โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 9/2556

เรื่อง

การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

Operation Rule Curve Improvement ofPasakJolasid Dam

โดย

นางสาวสุวรรณาบัวซ้อน

นายอรรณพ ขันติธรรมพัฒนา

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พ.ศ. 2556

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

เรื่อง การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

Operation Rule Curve Improvement for PasakJolasid Dam

นามผู้ทำโครงงาน นางสาวสุวรรณา บัวซ้อน

นายอรรณพ ขันติธรรมพัฒนา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์บัญชา ขวัญยืน, Ph.D.)

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานรับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิมิตรเฉิดฉันท์พิพัฒน์, M.Eng.)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

.

สุวรรณาบัวซ้อน และ อรรณพ ขันติธรรมพัฒนา 2556: การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา -ชลประทาน) ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก : รองศาสตราจารย์บัญชา ขวัญยืน, Ph.D.110 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์โดยการปรับเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อน โดยทำการทดลองสร้างแบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement จากข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง ค่าการระเหย ค่าการรั่วซึม ปริมาณน้ำปล่อยออกจากอ่างจากนั้นทำการปรับแก้เกณฑ์การบริหารจัดการ และวิเคราะห์หารูปแบบที่เหมาะสม

ผลการศึกษาพบว่า ในการสร้างแบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy – Minimum Storage Requirement ทำให้ได้กราฟแบบจำลองที่มีความแปรปรวนมาก ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ จึงทำการปรับแก้เกณฑ์การบริหารจัดการที่มีอยู่เดิมที่ปรับปรุงล่าสุดโดยกรมชลประทาน โดยปรับเกณฑ์จากเดิมที่มีระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve)อยู่ที่ 27% ของระดับเก็บกักปกติ เป็นที่ระดับ 25%,20%, 15%, และ 10% พบว่าระดับควบคุมตอนบนของ Rule Curve ที่ 25% ของระดับเก็บกักปกติมีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำไปใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ตามหลักการ Vacancy – Minimum StorageRequirement เมื่อกำหนดระดับควบคุมตอนบนและตอนล่างต่ำสุดให้คงที่ รวมถึงพิจารณาระดับควบคุมในช่วงอื่นๆ จะพบว่าให้ค่าความต่างระหว่างระดับควบคุมตอนบนและระดับควบคุมตอนล่างอยู่ในช่วง 300-400 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งง่ายต่อการบริหารจัดการ แต่เมื่อเทียบกับระดับควบคุมตอนบนที่ 10 %, ระดับควบคุมตอนบนที่ 15% และระดับควบคุมตอนบนที่ 20% ทำให้ได้ช่วงในการบริหารจัดการที่แคบลงซึ่งอาจทำให้เกิดความยุ่งยากในการบริหารจัดการ และเมื่อพิจารณาปริมาตรน้ำในอ่างฯตามสภาพความเป็นจริงร่วมกับ Rule Curve ที่ทำการปรับแก้ที่ระดับต่างๆ แล้ว พบว่าไม่มี Rule Curve ใดเลยที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จึงสรุปได้ว่าหลักการ Vacancy – Minimum Storage Requirement ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

SuwannaBuason and AunnopKantitampattana2013: Operation Rule Curve Improvement of PasakJolasid Dam. Bachelor of Engineering (Civil-Irrigation Engineering), Department of Irrigation Engineering. Project Advisor: Associate Professor BanchaKwanyuen, Ph.D. 110 pages.

The objective of this study was to identify the optimal pattern of operation rule curve of PasakJolasid Dam by improving the operational principle. The vacancy-minimum storage requirement rule curve was created by using the following data: inflow, evaporation, percolation and outflow. After that, the improved rule curvewas generated and analyzed to find the optimal pattern.

The result showed that rule curve using the vacancy-minimum storage gave fluctuated curve which could not be applied for practical use. Later, operation rule curve was evaluated using the existing one, but the level of upper rule curve was adjusted from 27% of storage level to 25%, 20%, 15%, and10%, respectively. It showed that the upper rule curve at 25% is the most optimum to be used for operational rule curve ofPasakJolasid Dam. This rule curve had a range between upper and lower rule curve about 300-400 MCM which was easy for operation. When comparing among 10%, 15% and 20%, they gave the smallergap between upper and lower rule curve which caused the difficulty in the operation. Considering the real water storage along with all the test rule curves, none wereapplicable for the operation. It can be concluded that vacancy-minimum storage requirement is not optimum for the operation of PasakJolasid Dam.

Student's signature Project Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ขวัญยืน ประธานกรรมการที่ปรึกษาโครงงาน รองศาสตราจารย์ ดร. วราวุธ วุฒิวณิชย์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาในการค้นคว้าข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิมิต เฉิดฉันท์พิพัฒน์ และอาจารย์ ดร. ยุทธนา ตาละลักษณ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำโครงงานวิศวกรรมชลประทานเพิ่มเติม

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ คุณพีระพงศ์ รัตนบุรี วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน คุณกิติยา เกียรตินรากร วิศวกรชลประทานชำนาญการ ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 13 และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ รวมถึงแหล่งข้อมูลที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ โครงการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และอื่นๆ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนจนโครงงานวิศวกรรมชลประทานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ด้วยประโยชน์และคุณความดีทั้งหลายอันถึงจะได้รับจากโครงงานวิศวกรรมชลประทานนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้แก่ บิดามารดา คณาจารย์ทุกท่าน

สุวรรณาบัวซ้อน
อรรณพ ขันติธรรมพัฒนา
พฤษภาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	39
อุปกรณ์	39
วิธีการ	39
ผลและวิจารณ์	47
สรุปและข้อเสนอแนะ	61
สรุป	61
ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	63
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	65
ภาคผนวก	66

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 สถิติภูมิอากาศรอบ 30 ปี ของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างปีพ.ศ. 2524 – 2553 7

2 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่สถานี S.9 (อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี) (พ.ศ. 2508 – 2556) 9

3 สถิติน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 10

4 พื้นที่โครงการชลประทานเดิม 16

5 พื้นที่โครงการชลประทานที่เปิดใหม่ภายหลัง 18

6 สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์และเขื่อนเจ้าพระยา 20

7 สรุปความต้องการใช้น้ำรายเดือนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 22

8 ปริมาณน้ำปล่อยเฉลี่ยท้ายเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (พ.ศ.2543-2556) 22

9 ข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุน 31

10 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve) 41

11 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve) 42

12 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (พ.ศ.2545) 44

13 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (พ.ศ.2555) 45

13 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชชนิดต่างๆ (K_c) 47

14 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯสะสม 4 เดือน (ก.ค. - ต.ค.) 5 1

ตารางผนวกที่

1 การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve) 66

2 การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve) 80

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 แผนที่ลุ่มน้ำป่าสัก 6

2 ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจอากาศ ลพบุรี (พ.ศ. 2524-2553) 9

3 ปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี S.9 อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี (พ.ศ.2508-2556) 12

4 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 14

5 สภาพการใช้น้ำของพื้นที่ชลประทาน 15

6 ผังระบบการจัดสรรน้ำของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 21

7 สถิติการปล่อยน้ำเฉลี่ย (พ.ศ.2543-2556) กับความต้องการใช้น้ำจาก เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 24

8 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปี กับความต้องการใช้น้ำรายปีจากอ่างเก็บน้ำ 25

9 การแบ่งขอบเขตปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ 28

10 ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูฝน 35

11 ปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง 36

12 กราฟเปรียบเทียบค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2556 46

13 ปริมาณน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) และปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.) ที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 49

14 กราฟปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯสะสม 4 เดือน (ก.ค.- ต.ค.) 52

15 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำพ.ศ.2554-2556 53

16 Rule Curve ตามหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (พิจารณา Outflow) 54

17 Curve ตามหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (พิจารณา Demand) 55

18 Rule Curve ปรับแก้ใหม่ (ลดลงไว้ที่ 17%) 56

19 Rule Curve ปรับแก้ใหม่ (ลดลงไว้ที่ 12%) 57

20 Rule Curve ปรับแก้ใหม่ (ลดลงไว้ที่ 20%) 58

21 Rule Curve ปรับแก้ใหม่ (ลดลงไว้ที่ 25%) 59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทำ Upper Rule Curve	67
2	ขั้นตอนการทำ Lower Rule Curve	70

การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

Operation Rule Curve Improvement ofPasakJolasid Dam

คำนำ

ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำหลักที่ 12 ของประเทศ เป็นสาขาลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 16,292 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2554 เกิดเหตุการณ์มหาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ปริมาณน้ำส่วนเกินความจุของอ่างเก็บน้ำ ที่ระบายจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้พื้นที่ลุ่มเจ้าพระยา โดยเฉพาะจังหวัดอยุธยา จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนนทบุรี และกรุงเทพมหานครได้รับความเสียหาย น้ำท่วมเต็มพื้นที่ โดยอาจจะกล่าวได้ว่าการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำป่าสักส่งผลกระทบโดยตรงกับพื้นที่ตอนล่างของลุ่มเจ้าพระยา จึงเป็นที่มาของการศึกษาปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ระบายออกให้เหมาะสมช่วงเวลา สถานการณ์น้ำของพื้นที่

การควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นแนวทางหนึ่ง ที่ช่วยในการพิจารณาระบายน้ำจากอ่างให้เหมาะสมและสอดคล้องกับช่วงเวลา ปริมาณน้ำที่มีอยู่ และความต้องการน้ำในพื้นที่โครงการนั้น (ธีรยุทธ, 2544) โดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ(Rule curve) ในการพิจารณาระดับและปริมาตรอ่างเก็บน้ำ ซึ่งนิยมนำมาใช้เป็นเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำ (ภานุวัฒน์, 2546)

การบริหารจัดการน้ำในช่วงสถานการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เดิมมีการกักเก็บน้ำในฤดูฝนตั้งแต่ต้นฤดูกาล เมื่อถึงกลางฤดูฝนปริมาณน้ำในอ่างก็จะถึงระดับเก็บกักสูงสุด เป็นเหตุให้ต้องรีบระบายน้ำส่วนเกินในช่วงท้ายฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2555 กรมชลประทานได้ดำเนินการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เพื่อลดปริมาณในการเก็บกักน้ำในช่วงต้นฤดูฝน การศึกษาครั้งนี้ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการและเสนอเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อเป็นแนวทางการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำป่าสักต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์โดยการปรับเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อน

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตของพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

งานศึกษานี้มุ่งเน้นศึกษาการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์โดยพิจารณาจาก Rule curve ที่ใช้ในปีพ.ศ. 2554 – 2556 และคำนึงถึงด้านวิศวกรรมเป็นหลัก (พิจารณา Capacity ด้านท้ายน้ำเพียงอย่างเดียว)

2. ขอบเขตของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลด้านอุตุนิยม -อุทกวิทยา จะใช้ข้อมูลของกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา

3. ขอบเขตของเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลสถิติน้ำฝน น้ำท่า สภาพภูมิอากาศ จะใช้ข้อมูลไม่น้อยกว่า 30 ปี

การตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษา

1.1สภาพภูมิประเทศ

กิติยา และภัสสร (2544) ได้อ้างถึงการสรุปคุณสมบัติทางกายภาพโดยทั่วไปของลุ่มน้ำป่าสักว่า ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำที่สำคัญลุ่มน้ำหนึ่ง เป็น 1 ใน 8ลุ่มน้ำย่อยที่ประกอบรวมเป็นลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากลุ่มน้ำอื่นๆ คือเป็นลุ่มน้ำที่มีรูปร่างแคบเรียวยาวคล้ายขนนก โดยมีเทือกเขาขนาบอยู่ 2 ข้าง และแม่น้ำป่าสักไหลอยู่ตอนกลางของพื้นที่จากทิศเหนือลงใต้ ลุ่มน้ำมีความกว้างเฉลี่ยประมาณ 45 กิโลเมตร และยาวประมาณ 350 กิโลเมตร ต้นกำเนิดของแม่น้ำป่าสักอยู่บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ในเขตอำเภอด่านซ้าย ทางตอนใต้ของจังหวัดเลย และไหลผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี และบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมความยาวของแม่น้ำป่าสักทั้งหมดประมาณ 513 กิโลเมตร โดยมีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดประมาณ 16,292 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำป่าสักสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ

(ก) ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน เป็นส่วนต้นน้ำของแม่น้ำป่าสักตั้งแต่จังหวัดเลยจนถึงบริเวณอำเภอหล่มสักจังหวัดเพชรบูรณ์ มีลักษณะเป็นภูเขาสูง

(ข) ลุ่มน้ำป่าสักตอนเพชรบูรณ์ เป็นส่วนที่ต่อเนื่องจากตอนบนบริเวณตั้งแต่อำเภอหล่มสักลงไปจนถึงอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอหนองไผ่ อำเภอวิเชียรบุรี บริเวณนี้เป็นพื้นที่ลูกเนินสลับกับทุ่งราบตามความยาวของลำน้ำป่าสัก และราษฎรได้ใช้ทุ่งราบบนสองฝั่งของแม่น้ำเป็นพื้นที่ประกอบการเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่

(ค) ลุ่มน้ำป่าสักตอนกลาง เป็นบริเวณตั้งแต่อำเภอวิเชียรบุรี อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอชัยบาดาล อำเภอท่าหลวง อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ลงไปจนถึง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ภูมิประเทศของลุ่มน้ำตอนนี้เป็นพื้นที่ลูกเนิน ซึ่งเป็นบริเวณที่กรมชลประทานพิจารณาให้เป็นที่ตั้งเขื่อนเก็บกักน้ำ

(ง) ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง เป็นบริเวณตั้งแต่อำเภอแก่งคอย อำเภอเมืองสระบุรี อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี อำเภอท่าเรือ อำเภอนครหลวง จนถึงอำเภอเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนนี้เป็นที่ค่อนข้างราบเหมาะที่จะเปิดเป็นพื้นที่ชลประทาน ในปัจจุบันตั้งแต่อำเภอท่าเรือลงไปจนถึงอำเภอเมืองพระนครศรีอยุธยา เป็นส่วนหนึ่งของโครงการชลประทานเจ้าพระยา และบริเวณอำเภอเสาไห้ก็เป็นโครงการชลประทานคลองเพรียว-เสาไห้ ส่วนพื้นที่ที่เหลือ

ได้มีการวางโครงการเตรียมเปิดเป็นพื้นที่ชลประทาน หากมีน้ำต้นทุนเพียงพอ ได้แก่ โครงการสูบน้ำแก่งคอย-บ้านหมอ โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม และโครงการสูบน้ำพัฒนานิคม-แก่งคอย

บัญชา และคณะ (2556)ได้กล่าวถึงลำน้ำสาขาของลุ่มน้ำป่าสัก จะมีลักษณะเป็นลำน้ำสายสั้นๆ แยกมาจากทางตะวันตกและตะวันออก ลำน้ำสาขาทางต้นน้ำ ได้แก่

(ก) ห้วยน้ำพุง มีต้นกำเนิดมาจากเอกเขาเพชรบูรณ์ทางตอนใต้สุดของจังหวัดเลย ไหลขนานมากับแม่น้ำป่าสักและมาบรรจบกันที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(ข) ห้วยขอนแก่น มีต้นกำเนิดที่เทือกเขาทางตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอหล่มสัก

(ค) ลำกง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางตะวันออกเฉียงเหนือในเขตอำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์

ลำน้ำสาขาทางตอนล่างของลุ่มน้ำ ได้แก่

(ก) ห้วยเกาะแก้วมีต้นกำเนิดที่อยู่เทือกเขาเตี้ย ๆ บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบูรณ์กับจังหวัดลพบุรี ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักทางตอนใต้ของอำเภอศรีเทพ

(ข) ลำสนรี เป็นลำน้ำสาขาใหญ่ที่สุดของแม่น้ำป่าสัก มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบูรณ์กับจังหวัดชัยภูมิ มีลำน้ำสาขาคือ ลำพญากลาง ลำสนรีไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

(ค) ห้วยมวกเหล็ก มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดลพบุรีกับจังหวัดนครราชสีมา ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

1.2 สภาพทางภูมิอากาศ

กิติยา และภัสสร (2544)ได้กล่าวถึงสภาพทางภูมิอากาศของลุ่มน้ำป่าสักว่า ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมทั้ง 2 ฤดูกล่าวคือ ฤดูฝนซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และฤดูแล้งซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนช่วงเดือนมีนาคม ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ลมมรสุมยังมีอิทธิพลไม่รุนแรงทำให้อากาศร้อนซึ่งอุณหภูมิสูงสุดจะเกิดขึ้นในเดือนเมษายน จากสถิติในรอบ 30 ปี พ.ศ. 2524- 2553 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ในเดือนธันวาคม และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.6องศาเซลเซียส

ในฤดูฝนจะมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงประมาณร้อยละ 60ถึงร้อยละ 80และจะมีฝนตกชุกประมาณเดือนละ 13 ถึง 20 วัน ฝนจะตกชุกที่สุดในเดือนกันยายน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 265.50 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณฝนทั้งปีจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,130.10มิลลิเมตร โดยร้อยละ 85 จะตกในฤดู

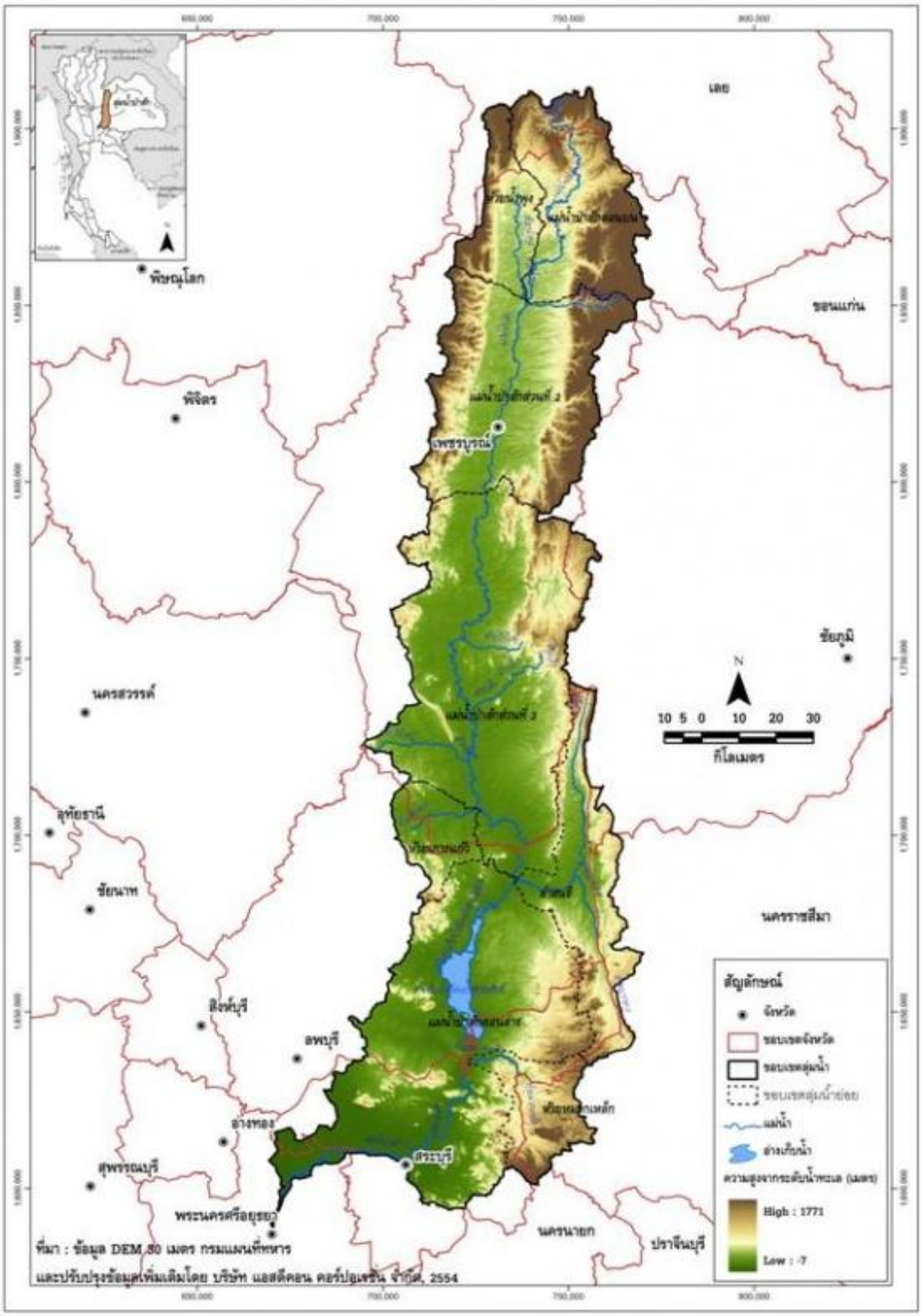
ฝน ส่วนฤดูแล้งจะมีความชื้นน้อย และมีฝนตกครั้งคราวประมาณ 5มิลลิเมตร เท่านั้น รายละเอียดของน้ำฝนและอุณหภูมิได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

1.3 สภาพน้ำท่า

แม่น้ำป่าสักมีลักษณะการไหลของน้ำ เช่นเดียวกับแม่น้ำสายสำคัญทั่วๆ ไปของประเทศไทย กล่าวคือ จะมีน้ำในลำน้ำเป็นปริมาณมากในฤดูฝน และมีน้ำน้อยในฤดูแล้ง จากสถิติทางอุทกวิทยาเป็นเวลา 48 ปี (พ.ศ.2508 – 2556) แม่น้ำป่าสักมีปริมาณน้ำไหลเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 2,300 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งออกเป็นปริมาณน้ำในฤดูฝน (มิถุนายน – พฤศจิกายน) ประมาณ 2,100 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือร้อยละ 91 ของปริมาณน้ำท่ารายปี ส่วนในฤดูแล้ง (ธันวาคม – พฤษภาคม) จะมีน้ำไหลเพียง 182 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือร้อยละ 8 ของปริมาณน้ำท่ารายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของแม่น้ำป่าสักที่สถานี S.9 ซึ่งอยู่ที่ อ.แก่งคอย จังหวัดสระบุรี ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในเดือนกันยายนและตุลาคมจะมีรวมกันประมาณ 1,500 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งในช่วงนี้มีความต้องการน้ำด้านการเพาะปลูกน้อยมากเพราะเป็นระยะที่ฝนตกชุก ฉะนั้นการกักเก็บน้ำจำนวนนี้ไว้ใช้ในฤดูแล้งแทนที่จะปล่อยให้ไหลทิ้งทะเลโดยเปล่าประโยชน์ จะช่วยแก้ปัญหาความเดือดร้อนในเรื่องการขาดแคลนน้ำเพื่อการเพาะปลูกและการอุปโภค บริโภคในฤดูแล้งได้ และจะช่วยลดความเสียหายจากน้ำท่วมที่มีอยู่เป็นประจำทุกปีในเขตพื้นที่ทางท้ายน้ำให้ลดน้อยลงอีกด้วย

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าปริมาณน้ำท่ารายปีสูงสุดอยู่ในปี พ.ศ. 2554 มีค่าเท่ากับ 5,004.00 ล้าน ลบ.ม.ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในปี พ.ศ. 2536 มีค่าเท่ากับ 603.8 ล้าน ลบ.ม



ภาพที่ 1 แผนที่ลุ่มน้ำป่าสัก

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร

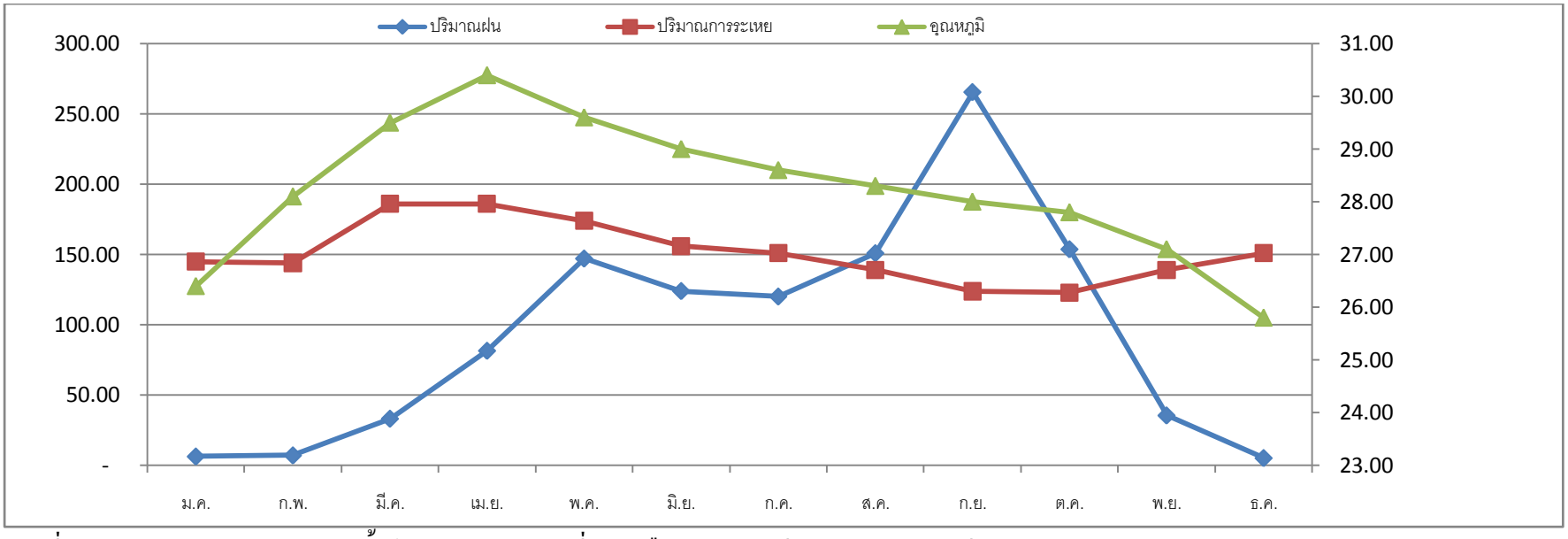
ตารางที่ 1 สถิติภูมิอากาศรอบ 30 ปี ของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรีระหว่างปีพ.ศ. 2524-2553

รหัสสถานี	426201	ระดับสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	10.0 ม.
ละติจูด	14.48.0 N	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	11.0 ม.
ลองติจูด	100.37.0 E	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.2 ม.
		ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	13.0 ม.
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.9 ม.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ		785	ล้านลูกบาศก์เมตร

รายการ	**เดือน**												**รายปี**
	ม.ค.	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	
อุณหภูมิ (°C)													
เฉลี่ย	26.40	28.10	29.50	30.40	29.60	29.00	28.60	28.30	28.00	27.80	27.10	25.80	28.20
เฉลี่ยสูงสุด	32.90	34.60	36.00	36.80	35.30	34.30	33.70	33.30	32.80	32.50	32.20	31.70	33.80
เฉลี่ยต่ำสุด	21.10	23.20	24.80	25.80	25.60	25.20	24.90	24.90	24.70	24.30	22.80	20.60	24.00
สูงสุด	38.40	38.60	39.40	41.40	40.80	39.50	38.30	37.70	36.20	35.60	25.80	36.00	41.40
ต่ำสุด	19.00	23.70	23.80	25.20	25.20	24.70	24.60	24.50	24.00	24.30	22.10	20.20	19.00

ตารางที่ 1 (ต่อ) สถิติภูมิอากาศรอบ 30 ปี ของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรีระหว่างปีพ.ศ. 2524-2553

รายการ	เดือน												รายปี
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	63.00	65.00	66.00	69.00	75.00	76.00	77.00	78.00	81.00	77.00	66.00	60.00	71.00
เฉลี่ยสูงสุด	81.00	85.00	86.00	88.00	90.00	91.00	92.00	92.00	94.00	91.00	83.00	77.00	87.00
เฉลี่ยต่ำสุด	42.00	42.00	43.00	46.00	54.00	57.00	58.00	60.00	64.00	61.00	51.00	43.00	52.00
ต่ำสุด	39.00	45.00	40.00	40.00	52.00	554.00	56.00	57.00	58.00	53.00	49.00	41.00	39.00
การระเหย (มม.)													
เฉลี่ยจากถาด	145.00	144.00	186.00	186.00	174.00	156.00	151.00	139.00	124.00	123.00	139.00	151.00	1,818.00
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	6.30	7.10	33.20	81.50	147.10	124.00	120.10	150.90	265.50	153.70	35.50	5.20	1,130.10
จำนวนวันที่ฝนตก	1.00	1.00	3.00	6.00	13.00	12.00	14.00	16.00	17.00	13.00	3.00	1.00	100.00
ฝนสูงสุดใน 24 ชม.	36.80	28.10	148.30	105.60	113.10	102.80	103.70	164.90	149.00	203.40	97.20	25.80	203.40



ภาพที่ 2 ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจอากาศลพบุรี (พ.ศ.2524-2553)

ตารางที่ 2ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่สถานี S.9 (อ.แก่งคอย จังหวัดสระบุรี) (พ.ศ.2508-2556)

รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวมทั้งปี
เฉลี่ยรายปี	25.18	16.38	16.15	17.90	63.36	91.48	113.40	249.74	687.03	803.18	153.27	41.72	2,278.80
ค่าสูงสุด	58.5	37.06	57.65	47.47	294.45	366.57	604.42	782.94	2239.74	2446	447.79	105.2	6934.8
ค่าต่ำสุด	0.25	0	0	3.46	4.9	6.4	5.72	40.2	97.9	127.1	11.2	0.49	285.93

ตารางที่ 3 สถิติน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

หน่วย-ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2542							50.79	154.92	635.98	955.17	300.76	23.99	2,121.61
2543	0.00	18.68	21.64	26.50	241.18	318.10	596.63	741.48	1,731.89	843.97	141.35	35.85	4,717.27
2544	29.95	31.61	4.59	9.3	102.4	93.9	116.3	472.2	445.4	346.8	135.6	44.3	1,832.35
2545	49.42	40.29	57.50	40.05	69.95	120.19	55.36	164.78	2,238.58	722.13	190.75	21.66	3,770.66
2546	20.73	19.00	15.56	6.92	20.16	73.66	126.50	286.85	611.23	420.60	31.05	38.10	1,670.36
2547	30.23	19.58	30.74	24.47	32.20	344.01	143.82	573.16	568.59	217.53	15.92	11.52	2,011.77
2548	6.60	12.46	18.01	14.41	13.72	16.79	102.46	130.83	417.38	241.13	169.98	7.73	1,151.50
2549	0.23	33.06	33.75	28.68	42.22	96.39	321.97	300.05	804.50	1,551.32	101.77	18.47	3,332.41
2550	19.13	28.25	30.20	37.47	255.18	87.84	34.66	102.89	420.70	1,344.37	95.10	34.20	2,489.99
2551	31.63	20.84	27.10	24.25	71.27	183.48	177.18	353.15	870.35	843.68	447.79	28.57	3,079.29
2552	37.27	24.02	32.79	33.84	139.66	56.82	95.50	86.65	488.23	1,135.57	150.22	7.79	2,288.36
2553	41.06	5.51	19.00	10.18	17.44	27.91	5.72	387.70	1,038.51	1,639.31	207.90	21.86	3,422.10
2554	27.93	15.41	20.49	17.06	123.87	386.57	320.66	780.85	1,749.23	1,530.35	47.83	3.75	5,024.00

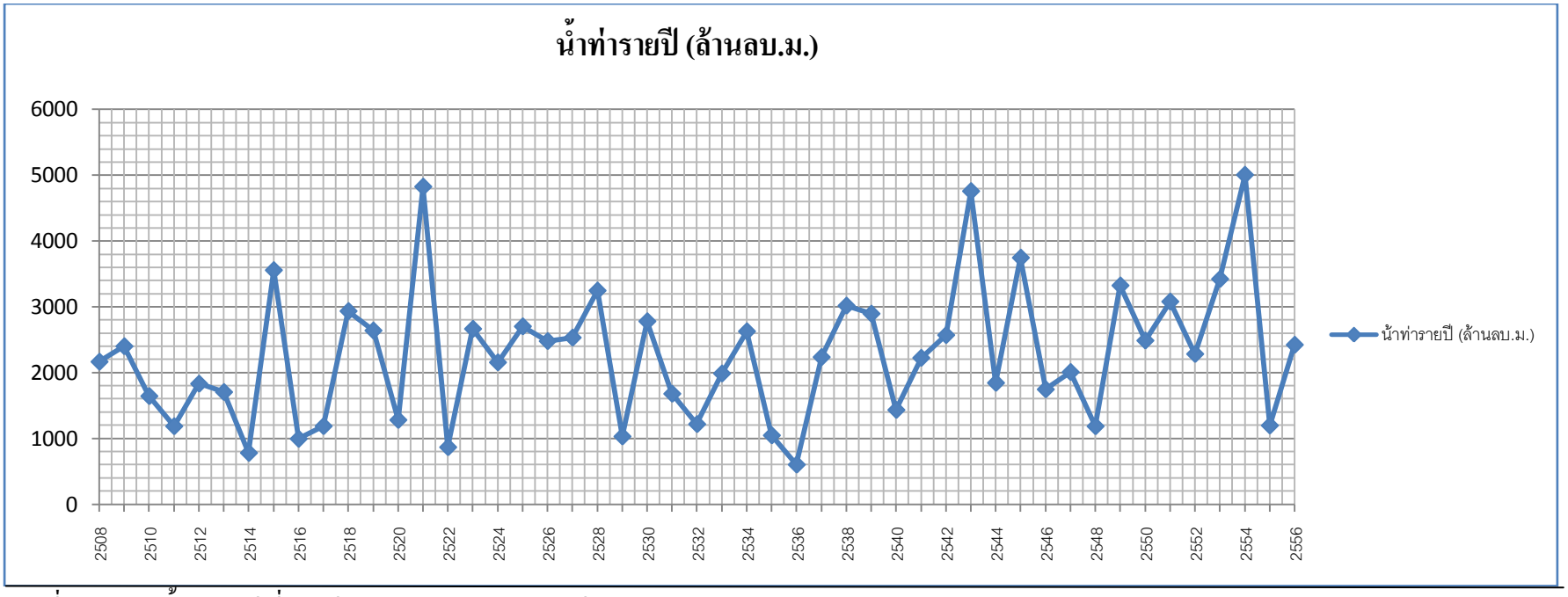
ที่มา: กลุ่มจัดสรรน้ำ กรมชลประทาน

ตารางที่ 3 (ต่อ) สถิติน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

หน่วย-ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2555	0.79	27.90	17.21	16.54	10.24	40.53	31.42	108.12	657.55	266.04	12.30	9.47	1,198.11
2556	16.37	11.92	6.01	21.23	30.30	35.80	22.84	115.25	775.31	1,321.03	51.18	16.14	2,423.38
2557	26.24												
เฉลี่ย	22.51	22.04	23.90	22.21	83.56	134.43	146.79	317.26	896.90	891.93	139.97	21.56	2,424.46
สูงสุด	49.42	40.29	57.50	40.05	255.18	386.57	596.63	780.85	2,238.58	1,639.31	447.79	44.30	5,024.00
ต่ำสุด	0.00	5.51	4.59	6.92	10.24	16.79	5.72	86.65	417.38	217.53	12.30	3.75	1,151.50

ที่มา: กลุ่มจัดสรรน้ำ กรมชลประทาน



ภาพที่ 3ปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี S.9 อ.แก่งคอย จ.สระบุรี (พ.ศ. 2508 – 2556)

1.4 ลักษณะอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ส่วนของลักษณะเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เป็นเขื่อนดินที่ยาวที่สุดในประเทศไทย มีที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ บ.แก่งเสือเต้น ต.หนองบัว อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี โดยมีลักษณะทางกายภาพดังนี้

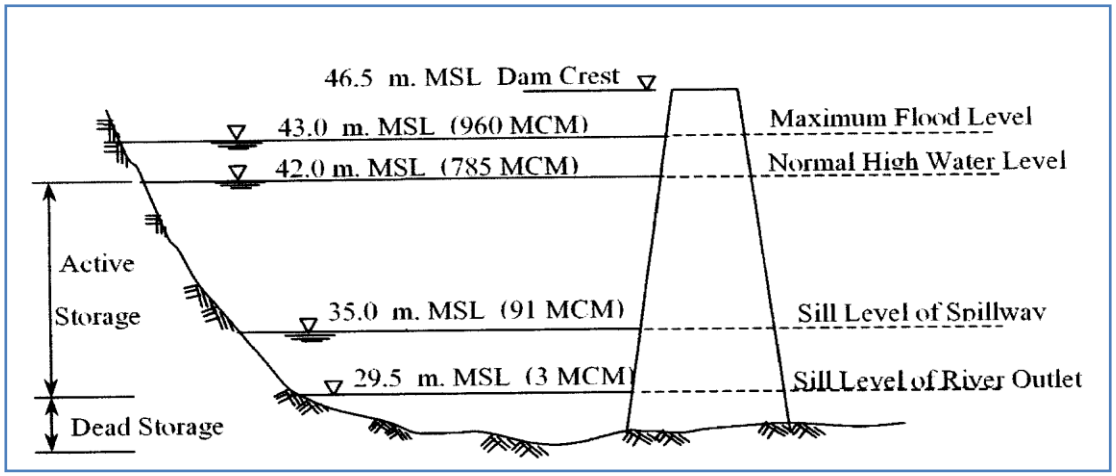
พื้นที่รับน้ำเหนือหัวงาน	12,929	ตารางกิโลเมตร
ความยาวของลำน้ำถึงหัวงาน	380	กิโลเมตร
ความลาดเทของลำน้ำบริเวณหัวงาน	1:4,000	
ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี	1,250	มิลลิเมตร
ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยตลอดปี	2,400	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำหลากในรอบ 1,000 ปี	3,884	ลูกบาศก์เมตร /วินาที
ปริมาณตะกอนสะสม 100 ปี	73.4	ล้านลูกบาศก์เมตร
ระดับน้ำเก็บกักปกติ	+ 42.0	ม. รทก.
ระดับน้ำสูงสุด	+ 43.0	ม. รทก.
ระดับน้ำต่ำสุด	+ 29.0	ม. รทก.
ความจุอ่างที่ระดับน้ำเก็บกักปกติ	785	ล้านลูกบาศก์เมตร
ความจุอ่างที่ระดับน้ำสูงสุด	960	ล้านลูกบาศก์เมตร
ความจุอ่างที่ระดับน้ำต่ำสุด	3	ล้านลูกบาศก์เมตร

ลักษณะของตัวเขื่อน มีดังนี้

ชนิดของเขื่อน เขื่อนดินแบบ	Zoned Type	
ระดับสันเขื่อน	46.5	ม.รทก.
ความสูงเขื่อน	31.5	ม.
ความยาวเขื่อน	4,860	ม.

และมีอาคารระบายน้ำ 3 แห่ง คือ

อาคารระบายน้ำล้น	- ระดับสันอาคาร	35 ม.รทก.
	- ระบายน้ำได้สูงสุดวินาทีละ	3,900 ลูกบาศก์เมตร
อาคารท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิม	- ระดับสันอาคาร	21.37 ม.รทก.
	- ระบายน้ำได้สูงสุดวินาทีละ	80 ลูกบาศก์เมตร
อาคารท่อระบายน้ำฉุกเฉิน	- ระดับสันอาคาร	29.31 ม.รทก.
	- ระบายน้ำได้สูงสุดวินาทีละ	65 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 4ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

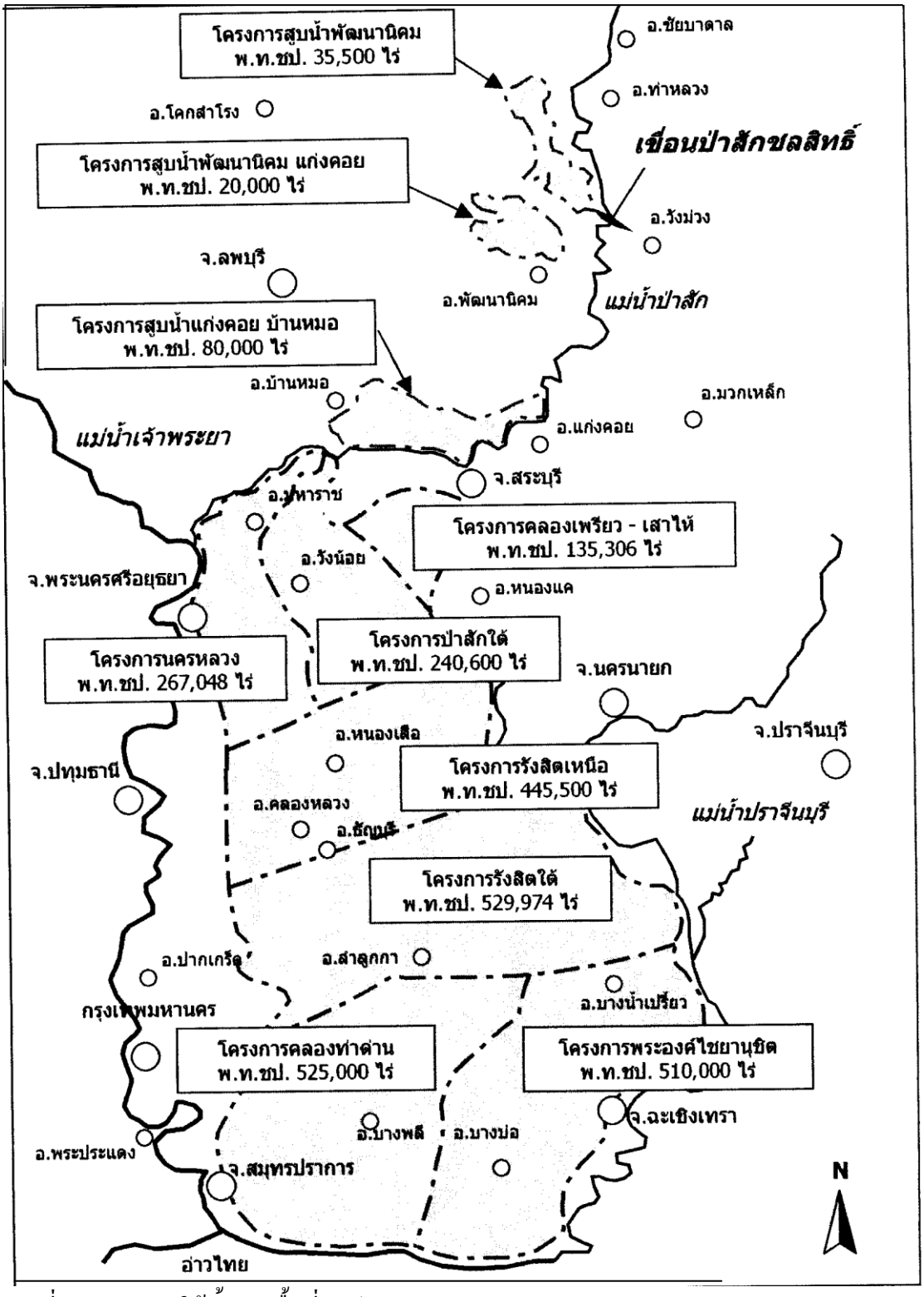
ที่มา: ภานุวัฒน์ (2546)

ภานุวัฒน์(2546) ได้กล่าวว่าสภาพการใช้น้ำของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ดังภาพที่ 5จะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ช่วยลดปริมาณการผันน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยา ที่ส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการชลประทานเจ้าพระยาตะวันออกตอนล่างที่มีอยู่เดิม 7 โครงการ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว – เสาไห้ ป่าสักใต้ นครหลวง รังสิตเหนือ รังสิตใต้ คลองด่าน และพระองค์ไชยานุชิต ซึ่งมีพื้นที่ชลประทานเท่ากับ 2,653,428 ไร่ และโครงการสูบน้ำอีก 3 โครงการที่มีพื้นที่ชลประทานเท่ากับ 135,500 ไร่ คือ โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม – แก่งคอย แก่งคอย – บ้านหมอ และพัฒนานิคม นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งน้ำต้นทุนในการอุปโภคบริโภค การอุตสาหกรรม และการรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ

1.5 ความต้องการใช้น้ำของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เพื่อกิจกรรมต่างๆ

1.5.1 ความต้องการใช้น้ำด้านการชลประทาน

กิติยา และภัสสร (2544) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของโครงการเขื่อนกักเก็บน้ำแม่น้ำป่าสักประการหนึ่งคือ เป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับโครงการชลประทานในเขตลุ่มน้ำป่าสักที่มีอยู่ รวมทั้งเพื่อส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่างรวม 6 โครงการซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดความต้องการใช้น้ำด้านการชลประทานดังภาพที่ 5 ออกเป็น 2 ส่วน คือ โครงการชลประทานเดิม ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว – เสาไห้ นครหลวง ป่าสักใต้ รังสิตเหนือ รังสิตใต้ คลองด่าน และพระองค์ไชยานุชิต ซึ่งแสดงพื้นที่ชลประทานดังตารางที่ 4 กับโครงการชลประทานที่เปิดใหม่ในภายหลังได้แก่ โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม พัฒนานิคม – แก่งคอย แก่งคอย – บ้านหมอ แสดงพื้นที่ชลประทานในตารางที่ 5



ภาพที่ 5 สภาพการใช้น้ำของพื้นที่ชลประทาน

ที่มา: ภานุวัฒน์ (2546)

ตารางที่ 4พื้นที่โครงการชลประทานเดิม

โครงการ	พื้นที่โครงการ	พื้นที่ชลประทาน	พื้นที่เพาะปลูก
	(ไร่)	(ไร่)	(ไร่)
1. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว - เสาไห้	176,791	135,306	135,300
2. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครหลวง	302,486	267,048	257,800
3. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้	272,000	240,600	182,200
4. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตเหนือ	454,200	445,500	373,640
5. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้	566,000	529,974	464,900
6. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองด่าน	569,000	525,000	343,100
7. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต	537,000	510,000	474,600
รวมพื้นที่ทั้งหมด	2,877,477	2,653,428	2,231,540

ก่อนที่จะมีการก่อสร้างเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ปริมาณน้ำที่จัดสรรให้โครงการต่างๆ เหล่านี้เกือบทั้งหมดเป็นน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งผันผ่านมาทางคลองชัยนาท – ป่าสัก และทดเข้าคลองระพีพัฒน์เหนือเขื่อนพระราม 6 เนื่องจากสามารถกำหนดแผนและควบคุมการสรรน้ำง่าย เมื่อเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสักได้รับการพัฒนาขึ้นมาจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ทดแทนน้ำที่ต้องผันมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาได้

เขื่อนพระราม 6 บนแม่น้ำป่าสักจะทดน้ำให้สูงได้ถึงระดับ 7.500 ม.รทก. เพื่อช่วยในการสูบน้ำขึ้นจากพื้นที่โครงการคลองเพรียว – เสาไห้ และผันน้ำเข้าคลองระพีพัฒน์ทาง ปตร. พระนารายณ์ ช่วงแรกของคลองจะมีคลองซอยบนฝั่งขวาเพื่อส่งน้ำให้กับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ และนครหลวง ทางฝั่งซ้ายมีการสูบน้ำให้กับพื้นที่ด้านล่างของโครงการคลองเพรียว – เสาไห้ ตอนหลายพื้นที่โครงการป่าสักใต้ คลองระพีพัฒน์จะแยกออกเป็นคลองระพีพัฒน์แยกตกเพื่อครอบคลุมพื้นที่ด้านตะวันตกของโครงการรังสิตเหนือ และคลองระพีพัฒน์แยกใต้เพื่อครอบคลุมพื้นที่ด้านตะวันออกรวมทั้งส่งน้ำให้กับโครงการที่เหลือทางด้านล่าง ได้แก่ รังสิตใต้ นครหลวง และพระองค์ไชยานุชิต

น้ำที่ระบายออกจากโครงการตอนบนเมื่อสิ้นฤดูฝนก่อนการเก็บเกี่ยว จะเป็นประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งในโครงการตอนล่างด้วย พื้นที่ทุ่งเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่างนี้นอกจากจะได้รับน้ำเพื่อการชลประทานจากคลองระพีพัฒน์แล้วยังได้รับน้ำจากทางอื่นอีก ได้แก่ จากแม่น้ำนครนายก แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำเจ้าพระยา โดยรับน้ำเข้ามาทางประตูระบายน้ำและ

สถานีสูบน้ำต่างๆ แต่แม่น้ำเหล่านี้ก็มีข้อจำกัด เนื่องจากในฤดูแล้ง น้ำจะกลายเป็นน้ำเค็มทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่โครงการคลองด่านและพระองค์ไชยานุชิต

สรุปพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดในเขตโครงการชลประทานที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ทุ่งเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่าง และโครงการคลองเพรียว – เสาไห้ รวมประมาณ 2.2 ล้านไร่ ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4

<u>โครงการชลประทานที่เปิดใหม่ภายหลัง</u>

พื้นที่เพาะปลูกที่ได้รับประโยชน์โดยตรงจากเขื่อนเก็บกักน้ำแม่น้ำป่าสัก โดยได้พัฒนาเป็นโครงการสูบน้ำชลประทาน ประกอบด้วยพื้นที่ 3 แห่ง คือ โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม และโครงการสูบน้ำพัฒนานิคม – แก่งคอย ซึ่งอยู่ขอบอ่างเก็บน้ำด้านทิศตะวันตก ส่วนอีกพื้นที่หนึ่ง ได้แก่ โครงการสูบน้ำแก่งคอย – บ้านหมอ ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำของเขื่อนที่ตั้ง

1. โครงการสูบน้ำแก่งคอย – บ้านหมอ เป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ที่ได้มีการศึกษาความเหมาะสมไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 โดย JICA จากประเทศญี่ปุ่นตามคำขอของรัฐบาลไทย รายละเอียดของโครงการประกอบด้วย โรงสูบน้ำตั้งอยู่บนฝั่งขวาของแม่น้ำป่าสักบริเวณบ้านธาตุใต้ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 มิลลิเมตร กำลัง 500 กิโลวัตต์ จำนวน 7 เครื่อง แต่ละเครื่องสูบน้ำได้ในอัตรา 2.44 ลูกบาศก์เมตร /วินาที โดยสูบน้ำจากแม่น้ำป่าสักเพื่อช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 85,695 ไร่ โดยมีระบบชลประทานประกอบด้วยคลองสายใหญ่ 1 สาย ความยาว 34.7 กิโลเมตร คลองซอย 12 สาย ความยาวรวม 71.7 กิโลเมตร และคลองแยกซอยอีก 19 สาย ความยาวรวม 39.2 กิโลเมตร รวมทั้งมีคลองระบายน้ำสายใหญ่ และสายซอย ความยาวรวมประมาณ 98 กิโลเมตร ซึ่งกรมชลประทานได้ดำเนินการว่าจ้างสำรวจและออกแบบรายละเอียดโครงการเสร็จเรียบร้อยเมื่อปี พ.ศ. 2528

2. โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม – แก่งคอย พื้นที่โครงการอยู่ในเขตอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี และอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ระบบส่งน้ำของพื้นที่โครงการพัฒนานิคม -แก่งคอย ผลของการออกแบบวางแนวคลองส่งน้ำสายใหญ่และสายซอย ได้ครอบคลุมพื้นที่โครงการ 26,666 ไร่ พื้นที่ชลประทาน (ร้อยละ 75) 20,000 ไร่ ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้พื้นที่ชลประทาน 3.28 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระบบชลประทานจะประกอบไปด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 สาย ยาว 25.2 กิโลเมตร คลองส่งน้ำสายซอย 10 สาย และสายซอยย่อย 1 สาย ความยาวรวม 23.90 กิโลเมตร

3. โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม ผลจากการออกแบบวางแนวคลองชลประทานครอบคลุมพื้นที่โครงการ 47,335 ไร่ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศมีความลาดชันมาก จึงคิดพื้นที่ชลประทานประมาณ (ร้อยละ 75) 35,500 ไร่ ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้พื้นที่ชลประทาน 5.84

ลูกบาศก์เมตร /วินาที ระบบชลประทานประกอบไปด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ 4 สาย ยาว 53.5 กิโลเมตร คลองส่งน้ำสายซอย 13 สาย ความยาวรวม 25.35 กิโลเมตร

ตารางที่ 5พื้นที่โครงการชลประทานที่เปิดใหม่ภายหลัง

โครงการ	พื้นที่โครงการ	พื้นที่ชลประทาน
	(ไร่)	(ไร่)
1. โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม	35,500	35,500
2. โครงการสูบน้ำพัฒนานิคม - แก่งคอย	26,666	20,000
3. โครงการสูบน้ำแก่งคอย - บ้านหมอ	85,695	80,000
รวมพื้นที่ทั้งหมด	147,861	135,500

1.5.2 ความต้องการน้ำด้านอุปโภค – บริโภค การอุตสาหกรรม

กิติยา และภัสสร (2544) ได้กล่าวถึงความต้องการใช้น้ำด้านการประปา โดยการประปาส่วนภูมิภาคได้ดำเนินการผลิตน้ำประปาให้แก่ชุมชนขนาดใหญ่ในลุ่มน้ำป่าสัก ครอบคลุม 4 จังหวัด ได้แก่ เพชรบูรณ์ สระบุรี ลพบุรี และอยุธยา แต่ในปัจจุบันการประปาของชุมชนขนาดใหญ่ยังเป็นกิจการให้สัมปทานเอกชนดำเนินการ จากข้อมูลการประปาส่วนภูมิภาค ได้พบว่าการประปาอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากโครงการป่าสักมีอยู่ 9 แห่ง และมีกำลังผลิตรวมในปีพ.ศ. 2542 ประมาณ 20,000 ลูกบาศก์เมตร /วัน หรือประมาณ 7.3 ล้านลูกบาศก์เมตร /ปี หากคาดการณ์การขยายตัวของชุมชนในอนาคตนับจากปี 2542 อีก 20 ปี คือ ปี พ.ศ. 2561 จะทำให้มีความต้องการน้ำประปาเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า ความต้องการน้ำจากโครงการป่าสักจะเป็น 60,000 ลูกบาศก์เมตร /วัน หรือ 21.9 ล้านลูกบาศก์เมตร / ปี

นอกจากนี้ ยังมีชุมชนชนบทที่ต้องอาศัยน้ำอุปโภคบริโภคจากลำน้ำป่าสักตอนล่างอีก หากคิดว่าในปีพ.ศ. 2542 มีคนในชนบทประมาณ 100,000 คน ได้รับน้ำจากลำน้ำป่าสักตอนล่าง และใช้น้ำ 50 ลิตร/คน/วัน จะได้ความต้องการใช้น้ำในปีพ.ศ. 2542 5,000 ลูกบาศก์เมตร /วัน หรือ 1.8 ล้านลูกบาศก์เมตร /ปี และหากคาดการณ์การขยายตัวประชากรเป็น 3 เท่า จะทำให้ความต้องการน้ำอุปโภค บริโภค ในชนบทในอนาคตมีค่าประมาณ 15,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 5.5 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

สำหรับการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีการขยายตัวมาในเขตจังหวัดสระบุรี โดยเฉพาะที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี สภาพการใช้น้ำในปีพ.ศ. 2542 คาดว่าจะมีประมาณ 5,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 1.8 ล้านลูกบาศก์เมตร /ปี ในปัจจุบันมีการวางแผนร่วมกับนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยที่ก่อสร้างขึ้น/จัดสรรนิคมอุตสาหกรรม 2 แห่งที่อาศัยแม่น้ำป่า

สักเป็นแหล่งน้ำ ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมหนองแค และนิคมอุตสาหกรรมแก่งคอย ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรมประมาณ 44,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 16.1 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

1.5.3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาคุณภาพด้านท้ายน้ำ

ภานุวัฒน์ (2546) ได้กล่าวว่า ในการศึกษาความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาคุณภาพด้านท้ายน้ำนั้น จะทำการศึกษาจากข้อมูลน้ำท่าของแม่น้ำป่าสักต่อปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดในช่วงฤดูแล้งโดยที่ไม่ทำให้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำเกิดเน่าเสีย และเกิดการรุกล้ำจากน้ำเค็ม กิติยา และภัสสร (2544) ได้ทำการศึกษาว่า ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2532 นั้น กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้ทำการสำรวจคุณภาพน้ำ 8 จุด ตลอดลำน้ำป่าสัก คือ อำเภอเมือง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี อำเภอท่าเรือ ท่าน้ำวัดนครหลวง และปากแม่น้ำป่าสัก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สรุปได้ว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักยังอยู่ในสภาพดีได้เกณฑ์มาตรฐาน แต่มีแนวโน้มที่จะลดต่ำลงหากไม่มีการควบคุม อย่างไรก็ตามในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2535 ซึ่งเป็นปีแล้งจัด ได้เกิดน้ำเน่าเสียรุนแรงในลำน้ำป่าสักท้ายเขื่อนพระราม 6 ระหว่างเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีการปล่อยน้ำจากเขื่อนพระราม 6 ตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน 2534 ทำให้เกิดน้ำนิ่งและมีการขยายตัวของผักตบชวา ทำให้ต้องมีการแก้ไขเร่งด่วนโดยการปล่อยน้ำจากเขื่อนพระราม 6 ประมาณ 30 ลูกบาศก์เมตร / วินาที เพื่อผลักดันผักตบชวาให้ออกจากลำน้ำป่าสัก

ในการศึกษาโครงการเขื่อนเก็บกักแม่น้ำป่าสักครั้งนี้ ควรคำนึงที่จะรักษาคุณภาพน้ำในลำน้ำป่าสักตอนล่าง โดยเฉพาะท้ายเขื่อนพระราม 6 โดยการกำหนดค่าระบายน้ำต่ำสุด (Minimum Release) ท้ายเขื่อนพระราม 6 แต่ก็ไม่ควรสูงจนเกินไป เนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนมีน้อย จากข้อมูลน้ำท่าของแม่น้ำป่าสัก ในเดือนเมษายนจะมีปริมาณน้ำไหลน้อยที่สุด โดยมีอัตราการไหลประมาณ 2.67 – 15.45 ลูกบาศก์เมตร/วินาที (6.92 – 40.05 ล้านลูกบาศก์เมตร/เดือน) ดังนั้นหากจะกำหนดค่าระบายน้ำต่ำสุด 3 ลูกบาศก์เมตร/วินาที หรือ 8 ล้านลูกบาศก์เมตร /เดือน คาดว่าจะรักษาคุณภาพน้ำในลำน้ำป่าสักได้ และจะใช้น้ำประมาณ 50 ล้านลูกบาศก์เมตร /ปี ระหว่าง 6 เดือน คือ มกราคม – มิถุนายน

1.6 การจัดสรรน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ภานุวัฒน์ (2546) ได้กล่าวไว้ว่า พื้นที่ในโครงการชลประทานเจ้าพระยาตะวันออกตอนล่างรับน้ำจากทั้ง 2 แห่ง คือ จากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และเขื่อนเจ้าพระยาที่ผันเข้าคลองชัยนาท – ป่าสัก โดยผ่านปตร.เริงราง เข้าสู่แม่น้ำป่าสัก และส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกโดยผ่านปตร.พระนารายณ์ เข้าสู่คลองระพีพัฒน์ ดังภาพที่ 6

ก่อนที่จะทำการจำลองระบบการจัดสรรน้ำ ต้องหาสัดส่วนของปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนป่าสักฯ และเขื่อนเจ้าพระยาที่ส่งให้กับพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ปล่อยจากทั้งสองเขื่อนระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึง 2545 ดังแสดงในตารางที่ 6

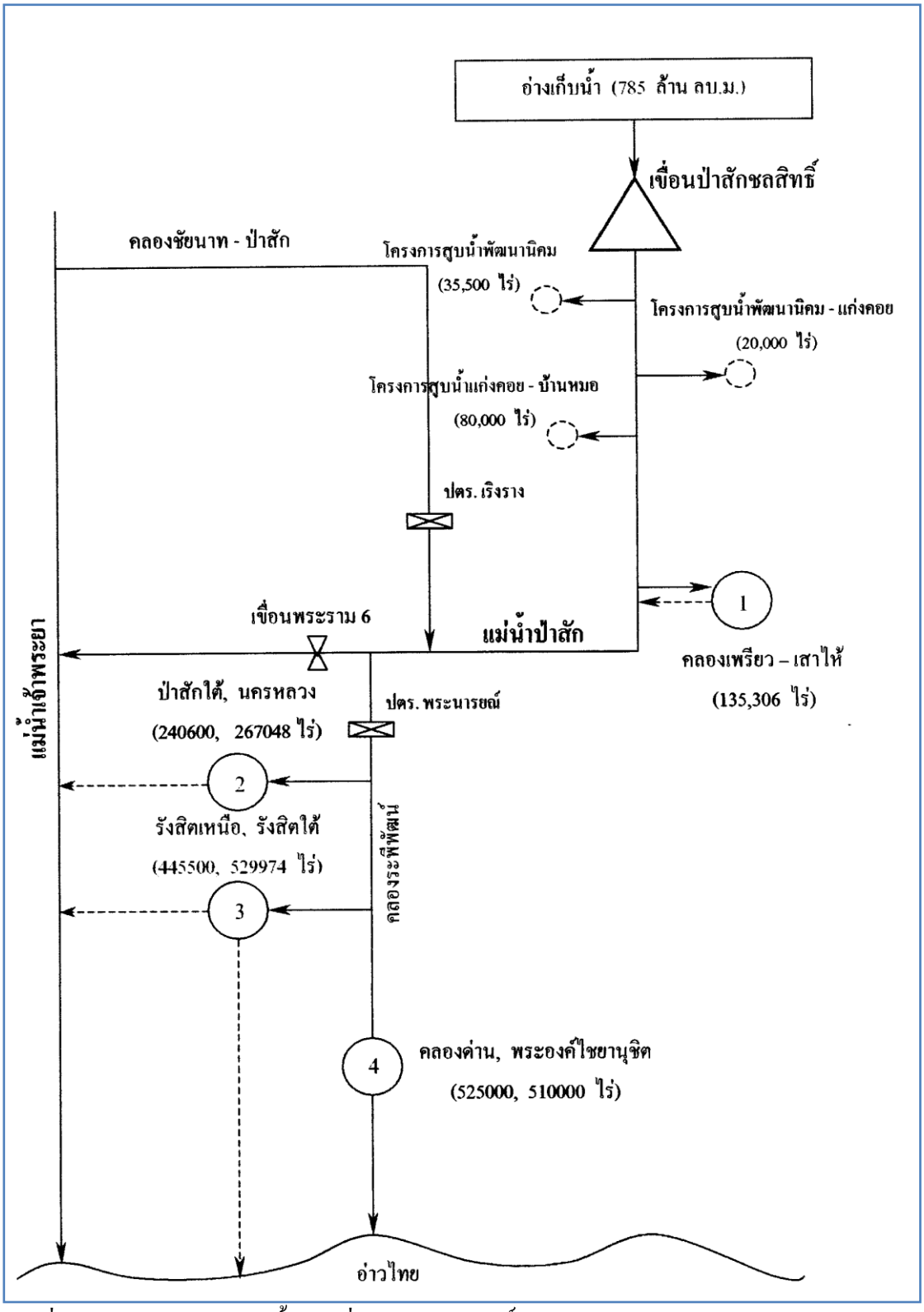
ตารางที่ 6สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และเขื่อนเจ้าพระยา

(หน่วย: ร้อยละ)

เขื่อน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ป่าสักฯ	36	49	28	52	31	55	55	67	72	55	33	23
เจ้าพระยา	64	51	72	48	69	45	45	33	28	45	67	77

เนื่องจากในช่วงฤดูฝนอาจมีการปล่อยน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยามากกว่าปกติ และเพื่อลดปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อนป่าสักไม่ให้มากเกินไปในฤดูฝน ดังนั้นระหว่างเดือน ก.ค. ถึง ต.ค. จึงคิดสัดส่วนการปล่อยน้ำจากทั้งสองเขื่อนเป็น 50%

ตารางที่ 7แสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ หลังจากที่พิจารณาสัดส่วนในการปล่อยน้ำรวมกับเขื่อนเจ้าพระยา และในภาพที่ 7 แสดงปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (พ.ศ. 2543 ถึง 2556) เทียบกับความต้องการใช้น้ำ ซึ่งจะเห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการจัดสรรน้ำให้เพียงพอ แต่ในกรณีปีที่มีปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างน้อย จะเกิดปัญหาในการจัดสรรน้ำได้ ดังภาพที่ 8 เป็นการเทียบปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (พ.ศ. 2508-2556) กับความต้องการน้ำรายปีซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำมีค่าน้อยกว่าความต้องการน้ำอยู่ 17 ปี จากทั้งหมด48 ปี



ภาพที่ 6 ผังระบบการจัดสรรน้ำของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ที่มา: ภานุวัฒน์ (2546)

ตารางที่ 7สรุปความต้องการใช้น้ำรายเดือนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

(หน่วย: ล้านลูกบาศก์เมตร)

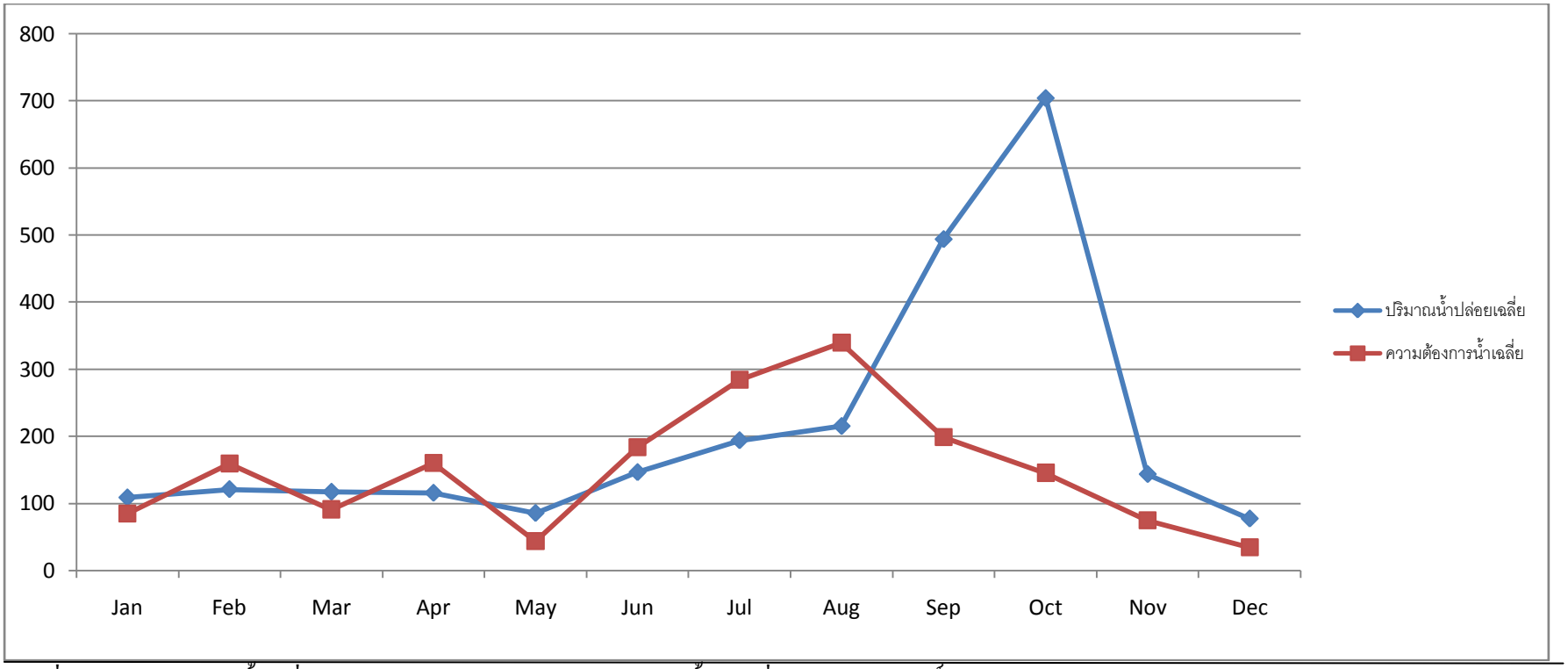
ความต้องการน้ำ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
1. การชลประทาน	67.2	142.7	73.4	143.3	25.7	166.7	280.5	335.5	194.5	141.3	70.4	30.2	1671.4
2. การอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม	4	3.8	4	3.9	4	3.9	4	4	3.9	4	3.9	4	47.4
3. รักษาระบบนิเวศ	13.4	12.5	13.4	13	13.4	13							78.7
รวมทั้งหมด	84.6	159	90.8	160.2	43.1	183.6	284.5	339.5	198.4	145.3	74.3	34.2	1797.5

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำปล่อยเฉลี่ยท้ายเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (พ.ศ.2543-2556)

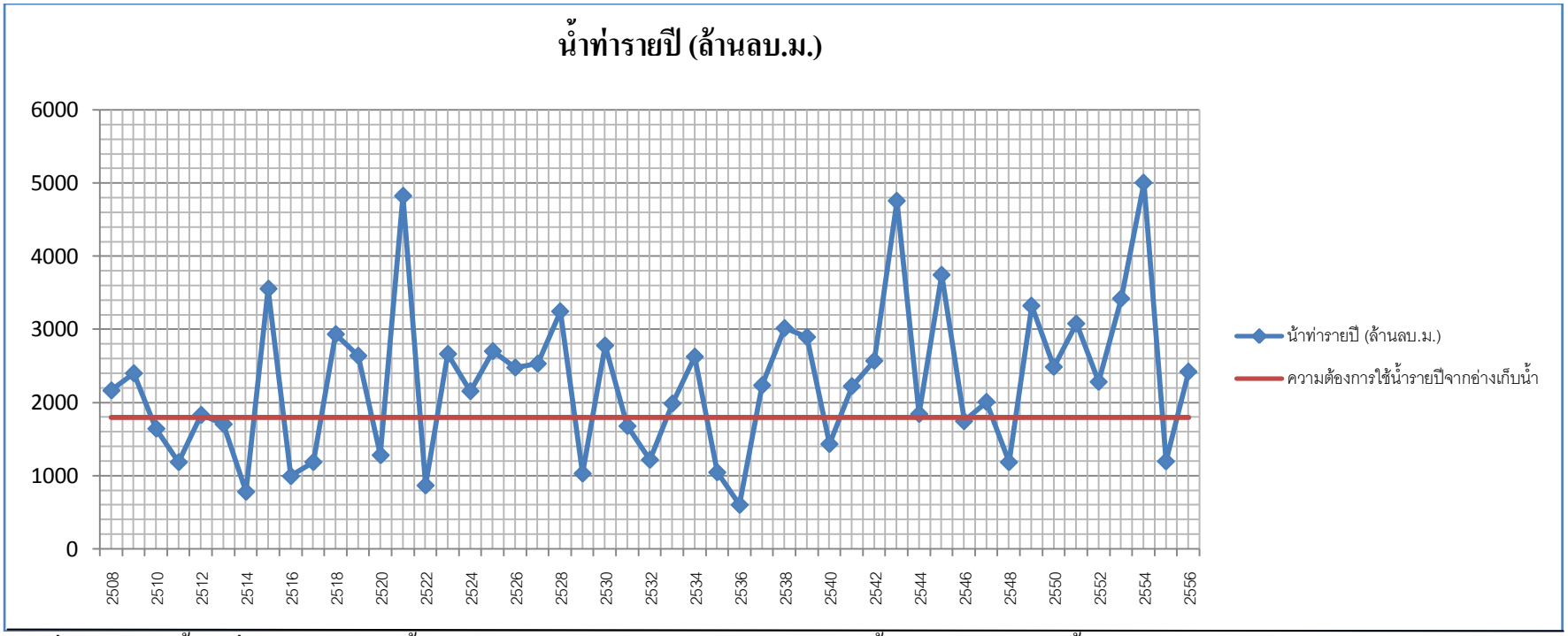
ปี พ.ศ.	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**รวม**
2542							3.29	14.34	466.14	807.26	300.76	23.99	1,615.77
2543	76.42	80.94	98.74	122.35	83.82	296.59	798.19	427.26	1,717.05	692.49	168.39	79.30	4,641.53
2544	77.50	177.93	39.95	108.90	78.10	182.70	87.30	377.20	162.90	122.80	82.10	40.50	1,537.88
2545	112.81	154.41	115.75	187.03	104.32	31.85	145.20	44.82	1,776.38	713.27	229.18	32.29	2,158.58
2546	105.44	10.83	102.07	191.84	105.77	78.62	189.80	241.16	303.39	179.94	42.77	52.28	1,603.91
2547	56.58	73.41	137.99	128.97	84.98	185.41	310.07	515.20	67.45	116.48	92.91	44.30	1,813.75

ตารางที่ 8 (ต่อ)ปริมาณน้ำปล่อยเฉลี่ยท้ายเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (พ.ศ.2543-2556)

ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2548	81.06	101.47	109.83	63.64	72.50	29.62	28.87	45.78	41.63	67.85	43.04	34.65	719.94
2549	72.51	118.49	156.29	120.21	146.08	160.74	281.08	257.34	293.91	1,388.32	57.43	34.45	3,086.85
2550	122.73	126.96	140.40	115.03	124.93	375.12	44.33	40.53	70.96	979.92	207.34	112.05	2,460.30
2551	108.33	120.15	153.75	38.85	28.68	170.69	166.32	374.68	398.65	601.77	469.13	58.00	2,689.00
2552	112.03	138.44	153.00	96.23	104.45	112.93	91.50	60.60	41.19	910.17	146.84	131.73	2,099.11
2553	126.12	160.13	155.89	168.94	58.38	33.97	7.46	12.92	636.88	1,493.92	321.57	84.70	3,260.88
2554	169.38	151.43	64.51	75.77	39.03	276.87	496.33	556.12	1,093.30	1,356.03	62.11	128.58	4,469.46
2555	159.56	160.89	132.14	106.83	57.40	64.69	38.30	27.54	213.60	72.12	31.87	80.77	1,145.71
2556	137.98	115.97	76.66	90.47	105.36	47.07	28.23	28.82	97.44	1,166.39	51.31	164.08	2,109.78
2557	182.75												
เฉลี่ย	113.41	120.82	116.93	115.36	85.27	146.21	181.08	201.62	492.06	711.25	153.78	73.44	1,766.79
สูงสุด	182.75	177.93	156.29	191.84	146.08	375.12	798.19	556.12	1,776.38	1,493.92	469.13	164.08	4,641.53
ต่ำสุด	56.58	10.83	39.95	38.85	28.68	29.62	3.29	12.92	41.19	67.85	31.87	23.99	719.94



ภาพที่ 7 สถิติการปล่อยน้ำเฉลี่ย (พ.ศ.2543-2556)กับความต้องการใช้น้ำจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปี (พ.ศ.2508-2556) กับความต้องการใช้น้ำรายปีจากอ่างเก็บน้ำ (พ.ศ. 2546)

1.7 สภาวะของการเกิดอุทกภัยในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

บัญชา และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาจากผลการศึกษาโดยกรมทรัพยากรน้ำที่ทำการศึกษาไว้ในปี พ.ศ. 2549 โดยระบุว่าจากลักษณะของสภาพลุ่มน้ำทางตอนบนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ -เลยมีความลาดชันสูง ฝนเฉลี่ยรายปีค่อนข้างสูง และความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ สภาพปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเกิดขึ้นฉับพลันรุนแรง ส่วนทางตอนกลางของลุ่มน้ำช่วงจังหวัดเพชรบูรณ์ต่อกับลุ่มน้ำในเขตจังหวัดลพบุรีบริเวณเหนือเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ สภาพพื้นที่มีความลาดชันน้อยกว่าตอนบน ลำน้ำคดเคี้ยว สภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจะเป็นลักษณะเกิดการอัดเอ่อของน้ำในแม่น้ำที่มาจากน้ำหลากทางลุ่มน้ำป่าสักตอนบนล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ ส่วนลุ่มน้ำตอนล่างใต้เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เขตจังหวัดสระบุรี สภาวะการเกิดอุทกภัยลดลงหลังจากมีเขื่อนป่าสัก

แต่เนื่องจากความสามารถในการระบายน้ำของแม่น้ำบางช่วงมีน้อย ทำให้บางครั้งในกรณีที่ต้องมีการระบายน้ำฉุกเฉินจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์มากกว่า 600 ลบ.ม./วินาที น้ำในแม่น้ำจะเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำ โดยเฉพาะช่วงเขตที่ติดกับแม่น้ำป่าสักในอำเภอวังม่วง อำเภอแก่งคอย และอำเภอมวกเหล็ก แต่เนื่องจากแม่น้ำป่าสักบริเวณนี้มีความลาดชันมาก พอสมควรทำให้ระยะเวลาน้ำท่วมไม่ยาวนักเมื่อเทียบกับบริเวณที่ลุ่ม ถ้าน้ำหลากมาเร็ว หากไม่ได้เตรียมตัวก่อนก็จะทำให้เกิดการสูญเสียสูงขึ้นมาก

จากการรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในช่วงสภาวะการเกิดน้ำท่วมหนักในเขตลุ่มน้ำป่าสัก ปี 2545 ของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดลพบุรี ซึ่งจากการประเมินแล้ว น้ำท่วมปีพ.ศ. 2545 ของลุ่มน้ำป่าสักจะเป็นน้ำท่วมที่มีผลกระทบสูงกว่าสภาพเฉลี่ยมาก และสามารถที่จะใช้เป็นฐานในการศึกษาและหาทางที่จะป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในอนาคตได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้จากการรวบรวมข้อมูลของโครงการการศึกษาสำรวจจัดทำแผนข้อมูลสารสนเทศด้านทรัพยากรน้ำจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดลพบุรี และจังหวัดสระบุรี พบว่าโดยเฉลี่ยแล้วต่อปีจะมีพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ทำกิน 635,000 ไร่ และเนื้อที่อยู่อาศัย 130,000 ไร่ ระยะเวลาที่น้ำท่วมจะนานกว่า 2 เดือน

1.7.1 พื้นที่ประสบอุทกภัย

บัญชา และคณะ (2556) ได้กล่าวถึงสภาพการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำป่าสักว่าแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) อุทกภัยที่เกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่างๆ เกิดจากการที่มีฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมามากจนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน

ประกอบกับมีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมขวางทางน้ำ และมีอาคารระบายน้ำไม่เพียงพอ พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

2) อุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ราบลุ่ม เกิดบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบลุ่มและแม่น้ำสายหลักตื้นเขิน มีความสามารถระบายน้ำไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำได้แก่ อำเภอหล่มสัก อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอพัฒนานิคม จังหวดลพบุรี

จากข้อมูลที่รวบรวมได้พบว่า ในลุ่มน้ำป่าสักมี

จำนวนหมู่บ้านทั้งหมด	1,869 หมู่บ้าน
เป็นหมู่บ้านที่ประสบกับปัญหาอุทกภัย	225 หมู่บ้าน (ร้อยละ 12.04)
แบ่งเป็นลักษณะน้ำท่วมขัง	140 หมู่บ้าน (ร้อยละ 7.49)
ลักษณะน้ำป่าไหลหลาก	85 หมู่บ้าน (ร้อยละ 4.55)

1.8 สภาวะความแห้งแล้งในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

บัญชาและคณะ (2556) ได้ทำการสรุปสภาวะความแห้งแล้งในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักว่า ส่วนใหญ่ในสภาวะฝนแล้งในลุ่มน้ำป่าสักนั้น จะเกิดเนื่องจากมีปริมาณฝนตกน้อยในช่วงฤดูฝน ปลายเดือนมิถุนายน ต่อเนื่องถึงเดือนกรกฎาคม เรียกว่า ฝนทิ้งช่วง ประมาณ 1- 2 สัปดาห์ หรือไม่มีรายงานฝนตกเลยนานติดต่อกันเป็นเวลาหลายเดือนในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน อย่างไรก็ตาม ความเสียหายที่เกิดขึ้นในพื้นที่เพาะปลูก ส่วนใหญ่แล้วเกิดจากความแห้งแล้งในภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูฝน ซึ่งสภาวะฝนแล้งแบบนี้เกิดขึ้นเฉพาะถิ่น

1.8.1 พื้นที่ประสบภัยแล้ง

ปัญหาภัยแล้งเป็นปัญหาที่เกิดจากสภาพดินฟ้าอากาศ โดยเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน ส่งผลกระทบต่อพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทานหรือที่เรียกว่าพื้นที่เกษตรน้ำฝน ซึ่งไม่มีแหล่งน้ำที่มั่นคงมาสนับสนุนในภาวะที่เกิดภัยแล้ง รวมถึงภาวการณ์ขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำเกือบทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลแหลงน้ำ หรือแม้แต่ในพื้นที่เขตชลประทานเอง หากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกมากจนเกินปริมาณน้ำที่เก็บกักในอ่างเก็บน้ำ การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกในฤดูแล้งเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้น ก็สมารถเกิดภาวการณ์ขาดแคลนน้ำได้เช่นกัน

จากข้อมูลที่รวบรวมได้พบว่า ในลุ่มน้ำป่าสักมี

จำนวนหมู่บ้านทั้งหมด	1,869 หมู่บ้าน
เป็นหมู่บ้านที่ประสบกับปัญหาภัยแล้ง	1,232 หมู่บ้าน (ร้อยละ 65.92)
แบ่งเป็นหมู่บ้านที่มีน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค แต่ขาดน้ำเพื่อการเกษตร	

568 หมู่บ้าน (ร้อยละ 30.39)

- หมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค-บริโภค และน้ำเพื่อการเกษตร

664 หมู่บ้าน (ร้อยละ 35.53)

2 การจัดการน้ำ

ภานุวัฒน์ (2546) ได้ให้ความหมายของการจัดการน้ำไว้ว่าคือ ความพยายามที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยหลักการจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วยการวางแผน การปฏิบัติงาน การติดตามผล การประเมินผล และการวิเคราะห์ปรับปรุงแผน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่วางไว้โดยเสียค่าใช้จ่ายความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำ และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

สาเหตุที่ต้องมีการจัดการ

1. ความไม่พอดีของการกระจายของน้ำในด้านปริมาณและคุณภาพ

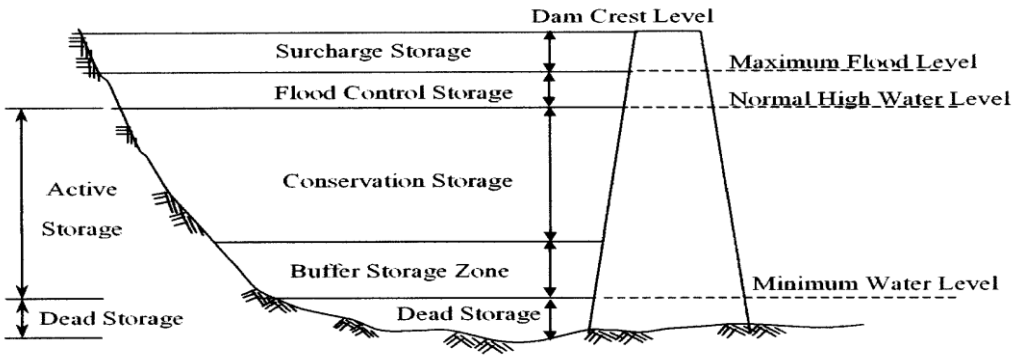
2. ความซับซ้อนของระบบซึ่งเกิดจากลักษณะเอนกประสงค์ของน้ำ ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ พืช สัตว์ สิ่งแวดล้อม และวัตถุประสงค์ทางสังคมอื่นๆ

3. ความขัดแย้งของวัตถุประสงค์ซึ่งอาจแก้ไขโดยความร่วมมือ การประสานงาน และการติดต่อ

การจัดสรรน้ำที่ดีนั้นจะต้องสามารถส่งน้ำในเวลาที่เหมาะสมมีปริมาณเพียงพอ (อัตราการไหลและช่วงการให้น้ำ) มีความเชื่อถือได้ การกระจายน้ำอย่างยุติธรรม และมีความปลอดภัยของน้ำต้นทุน (การดำรงอยู่ของระบบ)

2.1 การจัดการน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่เก็บกักน้ำในยามที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามากกว่าที่ต้องการ เพื่อให้เพียงพอสำหรับการส่งให้กับความต้องการต่างๆ ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งขอบเขตปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำและระดับอ่างเก็บน้ำได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การแบ่งขอบเขตปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

อารียา (2545) ได้ให้คำนิยามของขอบเขตปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำดังต่อไปนี้

2.1.1 Surcharge Storage คือปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่ใช้สำหรับช่วงที่เกิดน้ำท่วม ซึ่งเกินความสามารถที่ฝายน้ำล้นฉุกเฉิน (Emergency Spillway) จะระบายได้

2.1.2 Flood Control Storage เป็นปริมาตรสำรองเพื่อการป้องกันน้ำท่วม ซึ่งปริมาณน้ำจะถูกเก็บกักไว้ในโซนนี้โดยไม่ได้ไหลผ่านไปยังพื้นที่ท้ายน้ำของระบบ ถ้าอ่างเก็บน้ำใดไม่มีปริมาตรเก็บกักเพื่อการป้องกันน้ำท่วมนี้ จะถือว่าปริมาตรเก็บกักสะสมที่จุดสูงสุดของการป้องกันน้ำท่วมเท่ากับปริมาตรเก็บกักที่จุดสูงสุดของโซน Conservation

2.1.3 Conservation Storage เป็นปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่ใช้สำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ ตามความมุ่งหมายในการสร้างเขื่อน

2.1.4 Buffer Storage เป็นส่วนหนึ่งของ Conservation Storage เมื่อระดับน้ำในอ่างลดลงถึงโซน Buffer จะบ่งชี้ให้เห็นว่าสภาวะแห้งแล้งกำลังจะเกิดขึ้น จำเป็นต้องส่งน้ำในปริมาณตามที่จำเป็นเท่านั้น (Required Flow)

2.1.5 Inactive Storage เป็นปริมาตรอ่างเก็บน้ำที่ไม่ได้ใช้การ กล่าวคือจะไม่มีการปล่อยน้ำไปใช้จากปริมาตรอ่างเก็บน้ำส่วนนี้ แต่เป็นปริมาตรอ่างที่เผื่อไว้สำหรับการตกตะกอนที่จะเกิดขึ้นในช่วงอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำ

2.2 คำจำกัดความของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ

2.2.1ระดับเก็บกักปกติ (Normal water level) เป็นระดับที่กำหนดให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับดังกล่าวในภาวะปกติเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน

2.2.2 ระดับเก็บกักต่ำสุด (Low water level) เป็นระดับต่ำสุดที่กำหนดให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับดังกล่าวในภาวะแล้งจัด ความจุอ่างเก็บน้ำระหว่างระดับเก็บกักปกติและระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด เรียกว่า ความจุเก็บกักใช้งาน (Active storage)

2.2.3 ระดับน้ำสูงสุด (Maximum water level) เป็นระดับสูงสุดที่กำหนดให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ระดับนี้ได้ในกรณีน้ำหลากออกแบบสูงสุด ความจุอ่างเก็บน้ำระหว่างระดับเก็บกักน้ำปกติ และระดับกักเก็บน้ำสูงสุด เรียกว่า ความจุเพื่อป้องกันอุทกภัย (Flood storage capacity)

2.2.4 ระดับควบคุมตะกอน เป็นระดับกำหนดที่กำหนดให้ตะกอนสะสมถึงระดับน้ำในช่วงระยะเวลาการใช้งานของเขื่อน ความจุของอ่างเก็บน้ำใต้ระดับควบคุมตะกอน เรียกว่า ความจุเก็บกักตะกอน (Dead storage)

นอกจากระดับน้ำต่างๆ ดังได้กล่าวข้างต้น ยังมีระดับน้ำควบคุม (Rule curve) ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งานดังนี้

- ระดับน้ำควบคุมตอนบน (Upper rule curve) คือระดับน้ำที่ตอนบนที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของอ่างเก็บน้ำ

- ระดับน้ำควบคุมตอนล่าง (Lower rule curve) คือระดับน้ำที่ควบคุมตอนล่างในอ่างเก็บน้ำที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ไม่ให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำกว่าระดับนี้ เพราะจะมีผลกระทบต่อการใช้น้ำในปีต่อไปและมีผลต่อการกักน้ำในระยะยาว

- ระดับน้ำควบคุมน้ำหลาก (Flood rule curve) คือ ระดับน้ำที่ควบคุมในช่วงฤดูฝน เพื่อให้อ่างเก็บน้ำสามารถเก็บกักปริมาณน้ำหลาก และมีการระบายน้ำหลากในปริมาณที่กำหนดไว้ เพื่อให้เกิดความเสียหายจากอุทกภัยกับพื้นที่ท้ายน้ำน้อยที่สุด

บัญชา และคณะ (2556) ได้ประเมินและกำหนดเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำไว้ดังนี้ อ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ก่อสร้างและเริ่มเก็บกักน้ำได้ตั้งแต่ปี 2542 ความจุเก็บกัก 785 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถเก็บกักน้ำได้สูงสุด 960 ล้านลูกบาศก์เมตร มีขนาดประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ คือ 2,400 ล้านลูกบาศก์เมตร (ตามผลการศึกษาก่อนสร้างอ่างเก็บน้ำ) ดังนั้นการปฏิบัติการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพ จึงมีความสำคัญโดยต้องระบายน้ำออก (Outflow) ให้มากที่สุดในช่วงต้นฤดูฝน เพื่อให้มีความจุว่างมากพอที่จะรองรับปริมาณน้ำ (Inflow) ที่จะเข้ามาตลอดทั้งฤดูฝน ในขณะเดียวกันจะต้องพยายามเก็บกักน้ำให้ได้มากที่สุด เมื่อสิ้นฤดูฝนเพื่อสำรองน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งต่อไป มีแนวทางการพิจารณาให้เกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์และลำดับความสำคัญประกอบด้วย

1. ช่วยป้องกันอุทกภัยในพื้นที่ริมแม่น้ำป่าสัก ในเขตจังหวัดลพบุรีและจังหวัดสระบุรี และบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยา รวมถึงกรุงเทพมหานครและปริมณฑลด้วย

2. เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคของชุมชนต่างๆ ในเขตจังหวัดลพบุรี และจังหวัดสระบุรี (อำเภอลำนารายณ์ พัฒนานิคม วังม่วง แก่งคอย และชุมชนขนาดย่อมใกล้เคียง)

3. เป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรพื้นที่ชลประทานในความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ในเขตจังหวัดลพบุรีและสระบุรี 144,500 ไร่

4. เป็นแหล่งน้ำเสริมสำหรับพื้นที่โครงการชลประทานเดิม ในทุ่งเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่าง ประมาณ 2,200,000 ไร่ (ทำให้ลดการใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา)

5. เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมเขตจังหวัดลพบุรีและสระบุรี

6. ช่วยบรรเทาและแก้ไขปัญหาน้ำเสียในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง

7. อ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาและแหล่งประมงน้ำจืดขนาดใหญ่

ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ประกอบด้วย สถิติปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ (ตารางที่ 3) ปริมาณความต้องการใช้น้ำของ

โครงการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (ตารางที่ 6) และปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9ข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุน

เดือน	ปริมาณน้ำต้นทุน ณ วันที่ 1 ของเดือน										
	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	เฉลี่ย
ม.ค.	814.80	844.50	919.75	846.25	716.00	644.27	897.00	876.00	724.28	841.00	812.39
ก.พ.	732.56	771.20	818.25	753.30	649.60	544.88	788.50	733.94	608.36	725.66	712.63
มี.ค.	659.40	613.90	689.78	636.00	560.06	434.63	677.36	618.02	480.14	583.32	595.26
เม.ย.	547.60	573.90	609.70	550.40	411.30	313.64	522.80	484.58	323.63	435.74	477.33
พ.ค.	450.20	455.70	449.10	348.10	282.38	240.80	400.22	380.24	266.21	349.16	362.21
มิ.ย.	616.60	463.50	389.10	283.00	216.93	165.34	284.69	492.35	290.33	368.03	356.99

ที่มา: บัญชาและคณะ (2556)

2.3 การจัดสรรน้ำตามปกติ และการจัดสรรน้ำในช่วงวิกฤติ

อารียา (2545) ได้สรุปการจัดสรรน้ำตามปกติและในช่วงวิกฤติดังนี้

2.3.1การจัดสรรน้ำตามปกติ

ในสภาวะปกติหรือสภาวะที่มีน้ำเพียงพอ จะจัดสรรน้ำจากโครงการตามความต้องการน้ำของพืชโดยคำนึงถึงการใช้ฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์ให้มากที่สุด

2.3.2 การจัดสรรน้ำในช่วงวิกฤติ

กรณีที่น้ำต้นทุนของโครงการไม่พอ จะจัดสรรน้ำตามปริมาณน้ำที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น สำหรับกรณีฤดูฝน เนื่องจากคาดว่าจะมีฝนตกลงมาอีกในช่วงเวลาถัดไป จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเก็บกักน้ำไว้ใช้ในอนาคต ส่วนในกรณีฤดูแล้ง ซึ่งคาดว่าจะไม่มีฝนตกและไม่มีน้ำไหลเข้าอ่างอีก ถ้าทางโครงการพิจารณาว่าน้ำอาจไม่พอใช้ตลอดฤดูกาล ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้กรณีที่เกษตรกรปลูกพืชมากกว่าที่ทางโครงการกำหนดไว้ตั้งแต่แรก กรณีนี้ทางโครงการจะต้องตรวจสอบว่าน้ำต้นทุนที่มีอยู่สามารถส่งน้ำตลอดฤดูกาลตามรูปแบบการปลูกพืชที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งจะช่วยทำให้ทางโครงการทราบถึงสถานการณ์น้ำล่วงหน้าจะวิกฤติหรือไม่ เพื่อจะได้วางมาตรการจัดสรรน้ำและควบคุมการใช้น้ำได้ถูกต้องเช่น

1)การส่งน้ำให้น้อยกว่าความต้องการในช่วงเวลานั้น เพื่อบังคับเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ

2) จัดส่งน้ำให้เฉพาะพื้นที่ที่วิกฤติต่อการขาดน้ำเท่านั้น บริเวณใดไม่วิกฤติจะงดส่งน้ำ

2.4 การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ

การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ คือ การศึกษาความต้องการการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ และการศึกษาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำเอามาเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบกับข้อมูลอื่นๆ ของอ่างเก็บน้ำในการกำหนดปริมาณน้ำที่จะส่งจากอ่างเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เพื่อให้การใช้น้ำเกิดประโยชน์สูงสุด หลีกเลี่ยงปัญหาการขาดแคลนน้ำและการไหลล้นอ่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำมีวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่เพาะปลูกสูงสุดที่จะทำการเพาะปลูกได้ โดยไม่ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำในระหว่างฤดูเพาะปลูก

2) เพื่อหาปริมาณน้ำที่ควรส่งจากอ่างในแต่ละเดือน

3) เพื่อหาปริมาณน้ำที่ควรเก็บกักไว้ในอ่างในแต่ละเดือน

4) เพื่อหาปริมาณน้ำที่จะไหลล้นอ่าง และช่วงเวลาที่จะมีน้ำไหลล้นอ่าง

5) เพื่อหาช่วงเวลาที่วิกฤติต่อการขาดแคลนน้ำในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoirs Operations)

ช่วงเวลาที่ใช้ในการวางแผนอาจเป็นปี เดือน สัปดาห์ หรือวัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และข้อมูลที่มีอยู่

3. หลักสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ธีรยุทธ (2544) ได้กล่าวว่า อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่ในการเก็บกักน้ำในยามที่ปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามากกว่าความต้องการ เพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับส่งให้กับความต้องการต่างๆ ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำประจำเดือนจะทำได้โดยการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ (Water balance) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของสมการได้ดังนี้

ปริมาณน้ำในอ่างสิ้นเดือน = ปริมาณน้ำในอ่างเมื่อต้นเดือน + ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในเดือนนั้น + ปริมาณฝนที่ตกลงในบริเวณอ่างเก็บน้ำในเดือนนั้น – ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ – ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำในอ่างในเดือนนั้น – ปริมาณการรั่วซึมจากตัวอ่างในเดือนนั้น

นอกจากนี้ ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการใช้น้ำนี้ สมการสมดุลน้ำได้สร้างขึ้นมาเพื่อประกอบการพิจารณาดังนี้

$$S_n = S_{n-1} + I - O - P - E$$

เมื่อ S_n = ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ n

S_{n-1} = ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ n-1

I = ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ

O = ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำ

P = การรั่วซึมในอ่างเก็บน้ำ

E = การระเหยออกจากอ่างเก็บน้ำ

การวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำจะประกอบไปด้วย การประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง ปริมาณความต้องการน้ำจากอ่างทั้งหมด การสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยและรั่วซึม แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งและที่เหลืออยู่ในอ่าง จากปริมาณน้ำที่มีอยู่เมื่อต้นเดือนตามหลักสมดุลของน้ำ การคำนวณสมดุลน้ำของประจำเดือนจะทำต่อเนื่องกันไปตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการวางแผนซึ่งปกติจะเป็น 1 ปี

4. การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ

ภานุวัฒน์ (2546) ได้กล่าวว่าการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operation) หมายถึงการกักเก็บในอ่างและการส่งน้ำจากอ่างเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยมีการวางแผนการล่วงหน้าว่าควรจะเก็บกักและส่งน้ำจากอ่างในแต่ละช่วงเวลาเป็นปริมาณเท่าใด และมีการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ตราบเท่าที่สภาพในอนาคตเป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ แต่ถ้าสภาพในอนาคตต่างจากที่คาดคะเนไว้ตอนวางแผนการปฏิบัติการอาจต่างจากแผนที่วางไว้เพื่อลดสภาวะการขาดแคลนน้ำหรือน้ำไหลล้นอ่าง

อารียา (2545) กล่าวว่าเกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ และใช้เป็นแนวทางเพื่อลำดับรายละเอียดในการวิเคราะห์ระหว่างเงื่อนไขทางอุทกวิทยาและความต้องการน้ำ โดยได้ทำการศึกษาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำมูลบน -ลำแซะ โดยใช้ 2 วิธี คือ Vacancy-Minimum storage requirement rule curves และวิธี Probability based rule curves และเปรียบเทียบผลการศึกษาสภาวะการขาดแคลนน้ำตามเกณฑ์ทั้ง 2 วิธีกับเกณฑ์ในการปฏิบัติงาน (Standard Operating Policy)

เกณฑ์การปฏิบัติงานอ่างมีหลายแบบ แต่ละแบบจะบอกปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยจากอ่างหรือไม่ก็บอกปริมาณที่ต้องการเก็บกักในอ่างในช่วงเวลาต่างๆ ของปี ซึ่งเรียกว่า เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curves) หรือบางประเภทจะแบ่งปริมาตรอ่างออกเป็นโซนต่างๆ แต่ละโซนจะมีนโยบายการปล่อยน้ำ (Release Policy) ต่างกันออกไป

ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโค้งการปฏิบัติงาน ตาราง หรือสมการต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมา โดยพื้นฐานแล้วพบว่าประสบการณ์จากการวางแผนและปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำรวมถึงเทคนิคในการลองผิดลองถูกนำมาซึ่งเกณฑ์การปฏิบัติงานในหลายๆ รูปแบบ ภายใต้วัตถุประสงค์การใช้งานอ่างเก็บน้ำและข้อแม้ที่กำหนดขึ้นมา

5. เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

ภานุวัฒน์ (2546)ได้กล่าวถึงโดยทั่วไป การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule curve หรือ Guide curve) เป็นกลุ่มข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับระดับเก็บกักน้ำปัจจุบัน เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำมักจะพัฒนาโดยใช้ช่วงเวลาที่วิกฤติมากที่สุด ในตอนเริ่มต้น เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะทำให้ทราบความแน่นอนของความต้องการน้ำในอนาคตสำหรับอ่างเก็บน้ำตราบเท่าที่ปริมาณน้ำไหลเข้าในอนาคตไม่ได้วิกฤติกว่าปริมาณน้ำไหลเข้าที่ผ่านมาที่มีการบันทึกไว้การที่ทราบสภาวะของเขื่อนในปัจจุบัน จะทำให้ผู้จัดการสามารถใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจร่วมกับประสบการณ์ในการทำงานที่ผ่านมาก็ได้

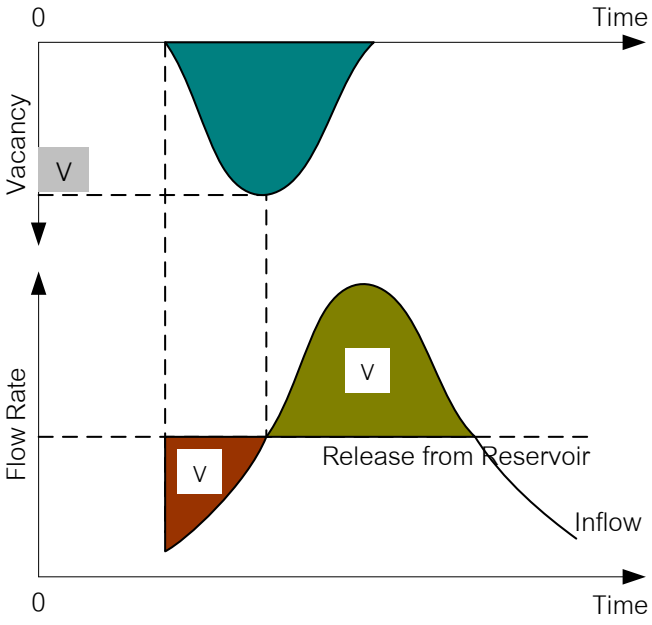
ธีรยุทธ (2544) ได้กล่าวว่าการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการพิจารณาเพื่อระบายน้ำจากอ่างให้เหมาะสมและสอดคล้องกับช่วงเวลา ปริมาณน้ำที่มีอยู่และความต้องการน้ำในพื้นที่โครงการนั้น ในฤดูฝนมีน้ำหลากมาก จะต้องรักษาระดับน้ำไม่ให้สูงกว่าเกณฑ์การกักเก็บสูงสุดและจะกักเก็บปริมาณน้ำส่วนหนึ่งไว้ในอ่าง ค่อยๆ ระบายออกโดยไม่เกิดปัญหาน้ำท่วมด้านท้ายอ่าง ในฤดูแล้งมักเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ การกำหนดระดับการกักเก็บน้ำต่ำสุดจะเป็นแนวทางที่ช่วยในการระบายน้ำให้เป็นไปอย่างประหยัดและเพื่อประกันว่าจะมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ และได้ให้ความหมายของการศึกษาการดำเนินการของโครงการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Study, ROS) คือการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุนของโครงการและปริมาณความต้องการใช้น้ำตามวัตถุประสงค์ของโครงการทั้งหมด ซึ่งรวมถึงการชลประทาน การไฟฟ้าพลังน้ำ การอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม การป้องกันน้ำท่วม ฯลฯ ในลักษณะการดำเนินงานจริงโดยใช้ข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมและทำการวิเคราะห์แล้ว การศึกษาการดำเนินการของโครงการอ่างเก็บน้ำเรียกว่า Reservoir Operation Study ซึ่งหลังจากการศึกษานี้แล้วจะทำให้สามารถหาขนาดที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำ กับพื้นที่เพาะปลูกและแผนการปลูกพืชในพื้นที่โครงการได้

5.1 Vacancy - Minimum Storage Requirement Rule Curve

เป็นวิธีการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ซึ่งนำไปสู่กระบวนการจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ อาศัยแนวคิดที่ว่า ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นฤดูฝน ในขณะเดียวกันเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแห้งอ่างเก็บน้ำพอดี

5.1.1 เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve)

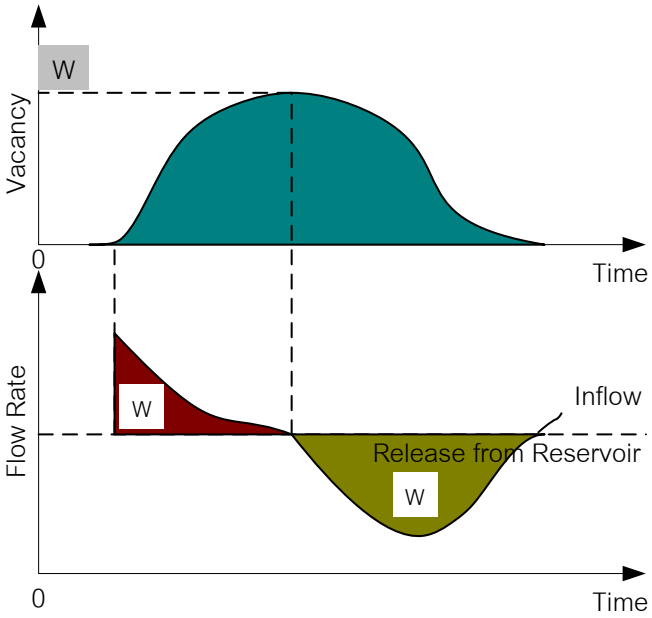
ภาพที่ 10แสดงแนวคิดในการสร้าง Upper Rule Curve โดยสมมติว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow) ปริมาตรเท่ากับ V ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูฝนจึงจำเป็นต้องพร่องน้ำในอ่างให้มีปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำ (Vacancy) ไว้เป็นปริมาตรเท่ากับ V ทั้งนี้เพื่อสำรองปริมาตรอ่างไว้ใช้เก็บกักน้ำในช่วงฤดูฝน โดยการปล่อยน้ำในอัตราที่สูงกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) และเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำก็จะเต็มอ่างพอดี หรือกล่าวได้ว่าปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำ (Vacancy) เท่ากับ 0



ภาพที่ 10 ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำที่จะต้องสำรองไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูฝน

5.1.2 เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve)

ภาพที่ 11 แสดงแนวคิดในการสร้าง Lower Rule Curve โดยสมมติว่าในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างส่วนเกิน (Surplus Outflow) ปริมาตรเท่ากับ W ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูแล้งจึงจำเป็นต้องเก็บกักน้ำในอ่าง (Storage) ไว้ให้มีปริมาตรเท่ากับ W เพื่อให้เพียงพอตลอดช่วงฤดูแล้ง โดยการปล่อยน้ำในอัตราที่ต่ำกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) และเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำก็จะแห้งพอดี



ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง

5.1.2.1 วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

1)นำข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนของอ่าง โดยคิดจากปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องปล่อยทั้งหมดลบด้วยปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นค่ารายเดือนเช่นเดียวกับเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

2)คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสม

3)คำนวณหาปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง โดยนำค่าที่ได้จาก (2) บวกด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ

4)พล็อตค่าที่ได้จาก (3) จะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

6. แนวทางในการบริหารจัดการอุทกภัยในลุ่มน้ำ

วสท.(2556) ได้นำเสนอแนวทางและขั้นตอนการบริหารจัดการน้ำของประเทศไทยที่รัฐบาลควรดำเนินการในการป้องกันอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ว่าควรมีการบูรณาการแนวทางการจัดการอุทกภัยร่วมกับการจัดการภัยแล้ง ทั้งในส่วนของการบริหารจัดการ (ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง) และการใช้สิ่งก่อสร้าง นั่นคือคำนึงถึงผลตอบแทนและผลกระทบทั้ง 2 ด้านในทุกแนวทางที่ดำเนินการ การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเป็นขั้นตอนหนึ่งของแนวทางการจัดการในระยะเร่งด่วน เนื่องจากปัจจุบันการบริหารจัดการน้ำในอ่างใช้ Rule Curve แบบคงที่ (Static Rule Curve) ซึ่งควรเปลี่ยนเกณฑ์เป็น Rule Curve แบบพลวัต (Dynamic Rule Curve) ตามสภาพน้ำของแต่ละปี คือ ปีน้ำมาก ปีน้ำน้อย หรือปีน้ำเฉลี่ย หรืออาจมีการพัฒนาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในสภาวะอุทกภัย รวมทั้งมีการปรับแนวทางการบริหารจัดการตลอดช่วงที่มีความเสี่ยงจากอุทกภัย ตามผลการทำนายทิศทางของปริมาณฝนและน้ำท่าในอนาคต อนึ่งการบริหารจัดการเขื่อนนั้นต้องเป็นลักษณะการบริหารร่วมกันหลายเขื่อน คือ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนขุนด่านฯ และเขื่อนป่าสักฯ (อาจพิจารณาเพิ่มเขื่อนกิ่วลมด้วย) เพื่อประมวลผลในภาพรวม ไม่ใช่พิจารณาเป็นรายเขื่อน ทั้งนี้ควรพัฒนา scenarios เพื่อการบริหารจัดการที่ครอบคลุมมากที่สุด เพื่อทำให้สามารถใช้งานจริงในยามเกิดอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการบริหารจัดการเขื่อนทั้งหมดต้องมีการประชุมคณะกรรมการบริหารจัดการตามความจำเป็นของสถานการณ์ (รายเดือนหรือรายสัปดาห์) รวมทั้งมีการบูรณาการระหว่างการบริหารความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ไม่ใช่บริหารในรูปแบบเดียวกันทุกปี การบริหารจัดการที่ผ่านมาหลายครั้งเป็นการแยกส่วนระหว่างอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ

7. การพัฒนาระบบการจัดการสภาวะน้ำท่วมในลุ่มน้ำโดยการบริหารอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมและการพยากรณ์เตือนภัย ณ เวลาจริง

ธวัชชัย และเลอศักดิ์ (2550) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการสภาวะน้ำท่วมในลุ่มน้ำโดยการบริหารอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมและการพยากรณ์เตือนภัย ณ เวลาจริง : กรณีศึกษาลุ่มน้ำป่าสัก เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาระบบการจัดการสภาวะน้ำท่วมในลุ่มน้ำโดยการบริหารอ่างเก็บน้ำด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม รวมถึงการพยากรณ์น้ำฝน น้ำท่า เตือนภัย ณ เวลาจริงโดยการศึกษาแบบองค์รวมและเชื่อมโยงกัน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดความล้าหลังของเทคโนโลยีการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลอง MIKE11-DOS ที่โครงการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ใช้อยู่เดิม และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำแบบบูรณาการโดยใช้เทคโนโลยีทันสมัยที่เหมาะสม จากข้อจำกัดของระบบโทรมาตรปัจจุบันของโครงการฯที่เป็นปัญหาทั้งในการอ่านปริมาณฝนและระดับน้ำการแปลค่าที่อ่านการรับและส่งข้อมูลของระบบโทร

มาตรการเชื่อมต่อเพื่อเข้าถึงข้อมูลสำหรับแบบจำลองณเวลาจริงคณะทำงานจึงจำเป็นต้องจำลองสถานการณ์รับส่งข้อมูลแทนโดยใช้ข้อมูลสถานีตรวจวัดระดับน้ำจำนวน 3 สถานีด้านเหนือเขื่อนและ 1 สถานีด้านท้ายเขื่อนเป็นข้อมูลโทรมาตรแทนเนื่องจากพบว่าข้อมูลที่ได้จากสถานีดังกล่าวน่าเชื่อถือได้โดยสมมติให้สถานีดังกล่าวส่งข้อมูลระดับน้ำและปริมาณฝนไปยังแบบจำลอง MIKE11-GIS ด้วยการเชื่อมต่อแบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Pasak MIKE11 ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ทำให้สะดวกต่อการใช้งานจริงยิ่งขึ้นเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างและแสดงพื้นที่น้ำท่วมด้านเหนืออ่างเก็บน้ำในกรณีที่ระบบโทรมาตรล้มเหลวแบบจำลอง ANN ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลลงอ่างได้เช่นเดียวกันแต่จะไม่สะดวกเท่าการใช้ระบบโทรมาตรเนื่องจากต้องทำการคำนวณก่อนนำผลมาใช้คณะทำงานได้นำผลการพยากรณ์ฝนด้วย Numerical Weather Prediction Model (NWP Model) จาก Website ของกรมอุตุนิยมวิทยามาแปลผลและใช้เป็นฝนคาดการณ์เพื่อใช้ในแบบจำลอง MIKE11-GIS ซึ่งผลของการคาดการณ์ดีกว่าการใช้ค่าฝนเฉลี่ยที่โครงการฯใช้จริงทำให้การพยากรณ์น้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำมีความแม่นยำและคาดการณ์ได้ยาวนานขึ้นรวมทั้งการบริหารจัดการน้ำในอ่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นการพัฒนาแบบจำลอง Genetic Algorithm (GA) นั้นใช้ในการบริหารจัดการน้ำรายวันในอ่างเก็บน้ำภายใต้เกณฑ์บนและล่างของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Upperและ Lower Rule Curves) เพื่อต้องการให้มูลค่าตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด (Maximum Benefit) เกิดการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุด (Minimum Shortage) และเกิดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมน้อยที่สุดเช่นกัน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลลงอ่าง และข้อมูลการเพาะปลูกในอดีต การคำนวณปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ด้วยแบบจำลอง GA ใช้ข้อมูลนำเข้าคือปริมาณน้ำไหลลงอ่างรายวันที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง MIKE11–GIS โดยผลรวมของความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำในอ่างรายวันที่คำนวณได้กับปริมาณน้ำรายวันที่กำหนดจากเกณฑ์ Upper Rule Curves น้อยที่สุดผลของแบบจำลองคือปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ระบายจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ซึ่งผลของการจำลองการระบายน้ำด้วย GA เทียบกับการปฏิบัติงานจริงพบว่าแบบจำลอง GAs ระบายปริมาณน้ำน้อยกว่าที่เป็นอยู่ 70 เปอร์เซ็นต์และลดความเสียหายเนื่องจากปริมาณการระบายน้ำมากเกินไปสู่พื้นที่ด้านท้ายเขื่อน ปริมาณระบายน้ำรายวันที่เหมาะสมจะถูกส่งอัตโนมัติด้วยแบบจำลอง Pasak MIKE11 ที่พัฒนาขึ้นไปยังแบบจำลอง MIKE11-GIS ด้านท้ายเขื่อนซึ่งคำนวณหาระดับน้ำและแสดงระดับความรุนแรงของภัยน้ำท่วมและขนาดพื้นที่น้ำท่วมที่คาดว่าจะเกิดบริเวณด้านท้ายเขื่อนต่อไปรวมทั้งแสดงผลด้วย GIS ทั้งด้านเหนือและท้ายเขื่อนซึ่งทำให้ผู้บริหารหรือเจ้าหน้าที่สามารถแปลผลสั่งการประสานงานและปฏิบัติการในเชิงป้องกันได้อย่างทันเหตุการณ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้แก่

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม Microsoft Excel

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่เพื่อนำมาใช้ในการศึกษา

1.1ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯรายเดือน (Inflow) ดังตารางที่ 3 และข้อมูลฝนรายเดือน ข้อมูลการระเหยจากถาดวัดการระเหยดังตารางที่ 1

1.2ข้อมูลสถิติภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจอากาศลพบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524-2553 ดังตารางที่ 1

1.3 ข้อมูลสภาพทางกายภาพของเขื่อน ได้แก่ ระดับ และปริมาตรเก็บกักน้ำในโซนต่างๆ ลักษณะของอาคารประกอบอื่นๆ

1.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำรายเดือนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ พ.ศ. 2542-2556 ดังตารางที่ 7

1.5ข้อมูลเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของกรมชลประทานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2556

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ข้อมูลด้านอุทกวิทยา

2.1.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯรายเดือน (Inflow) ดังภาพที่ 3

2.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลฝนและข้อมูลการระเหยดังภาพที่ 2

2.2 วิเคราะห์สถิติภูมิอากาศของจังหวัดลพบุรีในรอบ 30 ปี ดังภาพที่ 2

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการใช้น้ำรายเดือนจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ได้ดังตารางที่ 7 และภาพที่ 7

2.4วิเคราะห์ข้อมูลเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2556

3. การสังเคราะห์ข้อมูล

3.1 สร้างแบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirementดังตารางที่ 10-11ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้งานกับเขื่อนบางแห่งในปัจจุบัน

3.1.1 วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

1) นำข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วมาคำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำส่วนเกิน (Surplus Inflow) ซึ่งหาได้จากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างทั้งหมด (Total Inflow) ลบด้วยปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างทั้งหมด (Total Release) โดยคำนวณเป็นค่ารายเดือน

2) คำนวณหาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกินสะสม

3) คำนวณหาปริมาตรของอ่างที่จะต้องสำรองไว้ใช้เก็บกักน้ำที่ไหลเข้าอ่างส่วนเกิน โดยนำค่าจาก (2) ลบด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติของอ่างเก็บน้ำ

4) พล็อตค่าที่ได้จาก (3) จะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

3.1.2 วิธีการสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

1) นำข้อมูลที่ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางสถิติแล้วมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนของอ่าง โดยคิดจากปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องปล่อยทั้งหมดลบด้วยปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นค่ารายเดือนเช่นเดียวกับเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด

2) คำนวณหาปริมาณน้ำที่ขาดแคลนสะสม

3) คำนวณหาปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องเก็บกักเพิ่มเติมในช่วงฤดูแล้ง โดยนำค่าที่ได้จาก (2) บวกด้วยปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ

4) พล็อตค่าที่ได้จาก (3) จะได้เส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด

ในส่วนของขั้นตอนการคำนวณ จะแสดงไว้ในภาพผนวกที่ 1 และ 2

3.2 ปรับแก้แบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจาก Rule Curve ปรับปรุงล่าสุดของกรมชลประทานจากระดับควบคุมตอนบนที่ 27% เป็น 10%, 15%, 20% และ 25%

4.การเปรียบเทียบข้อมูล

4.1พิจารณาเปรียบเทียบแบบจำลองฯที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลกับทฤษฎี

4.2 พิจารณาเปรียบเทียบแบบจำลองฯที่ทำการปรับแก้พร้อมกับปริมาตรน้ำในอ่าง

5. สรุปแนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ตารางที่ 10 ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
0	Jun-99									0.00	785.00
1	Jul-99	0.00	50.79	0.00	0.00	3.29	50.79	3.29	47.50	505.83	279.17
2	Aug-99	0.00	154.92	0.00	0.00	14.34	154.92	14.34	140.58	458.33	326.67
3	Sep-99	0.00	635.98	0.00	0.00	466.14	635.98	466.14	169.84	317.75	467.25
4	Oct-99	0.00	955.17	0.00	0.00	807.26	955.17	807.26	147.91	147.91	637.09
5	Nov-99	0.00	300.76	0.00	0.00	300.76	300.76	300.76	0.00	0.00	785.00
6	Dec-99	0.00	23.99	0.00	0.00	23.99	23.99	23.99	0.00	146.22	638.78
7	Jan-00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.42	0.00	76.42	-76.42	146.22	638.78
8	Feb-00	0.00	18.68	0.00	0.00	80.94	18.68	80.94	-62.26	222.64	562.36
9	Mar-00	0.00	21.64	0.00	0.00	98.74	21.64	98.74	-77.10	284.90	500.10
10	Apr-00	0.00	26.50	0.00	0.00	122.35	26.50	122.35	-95.85	362.00	423.00
11	May-00	0.00	241.18	0.00	0.00	83.82	241.18	83.82	157.36	457.85	327.15
12	Jun-00	0.00	318.10	0.00	0.00	296.59	318.10	296.59	21.51	300.49	484.51
13	Jul-00	0.00	596.63	0.00	0.00	798.19	596.63	798.19	-201.56	278.98	506.02

ตารางที่ 11ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
0	Jun-99										
1	Jul-99	0.00	50.79	0.00	0.00	3.29	50.79	3.29	-47.50	0.00	3.00
2	Aug-99	0.00	154.92	0.00	0.00	14.34	154.92	14.34	-140.58	0.00	3.00
3	Sep-99	0.00	635.98	0.00	0.00	466.14	635.98	466.14	-169.84	16.57	19.57
4	Oct-99	0.00	955.17	0.00	0.00	807.26	955.17	807.26	-147.91	186.41	189.41
5	Nov-99	0.00	300.76	0.00	0.00	300.76	300.76	300.76	0.00	334.32	337.32
6	Dec-99	0.00	23.99	0.00	0.00	23.99	23.99	23.99	0.00	334.32	337.32
7	Jan-00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.42	0.00	76.42	76.42	334.32	337.32
8	Feb-00	0.00	18.68	0.00	0.00	80.94	18.68	80.94	62.26	257.90	260.90
9	Mar-00	0.00	21.64	0.00	0.00	98.74	21.64	98.74	77.10	195.64	198.64
10	Apr-00	0.00	26.50	0.00	0.00	122.35	26.50	122.35	95.85	118.54	121.54
11	May-00	0.00	241.18	0.00	0.00	83.82	241.18	83.82	-157.36	22.69	25.69

ผลและวิจารณ์

1.ด้านความต้องการใช้น้ำ

กิติยา และภัสสร (2544: 24)ได้ทำการศึกษาความต้องการใช้น้ำ ดังนี้

จากการคำนวณค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยโปรแกรม CROPWAT โดยใช้ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ จ.ลพบุรี 30 ปี (จากตารางที่ 1) ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และจำนวนชั่วโมงแสงแดดจะเห็นว่าค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจะมีค่ามากที่สุดที่เดือนเมษายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดดังแสดงในตารางที่ 12

การหาค่าฝนใช้การโดยวิธี USDA ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณวิธีหนึ่งซึ่งบรรจุอยู่ในโปรแกรม CROPWAT โดยคำนึงถึงปริมาณที่ตกดังแสดงในสมการ

$P_{eff} = P_{tot} (125-0.2P_{tot})/125$ สำหรับ $P_{tot}<250$ mm

$P_{eff} = 125+0.1P_{tot}$ สำหรับ $P_{tot}>250$ mm

เมื่อ P_{eff}คือ ค่าฝนใช้การรายเดือน (มม./เดือน)

P_{tot} คือ ปริมาณฝนรายเดือน (มม./เดือน)

ค่าความต้องการใช้น้ำรายเดือนของพืชชนิดต่างๆ (มม.) จะได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิงกับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

โดยใช้สูตร

$$ET = K_c * ET_p$$

เมื่อ ET คือ ค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (มม./เดือน)

K_cคือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชชนิดต่างๆ เทียบกับพืชอ้างอิง

มีค่าดังตาราง

ET_p คือ ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม. /เดือน)

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทบทวนศึกษาความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยใช้โปรแกรม CROPWATดังแสดงในตารางที่ 13 โดยพบว่า ในปี พ.ศ.2556 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า ทำให้ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงตามไปด้วย ส่วนค่าการใช้น้ำฯในช่วง ก.ค. – พ.ย. มีค่าต่ำกว่าในปีพ.ศ. 2544 และในส่วนของเดือนที่มีการใช้น้ำของพืชอ้างอิงมากที่สุดทั้งในปี พ.ศ.2544 และพ.ศ. 2556 ยังคงเป็น เดือนเมษายน เนื่องมาจากเป็นช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดของทุกปี

ตารางที่ 12การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (พ.ศ.2544)

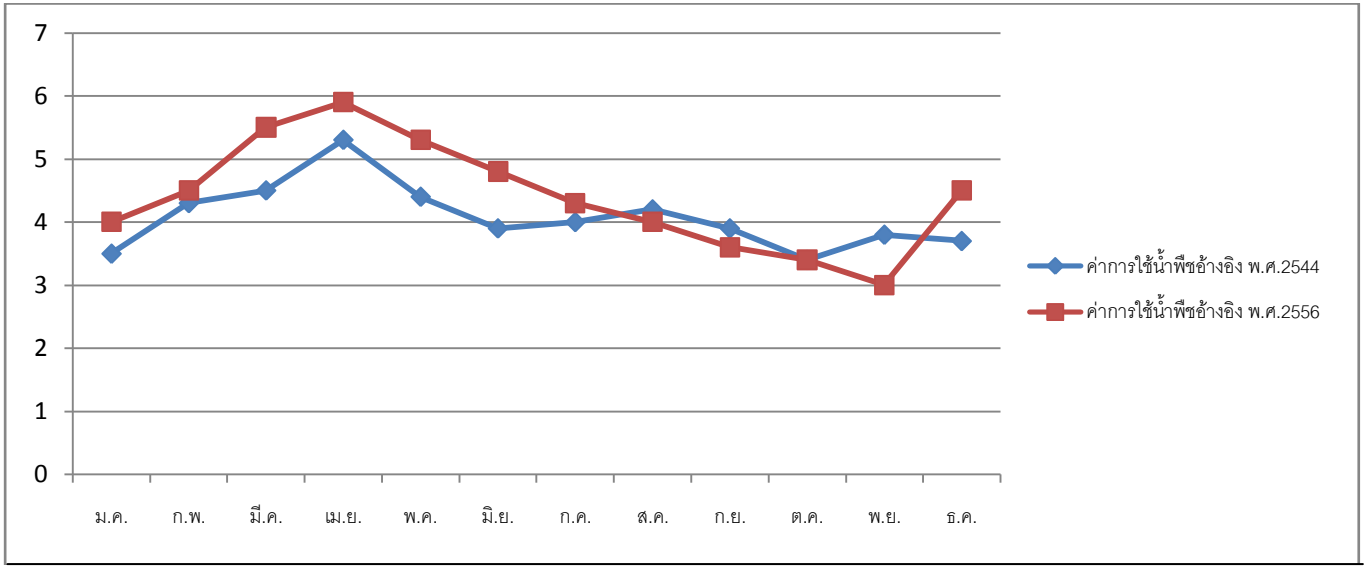
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศา)	26.2	28.0	29.5	30.4	29.6	28.8	28.4	28.2	27.8	27.7	26.8	25.6
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	62	63	65	68	73	76	77	79	82	77	66	59
จำนวนชั่วโมงแสงแดด	6.8	7.9	6.2	8.7	6.0	4.8	5.6	6.4	6.4	5.1	7.3	7.1
ความเร็วลม (knots)	2	2.2	2.6	2.5	2.1	2.1	2.0	1.8	1.2	1.5	2.7	2.9
ความเร็วลมที่ 2 ม. (km/day)	88.90	97.79	115.56	111.12	93.34	93.34	88.90	80.01	53.34	66.67	120.01	128.90
Etp	3.5	4.3	4.5	5.3	4.4	3.9	4.0	4.2	3.9	3.4	3.8	3.7

ที่มา: กิติยา และภัสสร (2544)

ตารางที่ 13 การใช้น้ำของพืชอ้างอิงในปัจจุบัน (พ.ศ.2555)

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศา)	26.4	28.10	29.5	30.4	29.6	29.0	28.6	28.3	28.0	27.8	27.1	25.8
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	63	65	66	69	75	76	77	78	81	77	66	60
จำนวนชั่วโมงแสงแดด	6.8	7.9	6.2	8.7	6.0	4.8	5.6	6.4	6.4	5.1	7.3	7.1
ความเร็วลม (knots)	1.5	1.4	1.8	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	0.8	1.1	2.0	2.1
ความเร็วลมที่ 2 ม. (km/day)	88.90	97.79	115.56	111.12	93.34	93.34	88.90	80.01	53.34	66.67	120.01	128.90
Etp	4.0	4.5	5.50	5.90	5.30	4.8	4.3	4.0	3.6	3.4	3.0	4.5

ภาพที่ 12 กราฟเปรียบเทียบค่าความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิงพ.ศ.2544 และ พ.ศ.2556



ตารางที่14ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชชนิดต่างๆ (K_c)

เดือนที่	ข้าว	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ข้าวโพดฝักอ่อน	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	พริก	ผลไม้	บ่อปลา	อ้อย
1	0.94	0.7	0.59	0.75	0.89	0.36	0.6	1	0.58
2	1.01	1.29	1.09	1.21	0.69	0.66	0.6	1	0.62
3	1.28	1.1		0.81		0.94	0.6	1	0.68
4	1.02	0.63		0.63		0.98	0.6	1	0.77
5	0.75						0.6	1	0.86
6							0.6	1	0.94
7							0.6	1	1
8							0.6	1	0.95
9							0.6	1	0.78
10							0.6	1	0.62
11							0.6	1	0.58
12							0.6	1	0.55

ที่มา: กิติยา และภัสสร (2544)

2. ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ

ภานุวัฒน์ (2546) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำไว้ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ในการประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วงก่อนที่มีการสร้างเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ได้ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยกับพื้นที่ของลุ่มน้ำป่าสัก โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันตั้งแต่ปี พ.ศ.2517 ถึง 2542 ของสถานีวัดน้ำท่า S.9 อ.แก่งคอย จ.สระบุรี ซึ่งตั้งอยู่ท้ายเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และมีพื้นที่ระบายน้ำเท่ากับ 14,374ตร.กม. ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันระหว่างปี พ.ศ.2543-2545 ใช้ข้อมูลของสถานีเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ซึ่งมีพื้นที่ระบายน้ำเท่ากับ 12,929 ตร.กม.

จากผลการศึกษา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีกับพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำป่าสักมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Q = 0.642A^{0.8435}$$

เมื่อ A = พื้นที่ระบายน้ำ

แฟคเตอร์สำหรับการประเมินน้ำท่ามีค่าเท่ากับ

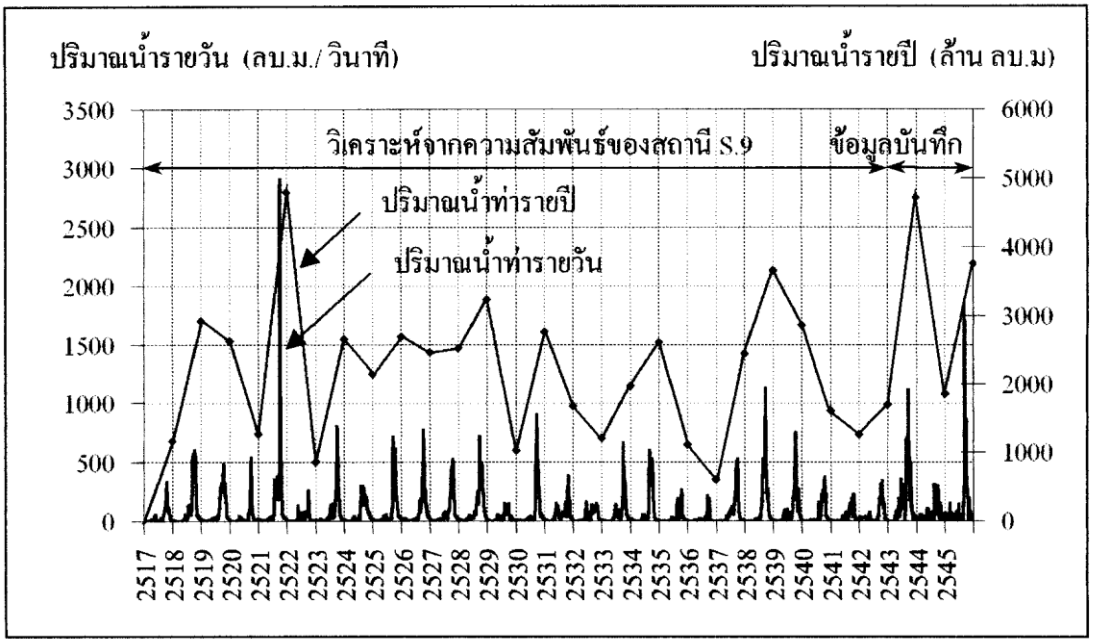
$$F = \left[\frac{Apasak}{AS.9}\right]^{0.8435}$$

$$F = \left[\frac{12,929}{14,374}\right]^{0.8435}$$

ดังนั้นปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสามารถคำนวณได้จาก

$$Inflow_{pasak} = 0.9145\ (Inflow_{S.9})$$

ในภาพที่ 13แสดงปริมาณน้ำท่ารายวันที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ซึ่งคำนวณจากสมการระหว่างปีพ.ศ. 2517-2542 ส่วนระหว่างปี พ.ศ. 2543-2545 ได้จากสถิติการบันทึกข้อมูลของสถานีเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ซึ่งคำนวณจากสมการสมดุลของน้ำในอ่าง



ภาพที่ 13 ปริมาณน้ำท่ารายวัน (ลบ.ม./วินาที) และปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.) ที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

ที่มา ภานุวัฒน์ (2546)

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำ

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำใช้ข้อมูลของสถานีบัวชุม จ.ลพบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2517-2542 และใช้ข้อมูลของสถานีเขื่อนป่าสักฯ ระหว่างปี 2543 ถึง 2545 ส่วนการหาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในอ่างคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P_t = (1-C)p_t A(\overline{S_t})$$

เมื่อ P_t = ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำ

C = ค่าสัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำ กำหนดเท่ากับ 0.75 (ฝน 100 % คิดเป็นปริมาณที่ตกลงอ่าง 25%)

p_t = ความลึกของฝนที่ตกในเวลา t

$A(\overline{S_t})$= พื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ยในเวลา t ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในอ่างเฉลี่ยในเวลา t

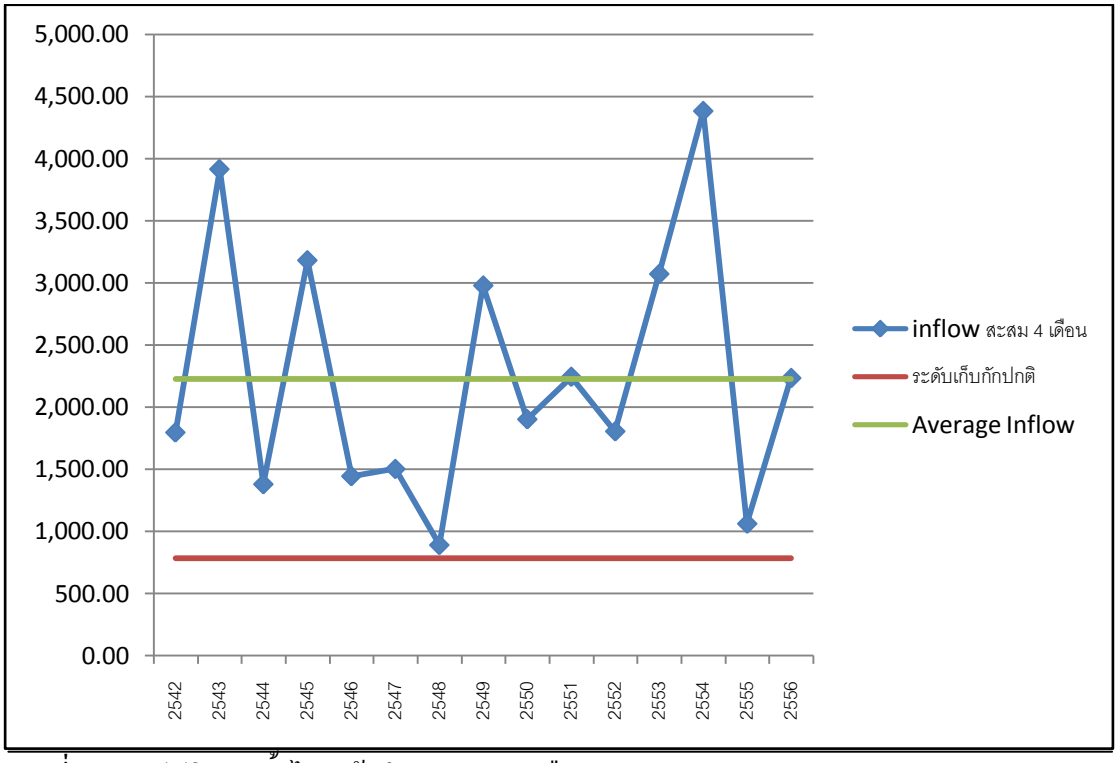
3.เกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์(Rule Curve) ปี พ.ศ. 2554

จากภาพที่ 15เส้นประแสดงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ในช่วงสถานการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 โดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ที่มีมาแต่เดิมมีการกักเก็บน้ำในฤดูฝนตั้งแต่ต้นฤดูกาล เมื่อถึงกลางฤดูฝนปริมาณน้ำในอ่างก็จะถึงระดับเก็บกักสูงสุด เมื่อเกิดเหตุการณ์พายุเข้าประเทศไทยถึง 5 ลูกในปีเดียวกันนั้นเอง จึงทำให้มีปริมาณฝนมากกว่าปกติ ดังแสดงในภาพที่ 13 โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสะสมนับตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกมากที่สุด ในปีพ.ศ. 2554 มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสะสมสูงที่สุด โดยมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมีปริมาณสูงกว่าระดับเก็บกักปกติถึง 5 เท่า (4,381 ล้านลูกบาศก์เมตร) อ่างเก็บน้ำจึงไม่สามารถกักเก็บน้ำทั้งหมดไว้ได้ เป็นเหตุให้ต้องรีบระบายน้ำส่วนเกินในช่วงท้ายฤดูกาล โดยมีระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดที่ 25 % ของระดับเก็บกักปกติ (200 ล้านลูกบาศก์เมตร) และระดับควบคุมตอนบนสูงสุดที่ 25.47% ของระดับเก็บกักปกติ (220 ล้านลูกบาศก์เมตร) ซึ่งมีช่วงความกว้างที่ใช้พิจารณาในเกณฑ์การบริหารจัดการที่แคบมาก ยากต่อการควบคุมและบริหารจัดการ

เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 4แล้วจึงได้ทำการปรับระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) ต่ำสุดจาก 50 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 6% ของระดับเก็บกักปกติ) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ต่ำไป อาจทำให้ปริมาณน้ำสำรองไม่เพียงพอในช่วงปีปกติ หรือปีแล้ง จึงปรับค่าเป็น 100 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 13% ของระดับเก็บกักปกติ) ในช่วงเดือนกรกฎาคม เพื่อให้อ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำสำรองไว้ใช้สำหรับโครงการสูบน้ำท้ายเขื่อน 3 โครงการ และมีพื้นที่ในอ่างเก็บน้ำว่างพอที่จะรองรับน้ำฝนในช่วงถัดไป และทดลองทำการปรับระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) ต่ำสุดจากระดับเดิมที่กรมชลประทานได้ทำการปรับปรุงไว้ที่ 27 % ของระดับเก็บกักปกติ โดยทำการทดลองปรับระดับลงเหลือที่ 10%, 15%, 20%, และ 25% เพื่อสังเกตแนวโน้มค่าความต่างระหว่างระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดและระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดว่ามีปริมาณเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนฯหรือไม่

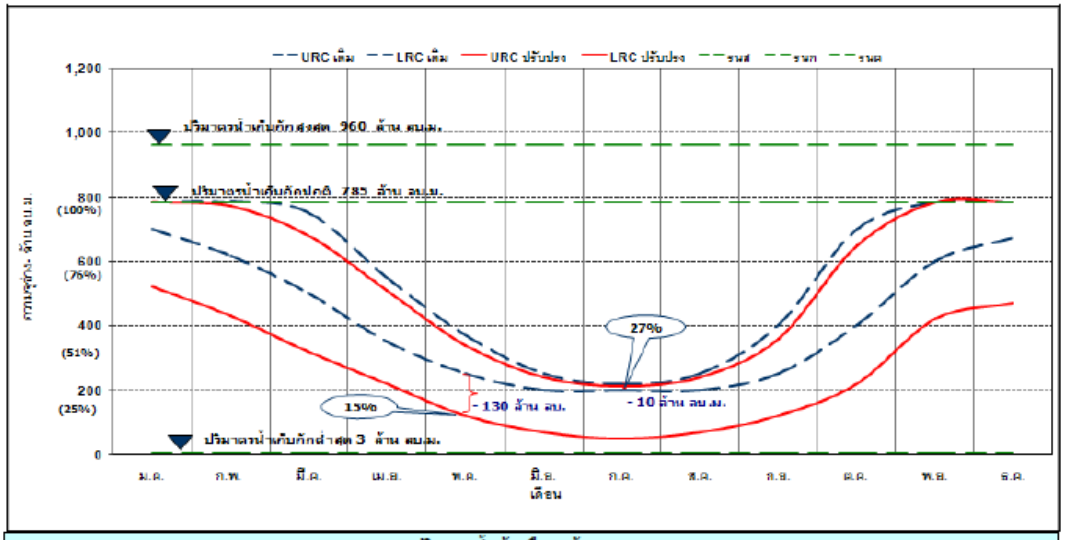
ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสะสม 4 เดือน (ก.ค. - ต.ค.)

ปี พ.ศ.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวมสะสม
2542	50.79	154.92	635.98	955.17	1,796.86
2543	596.63	741.48	1,731.89	843.97	3,913.97
2544	116.3	472.2	445.4	346.8	1,380.70
2545	55.36	164.78	2,238.58	722.13	3,180.85
2546	126.50	286.85	611.23	420.60	1,445.18
2547	143.82	573.16	568.59	217.53	1,503.10
2548	102.46	130.83	417.38	241.13	891.80
2549	321.97	300.05	804.50	1,551.32	2,977.84
2550	34.66	102.89	420.70	1,344.37	1,902.62
2551	177.18	353.15	870.35	843.68	2,244.36
2552	95.50	86.65	488.23	1,135.57	1,805.95
2553	5.72	387.70	1,038.51	1,639.31	3,071.24
2554	320.66	780.85	1,749.23	1,530.35	4,381.09
2555	31.42	108.12	657.55	266.04	1,063.13
2556	22.84	115.25	775.31	1,321.03	2,234.43
เฉลี่ย	146.79	317.26	896.90	891.93	2,225.13
สูงสุด	596.63	780.85	2,238.58	1,639.31	4,381.09
ต่ำสุด	5.72	86.65	417.38	217.53	891.80
				SD	1078.521223



ภาพที่ 14กราฟปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯสะสม 4 เดือน (ก.ค.- ต.ค.)

4. การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารฯจาก Rule Curve ปรับปรุงล่าสุดของกรมชลประทาน



ปริมาณน้ำต้นเดือน ล้าน ลบ.ม.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
URC เดิม	785	785	750	550	370	250	220	250	400	700	785	785
URC ปรับปรุง	785	770	680	510	340	240	210	240	360	650	785	785
LRC เดิม	700	617	500	350	250	200	200	200	250	400	600	670
LRC ปรับปรุง	520	430	320	220	120	70	50	70	120	220	420	470

ภาพที่ 15เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำพ.ศ.2554-2556

ที่มา: รายงานปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ กรมชลประทาน

จากภาพที่ 15กราฟเส้นสีแดงเป็นเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนที่ปรับปรุงล่าสุดโดยกรมชลประทานในปีพ.ศ. 2555 เพื่อลดปริมาณน้ำเก็บกักในช่วงต้นฤดูฝน จะพบว่า ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) ต่ำสุดจะอยู่ที่ 50 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 6 %ของระดับเก็บกักปกติ) ในเดือนกรกฎาคม และระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) ต่ำสุดอยู่ที่ 210 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 27 % ของระดับเก็บกักปกติ) โดยมีค่าความต่างระหว่างระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดและระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 160 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 20%ของระดับเก็บกักปกติ)

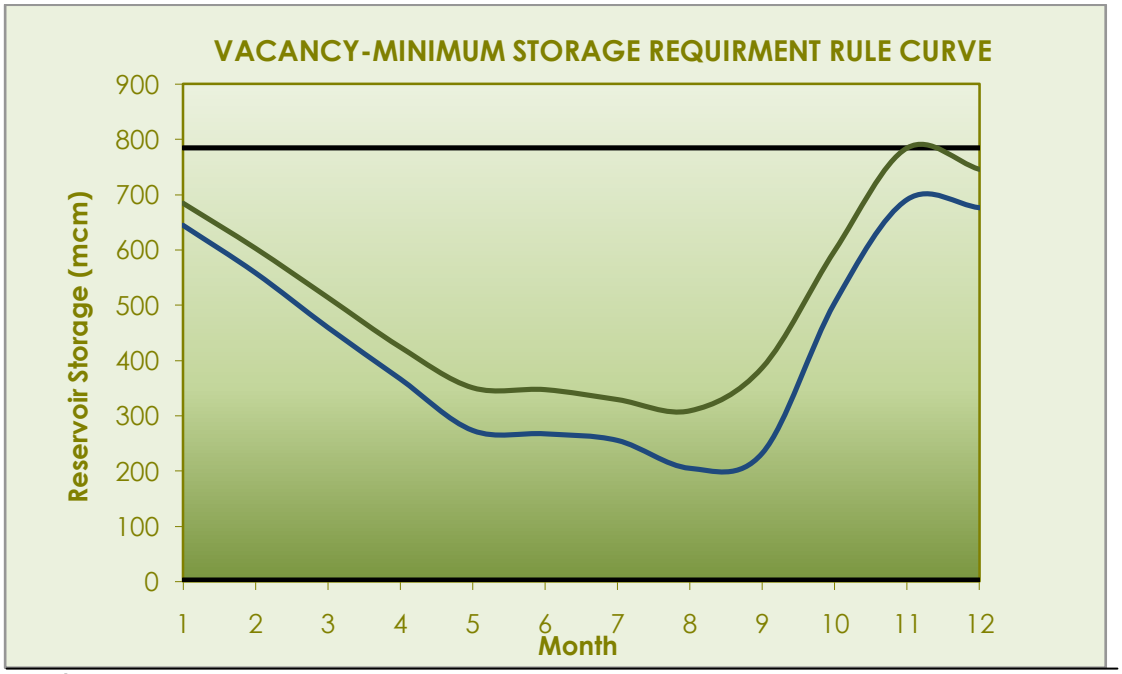
5. หลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement

ผู้ศึกษาได้ทำการสร้างเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยใช้หลักการ Vacancy – Minimum Storage Requirementแยกพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ พิจารณาจากปริมาณน้ำปล่อยออกจากเขื่อน (Outflow) จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กลุ่มจัดสรรน้ำ กรมชลประทานพบว่าการพิจารณาปริมาณน้ำปล่อยออกจากเขื่อนเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมและบริหารจัดการปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ในปัจจุบัน ในทางทฤษฎีแล้ว ควรใช้ปริมาณค่าความต้องการใช้น้ำจริงท้ายอ่างเก็บน้ำในการพิจารณา แต่ในทางปฏิบัติ ด้วยบทบาทและภารกิจของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ที่เปลี่ยนไป จากภารกิจหลักซึ่งเป็นการปล่อยน้ำเพื่อการเกษตรและ

ชลประทาน เป็นการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยให้แก่พื้นที่ท้ายเขื่อน และพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง จึงมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนเพียงเพื่อให้อ่างเก็บน้ำพอมีที่ว่างรองรับน้ำไหลเข้าอ่างในช่วงถัดไป ทำให้ไม่สามารถคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำที่แท้จริงได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการพิจารณาปริมาณค่าความต้องการใช้น้ำจริง (Demand)ด้วย

5.1 พิจารณาจากปริมาณน้ำปล่อยออกจากเขื่อน (Outflow)

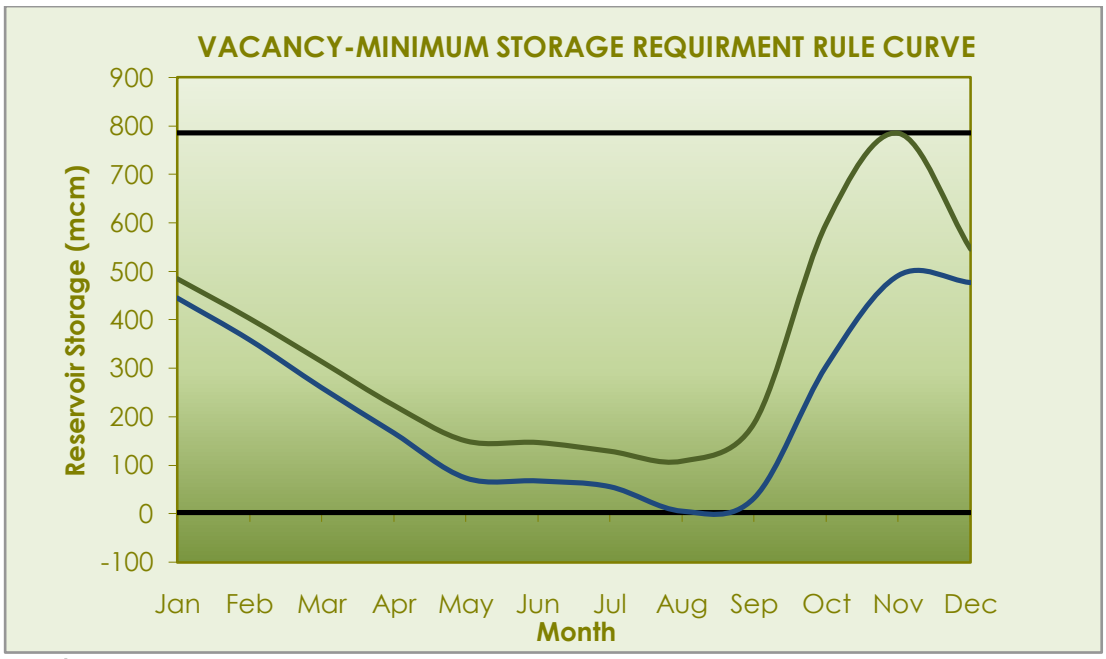
จากการศึกษา พบว่า เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อน (Outflow) จะทำให้ได้ Rule Curve ที่มีการมีความแปรปรวน(Fluctuation)มาก



ภาพที่ 16Rule Curve ตามหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (พิจารณา Outflow)

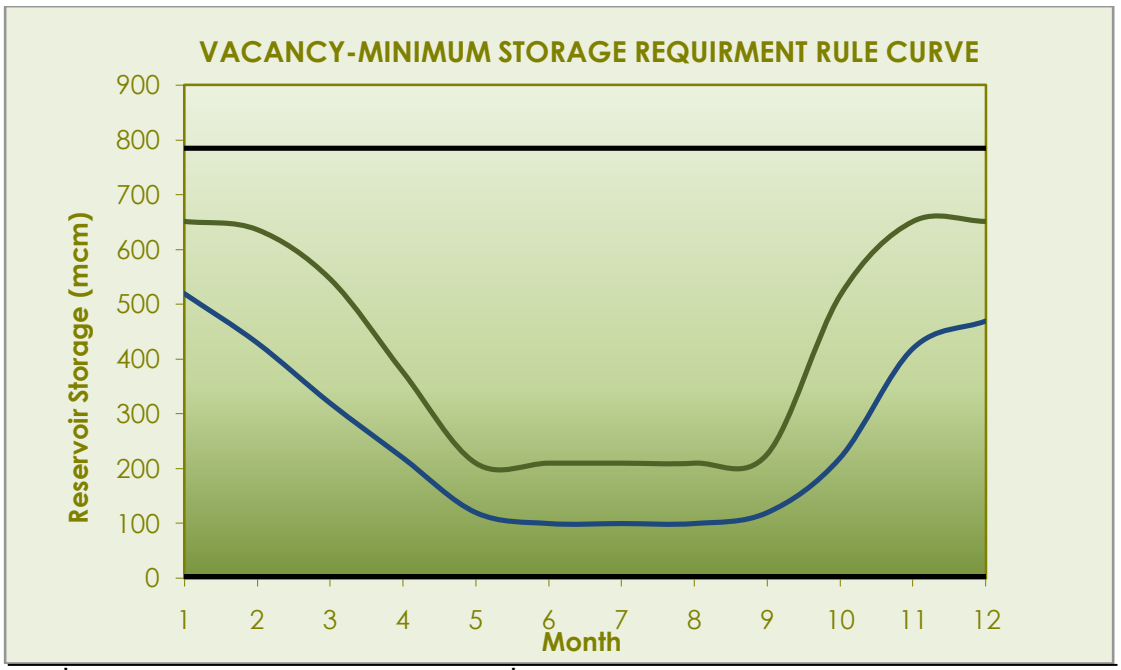
5.2 พิจารณาจากค่าความต้องการใช้น้ำจริง

จากการศึกษา พบว่า เมื่อพิจารณาค่าความต้องการใช้น้ำ (Demand) จะทำให้ได้ Rule Curve ที่มีความแปรปรวนมาก (Fluctuation)ซึ่งไม่เหมาะแก่การนำมาบริหาร



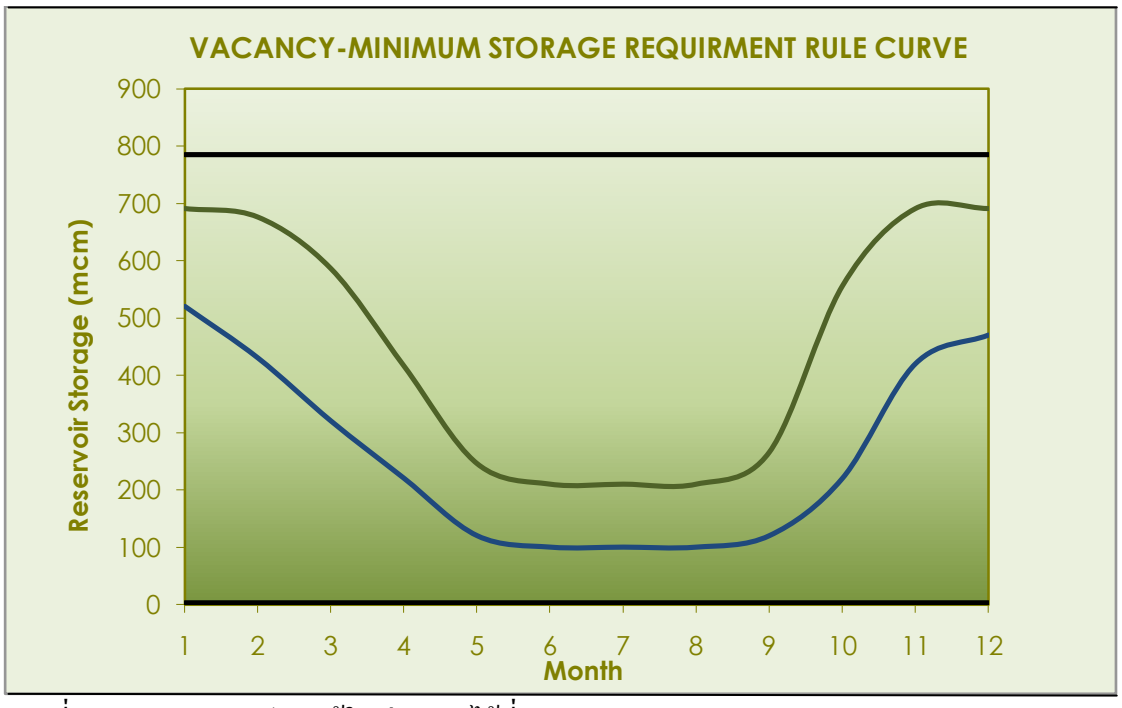
ภาพที่ 17Rule Curve ตามหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (พิจารณา Demand)

เมื่อเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในทั้ง 2 กรณีไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการปรับแก้ Rule Curve เดิมที่ได้รับการปรับปรุงล่าสุดของกรมชลประทาน เพื่อศึกษาหารูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยทำการปรับระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) จากระดับเดิมที่กรมชลประทานได้ทำการปรับปรุงไว้ที่ 27 % ของระดับเก็บกักปกติ โดยทำการทดลองปรับระดับลงเหลือที่ 10 %, 15%, 20%, และ 25% และกำหนดค่าระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) ต่ำสุดไว้ที่ 100 ล้านลูกบาศก์เมตร และระดับควบคุมตอนบนต่ำสุด (Upper Rule Curve) สูงสุดไว้ที่ 210 ล้านลูกบาศก์เมตร



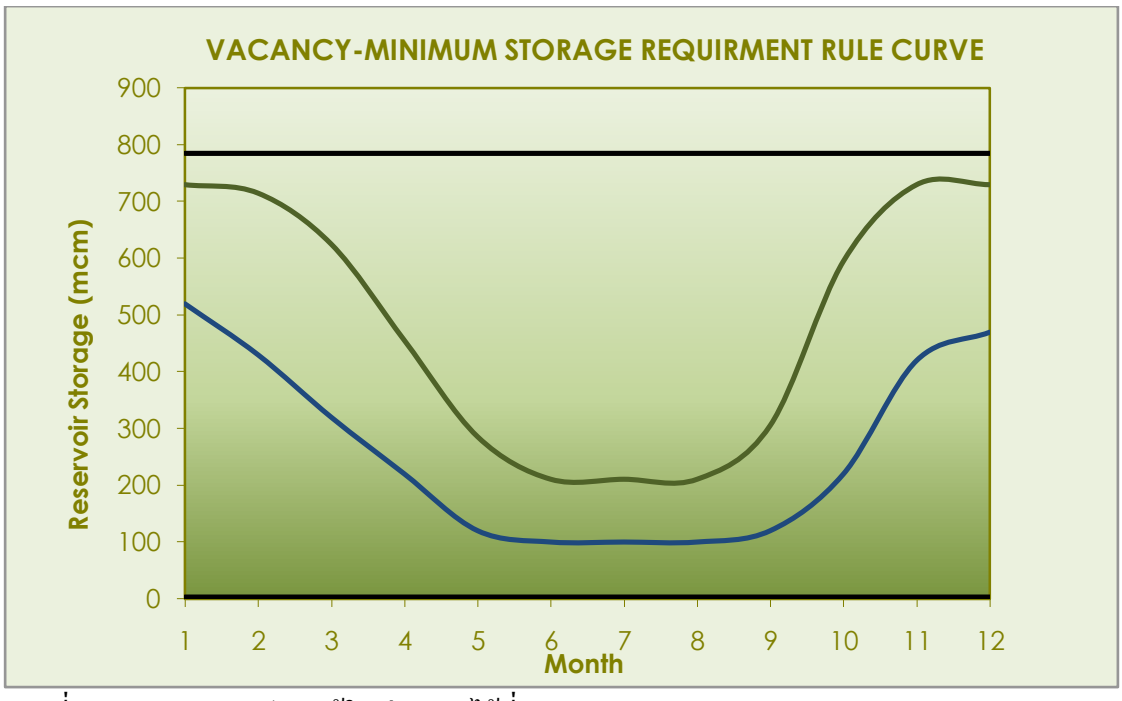
ภาพที่ 18 Rule Curve ปรับแก้ใหม่(ลดลงไว้ที่ 17%)

ภาพที่ 18 แสดงการปรับแก้ระดับควบคุมตอนบนจาก 27 % (คิดเป็น 211.95 ล้านลูกบาศก์เมตร) เหลือ 17%ของระดับเก็บกักปกติ (คิดเป็น 133.45 ล้านลูกบาศก์เมตร) โดยกำหนดให้ในช่วงเดือนพฤษภาคม -เดือนสิงหาคมมีระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดอยู่ที่ 12.74 % (คิดเป็น 100 ล้านลูกบาศก์เมตร) และระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดอยู่ที่ 26.75% (คิดเป็น 210 ล้านลูกบาศก์เมตร)



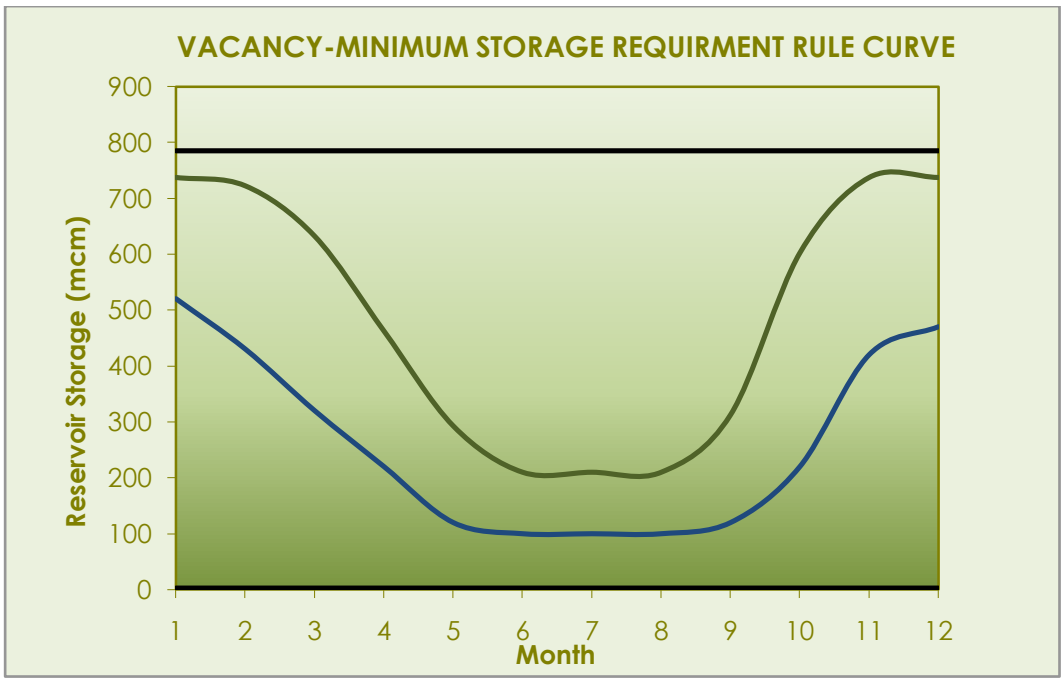
ภาพที่ 19 Rule Curve ปรับแก้ใหม่(ลดลงไว้ที่ 12%)

ภาพที่ 19 แสดงการปรับแก้ระดับควบคุมตอนบนจาก 27 % (คิดเป็น 211.95 ล้านลูกบาศก์เมตร) เหลือ 12% ของระดับเก็บกักปกติ (คิดเป็น 94.2 ล้านลูกบาศก์เมตร) โดยกำหนดให้ในช่วงเดือนพฤษภาคม -เดือนสิงหาคมมีระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดอยู่ที่ 12.74 % (คิดเป็น 100 ล้านลูกบาศก์เมตร) และระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดอยู่ที่ 26.75% (คิดเป็น 210 ล้านลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 20 Rule Curve ปรับแก้ใหม่(ลดลงไว้ที่20%)

ภาพที่ 20 แสดงการปรับแก้ระดับควบคุมตอนบนจาก 27 % (คิดเป็น 211.95 ล้านลูกบาศก์เมตร) ลดลงไว้เหลือที่ 20%ของระดับเก็บกักปกติ (คิดเป็น 157 ล้านลูกบาศก์เมตร)โดยกำหนดให้ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคมมีระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดอยู่ที่ 12.74% (คิดเป็น 100 ล้านลูกบาศก์เมตร) และระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดอยู่ที่ 26.75% (คิดเป็น 210 ล้านลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 21 Rule Curve ปรับแก้ใหม่(ลดลงไว้ที่ 25%)

ภาพที่ 21 แสดงการปรับแก้ระดับควบคุมตอนบนจาก 27 % (คิดเป็น 211.95 ล้านลูกบาศก์เมตร) ลดลงไว้เหลือที่ 25 % ของระดับเก็บกักปกติ (คิดเป็น 196.25 ล้านลูกบาศก์เมตร) โดยกำหนดให้ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคมมีระดับควบคุมตอนล่างต่ำสุดอยู่ที่ 12.74 % (คิดเป็น 100 ล้านลูกบาศก์เมตร) และระดับควบคุมตอนบนต่ำสุดอยู่ที่ 26.75 % (คิดเป็น 210 ล้านลูกบาศก์เมตร)

จากการผลการวิเคราะห์ในส่วนของหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement ที่ทำการแยกพิจารณาเป็นกรณีของการวิเคราะห์โดยใช้ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง (Outflow) และค่าความต้องการใช้น้ำจริง (Demand) ทำให้ได้กราฟที่มีความแปรปรวนมาก ซึ่งสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่กราฟไม่สอดคล้องกับทฤษฎีได้ว่า ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง (Outflow) ซึ่งได้มาจากผลรวมค่าการระเหย, ค่าการรั่วซึม และค่าความต้องการใช้น้ำจริง (Demand) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น ค่าต่างๆ เหล่านี้ได้จากการคำนวณโดยหลักการสมดุลอ่างเก็บน้ำ (Water Balance) ไม่ใช่ค่าที่บันทึกข้อมูลได้ตามจริง

จากผลการวิเคราะห์ จึงสรุปได้ว่าควรแยกพิจารณาเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำในสองกรณี คือ

1. ในปีน้ำปกติ และน้ำหลาก ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) ต่ำสุดควรอยู่ที่ 100 ล้านลูกบาศก์เมตรในช่วงเดือนกรกฎาคม (คิดเป็น 13% ของระดับเก็บกักปกติ) เนื่องจากทำให้อ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ว่างพอที่จะรองรับน้ำฝนในช่วงถัดไปได้โดยเกิดผลกระทบน้อยที่สุด ส่วนระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) ต่ำสุดควรอยู่ที่ 210 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 27% ของระดับเก็บกักปกติ) ส่วนเกณฑ์การบริหารเขื่อนฯ ให้ใช้อยู่ที่ 10-15% ของระดับเก็บกักปกติ

2. ในปีน้ำแล้ง ระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) ต่ำสุดควรอยู่ที่ 200 ล้านลูกบาศก์เมตรในช่วงเดือนกรกฎาคม (คิดเป็น 25% ของระดับเก็บกักปกติ) ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการเพื่อให้อ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำสำรองไว้ใช้สำหรับโครงการสูบน้ำท้ายเขื่อน 3 โครงการ โดยไม่เกิดสภาวะขาดแคลนน้ำหรือปัญหาในการสูบน้ำ ส่วนระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) ต่ำสุดควรอยู่ที่ 21 0 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 27 % ของระดับเก็บกักปกติ) เพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำ และภาวะภัยแล้ง ส่วนเกณฑ์การบริหารเขื่อนฯ ให้ใช้อยู่ที่ 25% ของระดับเก็บกักปกติ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์สรุปผลได้ดังนี้

1. ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ด้วยวิธีการ Vacancy – Minimum Storage Requirement โดยพิจารณาจากความต้องการน้ำ (Demand) และปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ (Outflow) พบว่าจากวิธี Vacancy – Minimum Storage Requirement โดยการพิจารณาทั้ง 2 วิธีกราฟที่ได้จะมีค่าความแปรปรวนมาก (Fluctuation) ไม่เหมาะแก่การนำมาบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

2. เมื่อเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี Vacancy – Minimum Storage Requirementทั้ง 2 กรณีไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการปรับแก้ Rule Curve เดิมที่ได้รับการปรับปรุงล่าสุดของกรมชลประทาน โดยทางกรมชลประทานได้ทำการปรับแก้ระดับควบคุมตอนบนไว้ที่ 27% ของระดับเก็บกักปกติ ทางผู้ศึกษาเห็นว่าระดับควบคุมตอนบนสามารถปรับลดลงได้ จึงทำการทดลองปรับระดับควบคุมตอนบนที่ 10%, 15%, 20%, 25% พบว่าระดับควบคุมตอนบนที่ 25% ของระดับเก็บกักปกติมีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำมาบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์

3. เมื่อพิจารณาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ทำการปรับแก้ร่วมกับปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ พบว่าไม่มีเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใดเลยที่เหมาะแก่การนำไปใช้ในการบริหาร

4. ระดับควบคุมตอนล่างและตอนบนของเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสามารถกำหนดเป็นค่าที่ต่ำลงกว่าระดับที่ใช้ในการวิเคราะห์ หรือระดับที่กรมชลประทานได้กำหนดไว้ เนื่องมาจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เป็นเขื่อนที่มีการบริหารร่วมกับเขื่อนอื่นเช่น เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ ดังนั้นในการกำหนดระดับควบคุม จึงต้องพิจารณาระดับการกักเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างฯ ของเขื่อนที่มีการบริหารร่วมกัน ในส่วนของระดับควบคุมตอนบนสามารถกำหนดค่าต่ำลงได้มากกว่านี้โดยไม่ต้องคำนึงถึงว่าจะมีน้ำไม่เต็มอ่าง หรือไม่เพียงพอต่อความต้องการในฤดูแล้ง เนื่องจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เป็นเขื่อนที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างฯ เฉลี่ยเกินกว่าระดับเก็บกักปกติทุกปีนับตั้งแต่มีการเปิดใช้เขื่อนมา

5. หลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement เหมาะสมจะนำไปใช้กับอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนที่มีปริมาตรเก็บกักสูงกว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (Storage > Inflow)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเปลี่ยนหลักการที่ใช้ในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เนื่องจากเขื่อนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าระดับเก็บกักปกติ ซึ่งแตกต่างจากเขื่อนอื่นๆ ในประเทศไทย ทำให้ไม่สามารถใช้หลักการเดียวกันได้กับทุกเขื่อน ควรใช้หลักการที่เหมาะสมและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับลักษณะทางอุทก-อุตุนิยมวิทยาของแต่ละลุ่มน้ำซึ่งเป็นที่ตั้งของเขื่อนนั้นๆ

2. ควรมีการเก็บข้อมูล และพิจารณาข้อมูลความต้องการใช้น้ำจริงในการบริหารจัดการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เนื่องจากในปัจจุบัน กรมชลประทานใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างฯในการพิจารณา ซึ่งอาจทำให้ไม่ได้เกณฑ์การบริหารที่เหมาะสมกับสภาพการใช้น้ำจริง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2555. การศึกษาสภาพน้ำท่วมและความเสียหายจากอุทกภัยปีพ.ศ. 2553 จังหวัดลพบุรี. 153 หน้า

กิติยา เกียรตินรากร และ ภัสสร ฉวีวงษ์. 2544. การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยและความต้องการใช้น้ำของโครงการเขื่อนป่าสัก. โครงงานวิศวกรรมชลประทาน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ,นครปฐม. *อ้างถึง* อุษณีย์ เกษมสันต์. 2542. "เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์" โครงการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. บริษัท โอเอส.พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด กรุงเทพฯ.

คณะทำงานจัดทำแผนการบริหารจัดการเขื่อนเก็บน้ำหลักและการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำของประเทศ. 2555. รายงานการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ. 50 หน้า

บัญชา ขวัญยืน และคณะ. 2556. การพัฒนาและปรับปรุงโค้งเกณฑ์การบริหารงานอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เพื่อรองรับความแปรปรวนของฝน. *ใน* แบบเสนอโครงการวิจัยประกอบการเสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ตามมติคณะรัฐมนตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม

บุญลือ คงชอบ. 2546. การจัดการน้ำโครงการเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัชชัย ติงสัญชลี และเลอศักดิ์ ริ้วตระกูลไพบูลย์. 2550. การพัฒนาระบบการจัดการสภาวะน้ำท่วมในลุ่มโดยการบริหารอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมและการพยากรณ์เตือนภัย ณ เวลาจริง. รายงานการวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

ธีรยุทธ อัศวเมฆิน. 2544. การวิเคราะห์การบริหารอ่างเก็บน้ำบางพระ หนองค้อ หนองปลาไหล และดอกกรายโดยโปรแกรมสเปรดชีต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภานุวัฒน์ ปิ่นทอง. 2546. การใช้เกณฑ์แบบฟัซซีจำลองการจัดการอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *อ้างถึง* บัญชา ขวัญยืน . 2541. การวิเคราะห์ระบบเพื่อวางแผนและการจัดการโครงการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.*อ้างถึง*วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2539. การคำนวณ Etoของประเทศไทยโดยวิธี Penman – Monteith. วิศวกรรมสารมก. 10(20): 91 – 105. *อ้างถึง* วีระพล แต้สมบัติ 2538. เอกสารประกอบการสอนวิชาอุทกวิทยาขั้นสูง . ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ..

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.). 2556. แนวทางที่ถูกต้องในการบริหารจัดการอุทกภัยลุ่มน้ำเจ้าพระยา ฉบับ วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.), กรุงเทพฯ

อารียา ฤทธิมา. 2545. การพัฒนาเกณฑ์ในการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำมูลบน - ลำแชะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวสุวรรณา บัวซ้อน

เกิดวันที่ 29 เมษายน 2535

สถานที่เกิด กาญจนบุรี

ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา -ชลประทาน)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม (พ.ศ.2556)

ชื่อ นายอรรณพ ขันติธรรมพัฒนา

เกิดวันที่ 29 ธันวาคม 2534

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา -ชลประทาน)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม (พ.ศ.2556)

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการทำ Upper Rule Curve

1) นำเข้าข้อมูล ปริมาตรน้ำไหลเข้าอ่าง, ปริมาณน้ำฝน, ค่าการระเหย, ค่าการรั่วซึม, ความต้องการน้ำ

Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve

ประแสร์

Upper Rule Curve		1/	2/	3/	4/	5/
No	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et (MCM)	Percolation (Se (MCM)	Demand (Dt (MCM)
0	Dec-07					
1	Jan-08	0.63	0.00	2.60	0.14	9.52
2	Feb-08	1.56	0.00	2.50	0.11	4.12
3	Mar-08	2.94	0.00	2.80	0.14	4.92
4	Apr-08	0.31	1.29	2.64	0.07	4.93

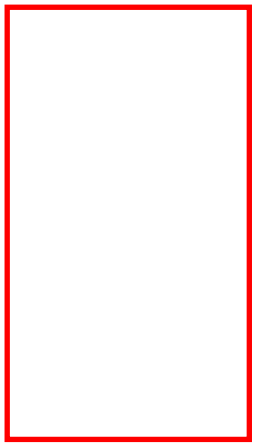
2) คำนวณหา Net Inflow (คอลัมน์ที่ 6) โดย คอลัมน์ที่ 1 + คอลัมน์ที่ 2 และคำนวณหา Net Outflow โดยนำคอลัมน์ที่ 3 + คอลัมน์ที่ 4 + คอลัมน์ที่ 5

Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve

ประแสร์

Upper Rule Curve		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/
No	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et (MCM)	Percolation (Se (MCM)	Demand (Dt (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)
0	Dec-07							
1	Jan-08	0.63	0.00	2.60	0.14	9.52	0.63	12.27
2	Feb-08	1.56	0.00	2.50	0.11	4.12	1.56	6.73
3	Mar-08	2.94	0.00	2.80	0.14	4.92	2.94	7.86
4	Apr-08	0.31	1.29	2.64	0.07	4.93	1.60	7.65

3) คำนวณหา Surplus inflow (คอลัมน์ที่ 8) จาก Net Inflow (คอลัมน์ที่ 6) – Net Outflow (คอลัมน์ที่ 7)



5/	6/	7/	8/	9/	10/
Demand (Dt (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Surplus Inflo (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
				0.00	248.00
9.52	0.63	12.27	-11.63	0.00	248.00
4.12	1.56	6.73	-5.17	66.11	181.89
4.92	2.94	7.86	-4.92	71.28	176.72
4.93	1.60	7.65	-6.05	76.20	171.80
2.84	39.76	5.17	34.59	82.25	165.75
33.40	28.54	35.74	-7.20	47.65	200.35
24.85	28.54	27.34	1.21	54.85	193.15

4) คำนวณหาปริมาตรช่องว่างที่ต้องเตรียมในเดือนนั้นๆ (Vacancy Requirement) จากผลรวมของ Vacancy Requirement ของเดือนนั้นๆ กับ เดือนก่อนหน้าเดือนนั้นๆ

6/	7/	8/	9/	10/
Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Surplus Inflo (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
			0.00	248.00
0.63	12.27	-11.63	0.00	248.00
1.56	6.73	-5.17	66.11	181.89
2.94	7.86	-4.92	71.28	176.72
1.60	7.65	-6.05	76.20	171.80
39.76	5.17	34.59	82.25	165.75
28.54	35.74	-7.20	47.65	200.35
28.54	27.34	1.21	54.85	193.15
34.06	27.16	6.90	53.65	194.35
104.37	74.64	29.73	46.75	201.25

5) คำนวณหา Upper Storage Limit (คอลัมน์ที่ 10) จากผลรวมของ Vacancy Requiremnt ของเดือนนั้นๆ กับSurplus Inflow ของเดือนก่อนหน้านั้น

6/	7/	8/	9/	10/
Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Surplus Inflo (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
			0.00	248.00
0.63	12.27	-11.63	0.00	248.00
1.56	6.73	-5.17	66.11	181.89
2.94	7.86	-4.92	71.28	176.72
1.60	7.65	-6.05	76.20	171.80
39.76	5.17	34.59	82.25	165.75
28.54	35.74	-7.20	47.65	200.35
28.54	27.34	1.21	54.85	193.15
34.06	27.16	6.90	53.65	194.35
104.37	74.64	29.73	46.75	201.25

6) หา Upper Rule Curve จากค่าเฉลี่ยของ Upper Storage Limit (คอลัมน์ที่ 10) ในเดือนนั้นๆ ของทุกปีที่มีข้อมูล

ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการทำ Lower Rule Curve

1) นำเข้าข้อมูล ปริมาตรน้ำไหลเข้าอ่าง, ปริมาณน้ำฝน, ค่าการระเหย, ค่าการรั่วซึม, ความต้องการน้ำ

Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve

ประแสร์

Lower Rule Curve		1/	2/	3/	4/	5/
No	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et (MCM)	Percolation (Se (MCM)	Demand (Dt (MCM)
0	Dec-07					
1	Jan-08	0.63	0.00	2.60	0.14	9.52
2	Feb-08	1.56	0.00	2.50	0.11	4.12
3	Mar-08	2.94	0.00	2.80	0.14	4.92
4	Apr-08	0.31	1.29	2.64	0.07	4.93
5	May-08	0.31	39.45	2.25	0.08	2.84
6	Jun-08	1.88	26.66	2.24	0.11	33.40
7	Jul-08	0.34	28.20	2.40	0.09	24.85
8	Aug-08	0.10	33.96	2.39	0.10	24.66

2) คำนวณหา Net inflow (คอลัมน์ที่ 6) โดยนำ คอลัมน์ที่ 1 + คอลัมน์ที่ 2

3) คำนวณหาNet Outflow (คอลัมน์ที่ 7) โดยนำ คอลัมน์ที่ 3 + คอลัมน์ที่ 4 + คอลัมน์ที่ 5

Vacancy-Minimum Storage Requirement Rule Curve

ประแสร์

Lower Rule Curve		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/
No	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Se) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)
0	Dec-07							
1	Jan-08	0.63	0.00	2.60	0.14	9.52	0.63	12.27
2	Feb-08	1.56	0.00	2.50	0.11	4.12	1.56	6.73
3	Mar-08	2.94	0.00	2.80	0.14	4.92	2.94	7.86
4	Apr-08	0.31	1.29	2.64	0.07	4.93	1.60	7.65
5	May-08	0.31	39.45	2.25	0.08	2.84	39.76	5.17
6	Jun-08	1.88	26.66	2.24	0.11	33.40	28.54	35.74
7	Jul-08	0.34	28.20	2.40	0.09	24.85	28.54	27.34
8	Aug-08	0.10	33.06	2.30	0.10	24.66	34.06	27.16

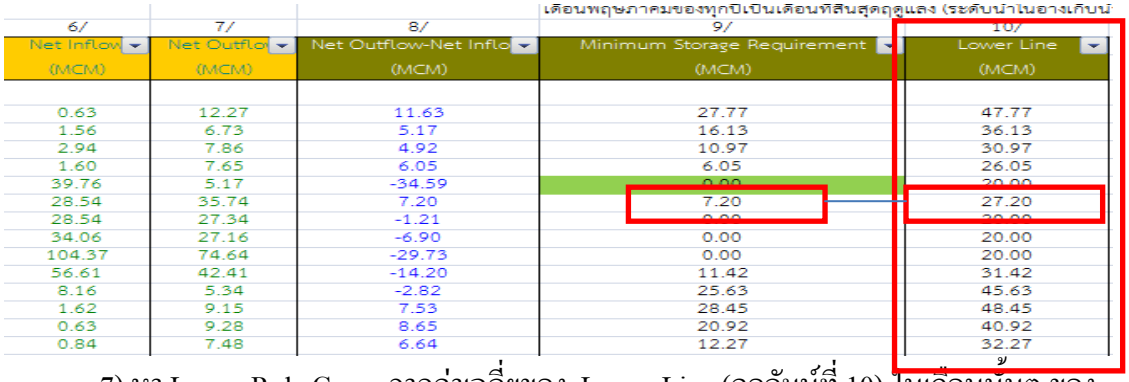
4) คำนวณหาคอลัมน์ที่ 8 จาก Net Outflow (คอลัมน์ที่ 7) –Net inflow (คอลัมน์ที่ 6)

6/	7/	8/	9/	10/
Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Net Outflow-Net Inflo (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
0.63	12.27	11.63	27.77	47.77
1.56	6.73	5.17	16.13	36.13
2.94	7.86	4.92	10.97	30.97
1.60	7.65	6.05	6.05	26.05
39.76	5.17	-34.59	0.00	20.00
28.54	35.74	7.20	7.20	27.20
28.54	27.34	-1.21	0.00	20.00
34.06	27.16	-6.90	0.00	20.00
104.37	74.64	-29.73	0.00	20.00
56.61	42.41	-14.20	11.42	31.42
8.16	5.34	-2.82	25.63	45.63
1.62	9.15	7.53	28.45	48.45
0.63	9.28	8.65	20.92	40.92
0.84	7.48	6.64	12.27	32.27

5) คำนวณหาคอลัมน์ที่ 9 จากผลรวมของ Minimum Storage Requirementของเดือนนั้น กับผลของคอลัมน์ที่ 8 ของเดือนก่อนเดือนนั้นๆ

6/	7/	8/	9/	10/
Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Net Outflow-Net Inflo (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
0.63	12.27	11.63	27.77	47.77
1.56	6.73	5.17	16.13	36.13
2.94	7.86	4.92	10.97	30.97
1.60	7.65	6.05	6.05	26.05
39.76	5.17	-34.59	0.00	20.00
28.54	35.74	7.20	7.20	27.20
28.54	27.34	-1.21	0.00	20.00
34.06	27.16	-6.90	0.00	20.00
104.37	74.64	-29.73	0.00	20.00
56.61	42.41	-14.20	11.42	31.42
8.16	5.34	-2.82	25.63	45.63
1.62	9.15	7.53	28.45	48.45
0.63	9.28	8.65	20.92	40.92
0.84	7.48	6.64	12.27	32.27

6) คำนวณหา Lower Line (คอลัมน์ที่ 10) จากผลรวมของ Minimum Storage Requirement ของเดือนนั้นกับระดับเก็บกักต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำ



6/	7/	8/	9/	10/
Net Inflow (MCM)	Net Outflo (MCM)	Net Outflow-Net Inflo (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
0.63	12.27	11.63	27.77	47.77
1.56	6.73	5.17	16.13	36.13
2.94	7.86	4.92	10.97	30.97
1.60	7.65	6.05	6.05	26.05
39.76	5.17	-34.59	0.00	20.00
28.54	35.74	7.20	7.20	27.20
28.54	27.34	-1.21	0.00	20.00
34.06	27.16	-6.90	0.00	20.00
104.37	74.64	-29.73	0.00	20.00
56.61	42.41	-14.20	11.42	31.42
8.16	5.34	-2.82	25.63	45.63
1.62	9.15	7.53	28.45	48.45
0.63	9.28	8.65	20.92	40.92
0.84	7.48	6.64	12.27	32.27

7) หา Lower Rule Curve จากค่าเฉลี่ยของ Lower Line (คอลัมน์ที่ 10) ในเดือนนั้นๆ ของทุกปีที่มีข้อมูล

ตารางผนวกที่ 1 การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
14	Aug-00	0.00	741.48	0.00	0.00	427.26	741.48	427.26	314.22	480.54	304.46
15	Sep-00	0.00	1731.89	0.00	0.00	1717.05	1731.89	1717.05	14.84	166.32	618.68
16	Oct-00	0.00	843.97	0.00	0.00	692.49	843.97	692.49	151.48	151.48	633.52
17	Nov-00	0.00	141.35	0.00	0.00	168.39	141.35	168.39	-27.04	0.00	785.00
18	Dec-00	0.00	35.85	0.00	0.00	79.30	35.85	79.30	-43.45	193.72	591.28
19	Jan-01	0.00	29.95	0.00	0.00	77.50	29.95	77.50	-47.55	237.17	547.83
20	Feb-01	0.00	31.61	0.00	0.00	177.93	31.61	177.93	-146.32	284.72	500.28
21	Mar-01	0.00	4.59	0.00	0.00	39.95	4.59	39.95	-35.36	431.04	353.96
22	Apr-01	0.00	9.30	0.00	0.00	108.90	9.30	108.90	-99.60	466.40	318.60
23	May-01	0.00	102.40	0.00	0.00	78.10	102.40	78.10	24.30	566.00	219.00
24	Jun-01	0.00	93.90	0.00	0.00	182.70	93.90	182.70	-88.80	541.70	243.30
25	Jul-01	0.00	116.30	0.00	0.00	87.30	116.30	87.30	29.00	630.50	154.50
26	Aug-01	0.00	472.20	0.00	0.00	377.20	472.20	377.20	95.00	601.50	183.50
27	Sep-01	0.00	445.40	0.00	0.00	162.90	445.40	162.90	282.50	506.50	278.50

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement(Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
28	Oct-01	0.00	346.80	0.00	0.00	122.80	346.80	122.80	224.00	224.00	561.00
29	Nov-01	0.00	135.60	0.00	0.00	82.10	135.60	82.10	53.50	0.00	785.00
30	Dec-01	0.00	44.30	0.00	0.00	40.50	44.30	40.50	3.80	176.23	608.77
31	Jan-02	0.00	49.42	0.00	0.00	112.81	49.42	112.81	-63.39	172.43	612.57
32	Feb-02	0.00	40.29	0.00	0.00	154.41	40.29	154.41	-114.12	235.82	549.18
33	Mar-02	0.00	57.50	0.00	0.00	115.75	57.50	115.75	-58.25	349.94	435.06
34	Apr-02	0.00	40.05	0.00	0.00	187.03	40.05	187.03	-146.98	408.19	376.81
35	May-02	0.00	69.95	0.00	0.00	104.30	69.95	104.30	-34.35	555.17	229.83
36	Jun-02	0.00	120.19	0.00	0.00	31.85	120.19	31.85	88.34	589.52	195.48
37	Jul-02	0.00	55.36	0.00	0.00	145.20	55.36	145.20	-89.84	501.18	283.82
38	Aug-02	0.00	164.78	0.00	0.00	44.82	164.78	44.82	119.96	591.02	193.98
39	Sep-02	0.00	2238.58	0.00	0.00	1776.38	2238.58	1776.38	462.20	471.06	313.94
40	Oct-02	0.00	722.13	0.00	0.00	713.27	722.13	713.27	8.86	8.86	776.14
41	Nov-02	0.00	190.75	0.00	0.00	229.18	190.75	229.18	-38.43	0.00	785.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
42	Dec-02	0.00	21.66	0.00	0.00	32.29	21.66	32.29	-10.63	81.72	703.28
43	Jan-03	0.00	20.73	0.00	0.00	105.44	20.73	105.44	-84.71	92.35	692.65
44	Feb-03	0.00	19.00	0.00	0.00	10.83	19.00	10.83	8.17	177.06	607.94
45	Mar-03	0.00	15.56	0.00	0.00	102.07	15.56	102.07	-86.51	168.89	616.11
46	Apr-03	0.00	6.92	0.00	0.00	191.84	6.92	191.84	-184.92	255.40	529.60
47	May-03	0.00	20.16	0.00	0.00	105.77	20.16	105.77	-85.61	440.32	344.68
48	Jun-03	0.00	73.66	0.00	0.00	78.62	73.66	78.62	-4.96	525.93	259.07
49	Jul-03	0.00	126.50	0.00	0.00	189.80	126.50	189.80	-63.30	530.89	254.11
50	Aug-03	0.00	286.85	0.00	0.00	241.16	286.85	241.16	45.69	594.19	190.81
51	Sep-03	0.00	611.23	0.00	0.00	303.39	611.23	303.39	307.84	548.50	236.50
52	Oct-03	0.00	420.60	0.00	0.00	179.94	420.60	179.94	240.66	240.66	544.34
53	Nov-03	0.00	31.05	0.00	0.00	42.77	31.05	42.77	-11.72	0.00	785.00
54	Dec-03	0.00	38.10	0.00	0.00	52.28	38.10	52.28	-14.18	293.61	491.39
55	Jan-04	0.00	30.23	0.00	0.00	56.58	30.23	56.58	-26.35	307.79	477.21

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
56	Feb-04	0.00	19.58	0.00	0.00	73.41	19.58	73.41	-53.83	334.14	450.86
57	Mar-04	0.00	30.74	0.00	0.00	137.99	30.74	137.99	-107.25	387.97	397.03
58	Apr-04	0.00	24.47	0.00	0.00	128.97	24.47	128.97	-104.50	495.22	289.78
59	May-04	0.00	32.20	0.00	0.00	84.98	32.20	84.98	-52.78	599.72	185.28
60	Jun-04	0.00	344.01	0.00	0.00	185.41	344.01	185.41	158.60	652.50	132.50
61	Jul-04	0.00	143.82	0.00	0.00	310.07	143.82	310.07	-166.25	493.90	291.10
62	Aug-04	0.00	573.16	0.00	0.00	515.20	573.16	515.20	57.96	660.15	124.85
63	Sep-04	0.00	568.59	0.00	0.00	67.45	568.59	67.45	501.14	602.19	182.81
64	Oct-04	0.00	217.53	0.00	0.00	116.48	217.53	116.48	101.05	101.05	683.95
65	Nov-04	0.00	15.92	0.00	0.00	92.91	15.92	92.91	-76.99	0.00	785.00
66	Dec-04	0.00	11.52	0.00	0.00	44.30	11.52	44.30	-32.78	298.76	592.53
67	Jan-05	0.00	6.60	0.00	0.00	81.06	6.60	81.06	-74.46	331.54	559.75
68	Feb-05	0.00	12.46	0.00	0.00	101.47	12.46	101.47	-89.01	406.00	485.29

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
69	Mar-05	0.00	18.01	0.00	0.00	109.83	18.01	109.83	-91.82	495.01	289.99
70	Apr-05	0.00	14.41	0.00	0.00	63.64	14.41	63.64	-49.23	586.83	198.17
71	May-05	0.00	13.72	0.00	0.00	72.50	13.72	72.50	-58.78	636.06	148.94
72	Jun-05	0.00	16.79	0.00	0.00	29.62	16.79	29.62	-12.83	694.84	90.16
73	Jul-05	0.00	102.46	0.00	0.00	28.87	102.46	28.87	73.59	707.67	77.33
74	Aug-05	0.00	130.83	0.00	0.00	45.78	130.83	45.78	85.05	634.08	150.92
75	Sep-05	0.00	417.38	0.00	0.00	41.63	417.38	41.63	375.75	549.03	235.97
76	Oct-05	0.00	241.13	0.00	0.00	67.85	241.13	67.85	173.28	173.28	611.72
77	Nov-05	0.00	169.98	0.00	0.00	43.04	169.98	43.04	126.94	0.00	785.00
78	Dec-05	0.00	7.73	0.00	0.00	34.65	7.73	34.65	-26.92	190.28	594.72
79	Jan-06	0.00	0.23	0.00	0.00	72.51	0.23	72.51	-72.28	217.20	567.80

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
80	Feb-06	0.00	33.06	0.00	0.00	118.49	33.06	118.49	-85.43	289.48	495.52
81	Mar-06	0.00	33.75	0.00	0.00	156.29	33.75	156.29	-122.54	374.91	410.09
82	Apr-06	0.00	28.68	0.00	0.00	120.21	28.68	120.21	-91.53	497.45	287.55
83	May-06	0.00	42.22	0.00	0.00	146.08	42.22	146.08	-103.86	588.98	196.02
84	Jun-06	0.00	96.39	0.00	0.00	160.74	96.39	160.74	-64.35	692.84	92.16
85	Jul-06	0.00	321.97	0.00	0.00	281.08	321.97	281.08	40.89	757.19	27.81
86	Aug-06	0.00	300.05	0.00	0.00	257.34	300.05	257.34	42.71	716.30	68.70
87	Sep-06	0.00	804.50	0.00	0.00	293.91	804.50	293.91	510.59	673.59	111.41
88	Oct-06	0.00	1551.32	0.00	0.00	1388.32	1551.32	1388.32	163.00	163.00	622.00
89	Nov-06	0.00	101.77	0.00	0.00	57.43	101.77	57.43	44.34	0.00	785.00
90	Dec-06	0.00	18.47	0.00	0.00	34.45	18.47	34.45	-15.98	203.80	581.20

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
91	Jan-07	0.00	19.13	0.00	0.00	122.73	19.13	122.73	-103.60	219.78	565.22
92	Feb-07	0.00	28.25	0.00	0.00	126.96	28.25	126.96	-98.71	323.38	461.62
93	Mar-07	0.00	30.20	0.00	0.00	140.40	30.20	140.40	-110.20	422.09	362.91
94	Apr-07	0.00	37.47	0.00	0.00	115.03	37.47	115.03	-77.56	532.29	252.71
95	May-07	0.00	255.18	0.00	0.00	124.93	255.18	124.93	130.25	609.85	175.15
96	Jun-07	0.00	87.84	0.00	0.00	375.12	87.84	375.12	-287.28	479.60	305.40
97	Jul-07	0.00	34.66	0.00	0.00	44.33	34.66	44.33	-9.67	766.88	18.12
98	Aug-07	0.00	102.89	0.00	0.00	40.53	102.89	40.53	62.36	776.55	8.45
99	Sep-07	0.00	420.70	0.00	0.00	70.96	420.70	70.96	349.74	714.19	70.81
100	Oct-07	0.00	1344.37	0.00	0.00	979.92	1344.37	979.92	364.45	364.45	420.55
101	Nov-07	0.00	95.10	0.00	0.00	207.34	95.10	207.34	-112.24	0.00	785.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
102	Dec-07	0.00	34.20	0.00	0.00	112.05	34.20	112.05	-77.85	366.51	418.49
103	Jan-08	0.00	34.63	0.00	0.00	108.33	34.63	108.33	-73.70	444.36	340.64
104	Feb-08	0.00	20.84	0.00	0.00	120.15	20.84	120.15	-99.31	518.06	266.94
105	Mar-08	0.00	27.10	0.00	0.00	153.75	27.10	153.75	-126.65	617.37	167.63
106	Apr-08	0.00	24.25	0.00	0.00	38.85	24.25	38.85	-14.60	744.02	40.98
107	May-08	0.00	71.27	0.00	0.00	28.68	71.27	28.68	42.59	758.62	26.38
108	Jun-08	0.00	183.48	0.00	0.00	170.69	183.48	170.69	12.79	716.03	68.97
109	Jul-08	0.00	177.18	0.00	0.00	166.32	177.18	166.32	10.86	703.24	81.76
110	Aug-08	0.00	353.15	0.00	0.00	374.68	353.15	374.68	-21.53	692.38	92.62
111	Sep-08	0.00	870.35	0.00	0.00	398.65	870.35	398.65	471.70	713.91	71.09
112	Oct-08	0.00	843.98	0.00	0.00	601.77	843.98	601.77	242.21	242.21	542.79

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
113	Nov-08	0.00	447.79	0.00	0.00	469.13	447.79	469.13	-21.34	0.00	785.00
114	Dec-08	0.00	28.57	0.00	0.00	58.00	28.57	58.00	-29.43	280.38	504.62
115	Jan-09	0.00	37.27	0.00	0.00	112.03	37.27	112.03	-74.76	309.81	475.19
116	Feb-09	0.00	24.02	0.00	0.00	138.44	24.02	138.44	-114.42	384.57	400.43
117	Mar-09	0.00	32.79	0.00	0.00	153.00	32.79	153.00	-120.21	498.99	286.01
118	Apr-09	0.00	33.84	0.00	0.00	96.23	33.84	96.23	-62.39	619.20	165.80
119	May-09	0.00	139.66	0.00	0.00	104.45	139.66	104.45	35.21	681.59	103.41
120	Jun-09	0.00	56.82	0.00	0.00	112.93	56.82	112.93	-56.11	646.38	138.62
121	Jul-09	0.00	95.50	0.00	0.00	91.50	95.50	91.50	4.00	702.49	82.51
122	Aug-09	0.00	86.65	0.00	0.00	60.60	86.65	60.60	26.05	698.49	86.51
123	Sep-09	0.00	488.23	0.00	0.00	41.19	488.23	41.19	447.04	672.44	112.56

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
124	Oct-09	0.00	1135.57	0.00	0.00	910.17	1135.57	910.17	225.40	225.40	559.60
125	Nov-09	0.00	150.22	0.00	0.00	146.84	150.22	146.84	3.38	0.00	785.00
126	Dec-09	0.00	7.79	0.00	0.00	131.73	7.79	131.73	-123.94	267.79	517.21
127	Jan-10	0.00	41.06	0.00	0.00	126.12	41.06	126.12	-85.06	391.73	393.27
128	Feb-10	0.00	5.51	0.00	0.00	160.13	5.51	160.13	-154.62	476.79	308.21
129	Mar-10	0.00	19.00	0.00	0.00	155.89	19.00	155.89	-136.89	631.41	153.59
130	Apr-10	0.00	10.18	0.00	0.00	168.94	10.18	168.94	-158.76	768.30	16.70
131	May-10	0.00	17.44	0.00	0.00	58.38	17.44	58.38	-40.94	927.06	3.00
132	Jun-10	0.00	27.91	0.00	0.00	33.97	27.91	33.97	-6.06	968.00	3.00
133	Jul-10	0.00	5.72	0.00	0.00	7.46	5.72	7.46	-1.74	974.06	3.00
134	Aug-10	0.00	387.70	0.00	0.00	12.92	387.70	12.92	374.78	975.80	3.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
136	Oct-10	0.00	1693.31	0.00	0.00	1493.92	1693.31	1493.92	199.39	199.39	585.61
137	Nov-10	0.00	207.90	0.00	0.00	321.57	207.90	321.57	-113.67	0.00	785.00
138	Dec-10	0.00	21.86	0.00	0.00	84.70	21.86	84.70	-62.84	630.81	154.19
139	Jan-11	0.00	27.93	0.00	0.00	169.38	27.93	169.38	-141.45	693.65	91.35
140	Feb-11	0.00	15.41	0.00	0.00	151.43	15.41	151.43	-136.02	835.10	3.00
141	Mar-11	0.00	20.49	0.00	0.00	64.51	20.49	64.51	-44.02	971.12	3.00
142	Apr-11	0.00	17.06	0.00	0.00	75.77	17.06	75.77	-58.71	1015.14	3.00
143	May-11	0.00	123.87	0.00	0.00	39.03	123.87	39.03	84.84	1073.85	3.00
144	Jun-11	0.00	386.57	0.00	0.00	276.87	386.57	276.87	109.70	989.01	3.00
145	Jul-11	0.00	320.66	0.00	0.00	496.33	320.66	496.33	-175.67	879.31	3.00
146	Aug-11	0.00	780.85	0.00	0.00	556.12	780.85	556.12	224.73	1054.98	3.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
135	Sep-10	0.00	1038.51	0.00	0.00	636.88	1038.51	636.88	401.63	601.02	183.98
147	Sep-11	0.00	1749.23	0.00	0.00	1093.30	1749.23	1093.30	655.93	830.25	3.00
148	Oct-11	0.00	1530.35	0.00	0.00	1356.03	1530.35	1356.03	174.32	174.32	610.68
149	Nov-11	0.00	47.83	0.00	0.00	62.11	47.83	62.11	-14.28	0.00	785.00
150	Dec-11	0.00	3.75	0.00	0.00	128.58	3.75	128.58	-124.83	18.44	766.56
151	Jan-12	0.00	0.79	0.00	0.00	159.56	0.79	159.56	-158.77	143.27	641.73
152	Feb-12	0.00	27.90	0.00	0.00	160.89	27.90	160.89	-132.99	302.04	482.96
153	Mar-12	0.00	17.21	0.00	0.00	132.14	17.21	132.14	-114.93	435.03	349.97
154	Apr-12	0.00	16.54	0.00	0.00	106.83	16.54	106.83	-90.29	549.96	235.04
155	May-12	0.00	10.24	0.00	0.00	57.40	10.24	57.40	-47.16	640.25	144.75
156	Jun-12	0.00	40.53	0.00	0.00	64.69	40.53	64.69	-24.16	687.41	97.59
157	Jul-12	0.00	31.42	0.00	0.00	38.30	31.42	38.30	-6.88	711.57	73.43

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
158	Aug-12	0.00	108.12	0.00	0.00	27.54	108.12	27.54	80.58	718.45	66.55
159	Sep-12	0.00	657.55	0.00	0.00	213.60	657.55	213.60	443.95	637.87	147.13
160	Oct-12	0.00	266.04	0.00	0.00	72.12	266.04	72.12	193.92	193.92	591.08
161	Nov-12	0.00	12.30	0.00	0.00	31.87	12.30	31.87	-19.57	0.00	785.00
162	Dec-12	0.00	9.47	0.00	0.00	80.77	9.47	80.77	-71.30	390.37	394.63
163	Jan-13	0.00	16.37	0.00	0.00	137.98	16.37	137.98	-121.61	461.67	323.33
164	Feb-13	0.00	11.92	0.00	0.00	115.97	11.92	115.97	-104.05	583.28	201.72
165	Mar-13	0.00	6.01	0.00	0.00	76.66	6.01	76.66	-70.65	687.33	97.67
166	Apr-13	0.00	21.23	0.00	0.00	90.47	21.23	90.47	-69.24	757.98	27.02
167	May-13	0.00	30.30	0.00	0.00	105.36	30.30	105.36	-75.06	827.22	3.00
168	Jun-13	0.00	35.80	0.00	0.00	47.07	35.80	47.07	-11.27	902.28	3.00
169	Jul-13	0.00	22.84	0.00	0.00	28.23	22.84	28.23	-5.39	913.55	3.00
170	Aug-13	0.00	115.25	0.00	0.00	28.82	115.25	28.82	86.43	918.94	3.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Upper Rule Curve)

URC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Surplus Inflow (MCM)	Vacancy Requirement (MCM)	Upper Storage Limit (MCM)
171	Sep-13	0.00	775.31	0.00	0.00	97.44	775.31	97.44	677.87	832.51	3.00
172	Oct-13	0.00	1321.03	0.00	0.00	1166.39	1321.03	1166.39	154.64	154.64	630.36
173	Nov-13	0.00	51.18	0.00	0.00	51.31	51.18	51.31	-0.13	0.00	785.00
174	Dec-13	0.00	16.14	0.00	0.00	164.08	16.14	164.08	-147.94	0.00	785.00

ตารางผนวกที่ 2การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
0	Jun-99										
1	Jul-99	0.00	50.79	0.00	0.00	3.29	50.79	3.29	-47.50	0.00	3.00
2	Aug-99	0.00	154.92	0.00	0.00	14.34	154.92	14.34	-140.58	0.00	3.00
3	Sep-99	0.00	635.98	0.00	0.00	466.14	635.98	466.14	-169.84	16.57	19.57
4	Oct-99	0.00	955.17	0.00	0.00	807.26	955.17	807.26	-147.91	186.41	189.41
5	Nov-99	0.00	300.76	0.00	0.00	300.76	300.76	300.76	0.00	334.32	337.32
6	Dec-99	0.00	23.99	0.00	0.00	23.99	23.99	23.99	0.00	334.32	337.32
7	Jan-00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.42	0.00	76.42	76.42	334.32	337.32
8	Feb-00	0.00	18.68	0.00	0.00	80.94	18.68	80.94	62.26	257.90	260.90
9	Mar-00	0.00	21.64	0.00	0.00	98.74	21.64	98.74	77.10	195.64	198.64
10	Apr-00	0.00	26.50	0.00	0.00	122.35	26.50	122.35	95.85	118.54	121.54
11	May-00	0.00	241.18	0.00	0.00	83.82	241.18	83.82	-157.36	22.69	25.69

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
12	Jun-00	0.00	318.10	0.00	0.00	296.59	318.10	296.59	-21.51	180.05	183.05
13	Jul-00	0.00	596.63	0.00	0.00	798.19	596.63	798.19	201.56	201.56	204.56
14	Aug-00	0.00	741.48	0.00	0.00	427.26	741.48	427.26	-314.22	0.00	3.00
15	Sep-00	0.00	1731.89	0.00	0.00	1717.05	1731.89	1717.05	-14.84	297.50	300.50
16	Oct-00	0.00	843.97	0.00	0.00	692.49	843.97	692.49	-151.48	312.34	315.34
17	Nov-00	0.00	141.35	0.00	0.00	168.39	141.35	168.39	27.04	463.82	466.82
18	Dec-00	0.00	35.85	0.00	0.00	79.30	35.85	79.30	43.45	436.78	439.78
19	Jan-01	0.00	29.95	0.00	0.00	77.50	29.95	77.50	47.55	393.33	396.33
20	Feb-01	0.00	31.61	0.00	0.00	177.93	31.61	177.93	146.32	345.78	348.78
21	Mar-01	0.00	4.59	0.00	0.00	39.95	4.59	39.95	35.36	199.46	202.46
22	Apr-01	0.00	9.30	0.00	0.00	108.90	9.30	108.90	99.60	164.10	167.10
23	May-01	0.00	102.40	0.00	0.00	78.10	102.40	78.10	-24.30	64.50	67.50

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
24	Jun-01	0.00	93.90	0.00	0.00	182.70	93.90	182.70	88.80	88.80	91.80
25	Jul-01	0.00	116.30	0.00	0.00	87.30	116.30	87.30	-29.00	0.00	3.00
26	Aug-01	0.00	472.20	0.00	0.00	377.20	472.20	377.20	-95.00	0.00	3.00
27	Sep-01	0.00	445.40	0.00	0.00	162.90	445.40	162.90	-282.50	0.00	3.00
28	Oct-01	0.00	346.80	0.00	0.00	122.80	346.80	122.80	-224.00	137.29	140.29
29	Nov-01	0.00	135.60	0.00	0.00	82.10	135.60	82.10	-53.50	361.29	364.29
30	Dec-01	0.00	44.30	0.00	0.00	40.50	44.30	40.50	-3.80	414.79	417.79
31	Jan-02	0.00	49.42	0.00	0.00	112.81	49.42	112.81	63.39	418.59	421.59
32	Feb-02	0.00	40.29	0.00	0.00	154.41	40.29	154.41	114.12	355.20	358.20
33	Mar-02	0.00	57.50	0.00	0.00	115.75	57.50	115.75	58.25	241.08	244.08
34	Apr-02	0.00	40.05	0.00	0.00	187.03	40.05	187.03	146.98	182.83	185.83
35	May-02	0.00	69.95	0.00	0.00	104.30	69.95	104.30	34.35	35.85	38.85

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
36	Jun-02	0.00	120.19	0.00	0.00	31.85	120.19	31.85	-88.34	1.50	4.50
37	Jul-02	0.00	55.36	0.00	0.00	145.20	55.36	145.20	89.84	89.84	92.84
38	Aug-02	0.00	164.78	0.00	0.00	44.82	164.78	44.82	-119.96	0.00	3.00
39	Sep-02	0.00	2238.58	0.00	0.00	1776.38	2238.58	1776.38	-462.20	79.84	82.84
40	Oct-02	0.00	722.13	0.00	0.00	713.27	722.13	713.27	-8.86	542.04	545.04
41	Nov-02	0.00	190.75	0.00	0.00	229.18	190.75	229.18	38.43	550.90	553.90
42	Dec-02	0.00	21.66	0.00	0.00	32.29	21.66	32.29	10.63	512.47	515.47
43	Jan-03	0.00	20.73	0.00	0.00	105.44	20.73	105.44	84.71	501.84	504.84
44	Feb-03	0.00	19.00	0.00	0.00	10.83	19.00	10.83	-8.17	417.13	420.13
45	Mar-03	0.00	15.56	0.00	0.00	102.07	15.56	102.07	86.51	425.30	428.30
46	Apr-03	0.00	6.92	0.00	0.00	191.84	6.92	191.84	184.92	338.79	341.79
47	May-03	0.00	20.16	0.00	0.00	105.77	20.16	105.77	85.61	153.87	156.87

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
48	Jun-03	0.00	73.66	0.00	0.00	78.62	73.66	78.62	4.96	68.26	71.26
49	Jul-03	0.00	126.50	0.00	0.00	189.80	126.50	189.80	63.30	63.30	66.30
50	Aug-03	0.00	286.85	0.00	0.00	241.16	286.85	241.16	-45.69	0.00	3.00
51	Sep-03	0.00	611.23	0.00	0.00	303.39	611.23	303.39	-307.84	0.00	3.00
52	Oct-03	0.00	420.60	0.00	0.00	179.94	420.60	179.94	-240.66	137.60	140.60
53	Nov-03	0.00	31.05	0.00	0.00	42.77	31.05	42.77	11.72	378.26	381.26
54	Dec-03	0.00	38.10	0.00	0.00	52.28	38.10	52.28	14.18	366.54	369.54
55	Jan-04	0.00	30.23	0.00	0.00	56.58	30.23	56.58	26.35	352.36	355.36
56	Feb-04	0.00	19.58	0.00	0.00	73.41	19.58	73.41	53.83	326.01	329.01
57	Mar-04	0.00	30.74	0.00	0.00	137.99	30.74	137.99	107.25	272.18	275.18
58	Apr-04	0.00	24.47	0.00	0.00	128.97	24.47	128.97	104.50	164.93	167.93
59	May-04	0.00	32.20	0.00	0.00	84.98	32.20	84.98	52.78	60.43	63.43

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
60	Jun-04	0.00	344.01	0.00	0.00	185.41	344.01	185.41	-158.60	7.65	10.65
61	Jul-04	0.00	143.82	0.00	0.00	310.07	143.82	310.07	166.25	166.25	169.25
62	Aug-04	0.00	573.16	0.00	0.00	515.20	573.16	515.20	-57.96	0.00	3.00
63	Sep-04	0.00	568.59	0.00	0.00	67.45	568.59	67.45	-501.14	0.00	3.00
64	Oct-04	0.00	217.53	0.00	0.00	116.48	217.53	116.48	-101.05	384.85	387.85
65	Nov-04	0.00	15.92	0.00	0.00	92.91	15.92	92.91	76.99	485.90	488.90
66	Dec-04	0.00	11.52	0.00	0.00	44.30	11.52	44.30	32.78	408.91	411.91
67	Jan-05	0.00	6.60	0.00	0.00	81.06	6.60	81.06	74.46	376.13	379.13
68	Feb-05	0.00	12.46	0.00	0.00	101.47	12.46	101.47	89.01	301.67	304.67
69	Mar-05	0.00	18.01	0.00	0.00	109.83	18.01	109.83	91.82	212.66	215.66
70	Apr-05	0.00	14.41	0.00	0.00	63.64	14.41	63.64	49.23	120.84	123.84

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
71	May-05	0.00	13.72	0.00	0.00	72.50	13.72	72.50	58.78	71.61	74.61
72	Jun-05	0.00	16.79	0.00	0.00	29.62	16.79	29.62	12.83	12.83	15.83
73	Jul-05	0.00	102.46	0.00	0.00	28.87	102.46	28.87	-73.59	0.00	3.00
74	Aug-05	0.00	130.83	0.00	0.00	45.78	130.83	45.78	-85.05	0.00	3.00
75	Sep-05	0.00	417.38	0.00	0.00	41.63	417.38	41.63	-375.75	0.00	3.00
76	Oct-05	0.00	241.13	0.00	0.00	67.85	241.13	67.85	-173.28	266.69	269.69
77	Nov-05	0.00	169.98	0.00	0.00	43.04	169.98	43.04	-126.94	439.97	442.97
78	Dec-05	0.00	7.73	0.00	0.00	34.65	7.73	34.65	26.92	566.91	569.91
79	Jan-06	0.00	0.23	0.00	0.00	72.51	0.23	72.51	72.28	539.99	542.99
80	Feb-06	0.00	33.06	0.00	0.00	118.49	33.06	118.49	85.43	467.71	470.71
81	Mar-06	0.00	33.75	0.00	0.00	156.29	33.75	156.29	122.54	382.28	385.28

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
82	Apr-06	0.00	28.68	0.00	0.00	120.21	28.68	120.21	91.53	259.74	262.74
83	May-06	0.00	42.22	0.00	0.00	146.08	42.22	146.08	103.86	168.21	171.21
84	Jun-06	0.00	96.39	0.00	0.00	160.74	96.39	160.74	64.35	64.35	67.35
85	Jul-06	0.00	321.97	0.00	0.00	281.08	321.97	281.08	-40.89	0.00	3.00
86	Aug-06	0.00	300.05	0.00	0.00	257.34	300.05	257.34	-42.71	0.00	3.00
87	Sep-06	0.00	804.50	0.00	0.00	293.91	804.50	293.91	-510.59	0.00	3.00
88	Oct-06	0.00	1551.32	0.00	0.00	1388.32	1551.32	1388.32	-163.00	365.41	368.41
89	Nov-06	0.00	101.77	0.00	0.00	57.43	101.77	57.43	-44.34	528.41	531.41
90	Dec-06	0.00	18.47	0.00	0.00	34.45	18.47	34.45	15.98	572.75	575.75
91	Jan-07	0.00	19.13	0.00	0.00	122.73	19.13	122.73	103.60	556.77	559.77
92	Feb-07	0.00	28.25	0.00	0.00	126.96	28.25	126.96	98.71	453.17	456.17

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
93	Mar-07	0.00	30.20	0.00	0.00	140.40	30.20	140.40	110.20	354.46	357.46
94	Apr-07	0.00	37.47	0.00	0.00	115.03	37.47	115.03	77.56	244.26	247.26
95	May-07	0.00	255.18	0.00	0.00	124.93	255.18	124.93	-130.25	166.70	169.70
96	Jun-07	0.00	87.84	0.00	0.00	375.12	87.84	375.12	287.28	296.95	299.95
97	Jul-07	0.00	34.66	0.00	0.00	44.33	34.66	44.33	9.67	9.67	12.67
98	Aug-07	0.00	102.89	0.00	0.00	40.53	102.89	40.53	-62.36	0.00	3.00
99	Sep-07	0.00	420.70	0.00	0.00	70.96	420.70	70.96	-349.74	0.00	3.00
100	Oct-07	0.00	1344.37	0.00	0.00	979.92	1344.37	979.92	-364.45	139.90	142.90
101	Nov-07	0.00	95.10	0.00	0.00	207.34	95.10	207.34	112.24	504.35	507.35
102	Dec-07	0.00	34.20	0.00	0.00	112.05	34.20	112.05	77.85	392.11	395.11
103	Jan-08	0.00	34.63	0.00	0.00	108.33	34.63	108.33	73.70	314.26	317.26

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
104	Feb-08	0.00	20.84	0.00	0.00	120.15	20.84	120.15	99.31	240.56	243.56
105	Mar-08	0.00	27.10	0.00	0.00	153.75	27.10	153.75	126.65	141.25	144.25
106	Apr-08	0.00	24.25	0.00	0.00	38.85	24.25	38.85	14.60	14.60	17.60
107	May-08	0.00	71.27	0.00	0.00	28.68	71.27	28.68	-42.59	0.00	3.00
108	Jun-08	0.00	183.48	0.00	0.00	170.69	183.48	170.69	-12.79	0.00	3.00
109	Jul-08	0.00	177.18	0.00	0.00	166.32	177.18	166.32	-10.86	10.67	13.67
110	Aug-08	0.00	353.15	0.00	0.00	374.68	353.15	374.68	21.53	21.53	24.53
111	Sep-08	0.00	870.35	0.00	0.00	398.65	870.35	398.65	-471.70	0.00	3.00
112	Oct-08	0.00	843.98	0.00	0.00	601.77	843.98	601.77	-242.21	203.38	206.38
113	Nov-08	0.00	447.79	0.00	0.00	469.13	447.79	469.13	21.34	445.59	448.59
114	Dec-08	0.00	28.57	0.00	0.00	58.00	28.57	58.00	29.43	424.25	427.25

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
115	Jan-09	0.00	37.27	0.00	0.00	112.03	37.27	112.03	74.76	394.82	397.82
116	Feb-09	0.00	24.02	0.00	0.00	138.44	24.02	138.44	114.42	320.06	323.06
117	Mar-09	0.00	32.79	0.00	0.00	153.00	32.79	153.00	120.21	205.64	208.64
118	Apr-09	0.00	33.84	0.00	0.00	96.23	33.84	96.23	62.39	85.43	88.43
119	May-09	0.00	139.66	0.00	0.00	104.45	139.66	104.45	-35.21	23.04	26.04
120	Jun-09	0.00	56.82	0.00	0.00	112.93	56.82	112.93	56.11	58.25	61.25
121	Jul-09	0.00	95.50	0.00	0.00	91.50	95.50	91.50	-4.00	2.14	5.14
122	Aug-09	0.00	86.65	0.00	0.00	60.60	86.65	60.60	-26.05	6.14	9.14
123	Sep-09	0.00	488.23	0.00	0.00	41.19	488.23	41.19	-447.04	32.19	35.19
124	Oct-09	0.00	1135.57	0.00	0.00	910.17	1135.57	910.17	-225.40	479.23	482.23
125	Nov-09	0.00	150.22	0.00	0.00	146.84	150.22	146.84	-3.38	704.63	707.63

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
126	Dec-09	0.00	7.79	0.00	0.00	131.73	7.79	131.73	123.94	708.01	711.01
127	Jan-10	0.00	41.06	0.00	0.00	126.12	41.06	126.12	85.06	584.07	587.07
128	Feb-10	0.00	5.51	0.00	0.00	160.13	5.51	160.13	154.62	499.01	502.01
129	Mar-10	0.00	19.00	0.00	0.00	155.89	19.00	155.89	136.89	344.39	347.39
130	Apr-10	0.00	10.18	0.00	0.00	168.94	10.18	168.94	158.76	207.50	210.50
131	May-10	0.00	17.44	0.00	0.00	58.38	17.44	58.38	40.94	48.74	51.74
132	Jun-10	0.00	27.91	0.00	0.00	33.97	27.91	33.97	6.06	7.80	10.80
133	Jul-10	0.00	5.72	0.00	0.00	7.46	5.72	7.46	1.74	1.74	4.74
134	Aug-10	0.00	387.70	0.00	0.00	12.92	387.70	12.92	-374.78	0.00	3.00
135	Sep-10	0.00	1038.51	0.00	0.00	636.88	1038.51	636.88	-401.63	0.00	3.00
136	Oct-10	0.00	1693.31	0.00	0.00	1493.92	1693.31	1493.92	-199.39	357.32	360.32

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
137	Nov-10	0.00	207.90	0.00	0.00	321.57	207.90	321.57	113.67	556.71	559.71
138	Dec-10	0.00	21.86	0.00	0.00	84.70	21.86	84.70	62.84	443.04	446.04
139	Jan-11	0.00	27.93	0.00	0.00	169.38	27.93	169.38	141.45	380.20	383.20
140	Feb-11	0.00	15.41	0.00	0.00	151.43	15.41	151.43	136.02	238.75	241.75
141	Mar-11	0.00	20.49	0.00	0.00	64.51	20.49	64.51	44.02	102.73	105.73
142	Apr-11	0.00	17.06	0.00	0.00	75.77	17.06	75.77	58.71	58.71	61.71
143	May-11	0.00	123.87	0.00	0.00	39.03	123.87	39.03	-84.84	0.00	3.00
144	Jun-11	0.00	386.57	0.00	0.00	276.87	386.57	276.87	-109.70	65.97	68.97
145	Jul-11	0.00	320.66	0.00	0.00	496.33	320.66	496.33	175.67	175.67	178.67
146	Aug-11	0.00	780.85	0.00	0.00	556.12	780.85	556.12	-224.73	0.00	3.00
147	Sep-11	0.00	1749.23	0.00	0.00	1093.30	1749.23	1093.30	-655.93	0.00	3.00

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
148	Oct-11	0.00	1530.35	0.00	0.00	1356.03	1530.35	1356.03	-174.32	539.97	542.97
149	Nov-11	0.00	47.83	0.00	0.00	62.11	47.83	62.11	14.28	714.29	717.29
150	Dec-11	0.00	3.75	0.00	0.00	128.58	3.75	128.58	124.83	700.01	703.01
151	Jan-12	0.00	0.79	0.00	0.00	159.56	0.79	159.56	158.77	575.18	578.18
152	Feb-12	0.00	27.90	0.00	0.00	160.89	27.90	160.89	132.99	416.41	419.41
153	Mar-12	0.00	17.21	0.00	0.00	132.14	17.21	132.14	114.93	283.42	286.42
154	Apr-12	0.00	16.54	0.00	0.00	106.83	16.54	106.83	90.29	168.49	171.49
155	May-12	0.00	10.24	0.00	0.00	57.40	10.24	57.40	47.16	78.20	81.20
156	Jun-12	0.00	40.53	0.00	0.00	64.69	40.53	64.69	24.16	31.04	34.04
157	Jul-12	0.00	31.42	0.00	0.00	38.30	31.42	38.30	6.88	6.88	9.88
158	Aug-12	0.00	108.12	0.00	0.00	27.54	108.12	27.54	-80.58	0.00	3.00
159	Sep-12	0.00	657.55	0.00	0.00	213.60	657.55	213.60	-443.95	0.00	3.00

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
160	Oct-12	0.00	266.04	0.00	0.00	72.12	266.04	72.12	-193.92	354.22	357.22
161	Nov-12	0.00	12.30	0.00	0.00	31.87	12.30	31.87	19.57	548.14	551.14
162	Dec-12	0.00	9.47	0.00	0.00	80.77	9.47	80.77	71.30	528.57	531.57
163	Jan-13	0.00	16.37	0.00	0.00	137.98	16.37	137.98	121.61	457.27	460.27
164	Feb-13	0.00	11.92	0.00	0.00	115.97	11.92	115.97	104.05	335.66	338.66
165	Mar-13	0.00	6.01	0.00	0.00	76.66	6.01	76.66	70.65	231.61	234.61
166	Apr-13	0.00	21.23	0.00	0.00	90.47	21.23	90.47	69.24	160.96	163.96
167	May-13	0.00	30.30	0.00	0.00	105.36	30.30	105.36	75.06	91.72	94.72
168	Jun-13	0.00	35.80	0.00	0.00	47.07	35.80	47.07	11.27	16.66	19.66
169	Jul-13	0.00	22.84	0.00	0.00	28.23	22.84	28.23	5.39	5.39	8.39

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) การสร้างแบบจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยหลักการ Vacancy-Minimum Storage Requirement (Lower Rule Curve)

LRC		1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/
No.	Date	Rainfall (Pt) (MCM)	Inflow (It) (MCM)	Evaporation (Et) (MCM)	Percolation (Set) (MCM)	Demand (Dt) (MCM)	Net Inflow (MCM)	Net Outflow (MCM)	Net Outflow-Net Inflow (MCM)	Minimum Storage Requirement (MCM)	Lower Line (MCM)
170	Aug-13	0.00	115.25	0.00	0.00	28.82	115.25	28.82	-86.43	0.00	3.00
171	Sep-13	0.00	775.31	0.00	0.00	97.44	775.31	97.44	-677.87	0.00	3.00
172	Oct-13	0.00	1321.03	0.00	0.00	1166.39	1321.03	1166.39	-154.64	0.00	3.00
173	Nov-13	0.00	51.18	0.00	0.00	51.31	51.18	51.31	0.13	148.07	151.07
174	Dec-13	0.00	16.14	0.00	0.00	164.08	16.14	164.08	147.94	147.94	150.94