

4.38 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนห้วยหลวง 154

4.39 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของเขื่อนลำนางรอง 162

4.40 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำนางรอง 162

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ หน้า

4.41 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนลำนางรอง 162

4.42 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนศรีนครินทร์ 170

4.43 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนศรีนครินทร์ 170

4.44 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนศรีนครินทร์ 170

4.45 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนเขาแหลม 178

4.46 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนเขาแหลม 178

4.47 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนเขาแหลม 178

4.48 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนแก่งกระจาน 186

4.49 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแก่งกระจาน 186

4.50 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนแก่งกระจาน 186

4.51 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนปราณบุรี 194

4.52 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนปราณบุรี 194

4.53 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนปราณบุรี 194

4.54 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนกระเสียว 202

4.55 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกระเสียว 202

4.56 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนกระเสียว 202

4.57 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนทับเสลา 210

4.58 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนทับเสลา 210

4.59 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนทับเสลา 210

4.60 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนบางพระ 218

4.61 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางพระ 218

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ หน้า

4.62 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางพระ 218

4.63 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนหนองปลาไหล 226

4.64 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนหนองปลาไหล 226

4.65 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนหนองปลาไหล ... 226

4.66 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนรัชชประภา 234

4.67 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนรัชชประภา 234

4.68 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนรัชชประภา 234

4.69 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจริงกับกับค่าพยากรณ์ 4 วิธี ของ เขื่อนบางลาง 242

4.70 แสดงการเปรียบเทียบ APE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางลาง 242

4.71 แสดงการเปรียบเทียบ MAPE จากการพยากรณ์ของเขื่อนบางลาง 242