ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

ปริญญา

วิศวกรรมชลประทาน — **สาขา**

วิศวกรรมชลประทาน — **ภาควิชา**

เรื่อง การวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

Analysis of Water Accounting in Sakakrange Basin

นามผู้วิจัย นายธรรมพงศ์ เนาวบุตร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก, M.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์บัญชา ขวัญยืน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก, M.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

Analysis of Water Accounting in Sakakrange Basin

โดย

นายธรรมพงศ์ เนาวบุตร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

พ.ศ. 2552

ธรรมพงศ์ เนาวบุตร 2552: การวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก, M.Eng. 166 หน้า

ลุ่มน้ำสะแกกรัง เป็นลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำตามการทบทวนของกรมทรัพยากรน้ำ เท่ากับ 4,906 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี นครสวรรค์ ชัยนาท และกำแพงเพชร มีแหล่งเก็บกักขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว คือ อ่างเก็บน้ำทับเสลา และมีพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก รวมทั้งสิ้น 604,908 ไร่ และเป็นลุ่มน้ำต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา

การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้การวิเคราะห์บัญชีน้ำ(Water Accouting) มาเป็นเครื่องมือในการวางแผนการบริหารทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังทั้งสถานการณ์ในปัจจุบันและสถานการณ์อนาคต จากการศึกษา พบว่า สถานการณ์ปัจจุบัน ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งสิ้น 5,894.34 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็น การซึมลงใต้ดิน 348.55 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในกระบวนการทั้งสิ้น 2,026.06 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 836.56 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ 1,063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะ 57.56 ล้านลูกบาศก์เมตร สถานการณ์มีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งสิ้น 5,894.34 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็น การซึมลงใต้ดิน 348.55 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในกระบวนการทั้งสิ้น 2,170.44 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 763.45 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ 993.49 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะ 56.52 ล้านลูกบาศก์เมตร

จากการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง พบว่าสถานการณ์ของลุ่มน้ำสะแกกรังอยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงจากการพัฒนาแหล่งน้ำไปยังการจัดสรรน้ำซึ่งการกำหนดนโยบายการบริหารน้ำจึงต้องเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสม และการดูแลบำรุงรักษาระบบชลประทาน สำหรับการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้มีความสำคัญมาก นอกจากนี้การพัฒนาแหล่งน้ำควรมีการพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้ควบคู่กับน้ำผิวดิน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Thumapong Naowvabutra 2009: Analysis of Water Accounting in Sakakrange Basin Master of Engineering (Irrigation Engineering), Major Field: Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering. Thesis Advisor: Associate Professsor Santi Tongpumnuk, M.Eng. 166 pages.

Sakakrange basin locates in the central part of Thailand and is also one of subbasins of Chao Phraya basin. It covers an area of 4,906 km^2 (reviewed by Department of Water Resource) and of 4 provinces; Uthaithani, Nakornsawan, Chainat and Kampaenphet. There is only one reservoir called Thapsalao reservoir with full capacity of 190 mcm. Large, medium and small scale irrigation systems cover total area of 604,908 rais.

Water accounting method was selected in analysing for water resouece management and planning. It found that for the present situation, the basin had total inflow 5,894.34 mcm which was separated as infiltration to aquifers of 348.55 mcm, process depletion of 2,026.06 mcm, non-process depletion benefical of 1,561.89 mcm, non-process depletion non-benefical of 836.56 mcm, uncommitted outflow of 1,063.72 mcm and committed outflow of 57.56 mcm.

The future construction Mae Wong dam had total inflow of 5,894.34 mcm infiltration to aquifers of 348.55 mcm, process depletion of 2,170.44 mcm, non-process depletion benefical of 1,561.89 mcm, non-proces depletion non-benefical of 763.45 mcm, uncommitted outflow of 993.49 mcm and committed outflow of 56.52 mcm.

Considering the result of water accounting analysis, the situation is in transition state from water resource development to water allocation. Therefore, water use efficiency should put into basin policy and the irrigation systems should be properly improved. Conservation of forest area begins to be important.Ground water conjuntive with surface water should be developed.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอบคุณประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์สันติ ทองพำนัก และกรรมการที่ปรึกษาวิทยาพนธ์ร่วม รองศาสตร์จารย์ ดร.บัญชา ขวัญยืน ที่สละเวลาอันมีค่า ตรวจทานแก้ไข และให้คำแนะนำทางด้านวิชาการต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณแม่เอื้อมพร เนาวบุตร ที่กรุณาช่วยสนับสนุนทุนการศึกษา และกำลังใจจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณพี่ๆเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำและกรมชลประทาน ที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลและช่วยให้ความรู้ด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณนายวิเชียร จุ่งรุ่งเรือง ผู้ตรวจราชการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อดีตผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำ ที่ให้กำลังใจและอนุญาตให้ศึกษาต่อระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณนางกัลยาณี สุวรรณประเสริฐ เจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์ 7 ศูนย์เทคโนโลยีและสารสนเทศ กรมทรัพยากรน้ำ ที่ช่วยสอนการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณนายสุประภาพ พัฒนสิงห์เสนีย์ วิศวกรโยธา 5 ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ ที่ช่วยสอนการใช้โปรแกรมMIKE BASIN จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณนางสาวจริญญา สายหยุด ที่เป็นกำลังใจในทุกเรื่องในชีวิต ทั้งการจัดทำวิทยานิพนธ์ การจัดทำรูปเล่ม จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ธรรมพงศ์ เนาวบุตร

กุมภาพันธ์ 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	46
อุปกรณ์	46
วิธีการ	46
ผลและวิจารณ์	60
สรุปและข้อเสนอแนะ	103
สรุป	103
ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	106
ภาคผนวก	111
ภาคผนวก ก อุตุ-อุทกวิทยา	112
ภาคผนวก ข พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM	127
ภาคผนวก ค ข้อมูลทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ	131
ภาคผนวก ง รูปแบบการปลูกพืช	137
ภาคผนวก จ การตรวจสอบความเชื่อถือของการต่อข้อมูล	142
ภาคผนวก ฉ ปริมาณฝนใช้การ	157
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	166

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลุ่มน้ำสาขาและพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยต่างๆในลุ่มน้ำสะแกกรัง	14
2	แสดงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำสะแกกรัง	15
3	แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำสะแกกรัง	17
4	แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีตามลุ่มน้ำสาขา	18
5	แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง	18
6	โครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็กรายลุ่มน้ำ	20
7	ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำโดยแบบจำลอง AISP	22
8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การคายระเหยกถาดวัด Class – A	25
9	แสดงฝนใช้การของบริษัทที่ปรึกษา ECI ((Engineering Consultant, lnc)	27
10	ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จ.อุทัยธานี	29
11	Return Flow Factor ของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จ. อุทัยธานี	29
12	อัตราการระเหยน้ำ(มิลลิเมตร/วัน) ของป่าผสมผลัดใบและสวนป่าสักผสม ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง	31
13	การระเหยของอ่างเก็บน้ำทับเสลาและแม่วง	33
14	แสดงพิกัดที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง และช่วงเวลาการบันทึกข้อมูล	47
15	แสดงสถานีวัดน้ำท่าในเขตลุ่มน้ำสะแกกรัง ขนาดพื้นที่และช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูล	48
16	อัตราการไหลซึมของปริมาณน้ำฝนลงสู่ใต้ดิน	57
17	แสดงการคำนวณปริมาณฝนโดยวิธีธีเอสเสน	63
18	แสดงพื้นที่ชั้นหินของลุ่มน้ำสะแกกรัง	65
19	แสดงปริมาณฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำบาดาล	65
20	แสดงรายละเอียดการใช้ที่ดินปี 2549	67
21	แสดงพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ที่ได้จาการปรับเทียบ	70
22	แสดงการปรับเทียบของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำสะแกกรัง	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	แสดงการใช้น้ำในพื้นที่ชลประทานจากแบบจำลอง MIKE BASIN (กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน)	78
24	แสดงการใช้น้ำชลประทานจากแบบจำลอง MIKE BASIN (กรณีสถานการณ์มีการก่อสร้างเขื่อน แม่วง)	79
25	แสดงผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสภาพปัจจุบัน	82
26	แสดงผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง	83
27	แสดงพื้นที่กลุ่มชั้นดินในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง	90

ตารางผนวกที่

ก1	แสดงความชื้นสัมพันธ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์	113
ก2	แสดงความเร็วลมของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์	114
ก3	แสดงการระเหยจากถาดวัด Class-A ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์	115
ก4	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 12081 ระหว่างปี 2539-2548	116
ก5	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 26262 ระหว่างปี 2539-2548	117
ก6	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 26281 ระหว่างปี 2539-2548	118
ก7	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69012 ระหว่างปี 2539-2548	119
ก8	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69022 ระหว่างปี 2539-2548	120
ก9	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69032 ระหว่างปี 2539-2548	121
ก10	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69062 ระหว่างปี 2539-2548	122
ก11	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69121 ระหว่างปี 2539-2548	123
ก12	ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.5A ระหว่างปี 2539-2548	124
ก13	ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.7 ระหว่างปี 2539-2548	125
ก14	ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.9 ระหว่างปี 2539-2548	126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก15	แสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.8	127
ค1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความจุอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลา	133
ค2	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความจุอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำ ของเขื่อนแม่วงตอนบน	136
จ1	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 26262 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	143
จ2	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4ของสถานีวัดน้ำฝน 26262 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	144
จ3	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69012 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	145
จ4	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4ของสถานีวัดน้ำฝน 69012 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	146
จ5	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69022 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	147
จ6	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69022 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	148
จ7	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69032 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	149
จ8	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69032 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	150
จ9	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69062 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	151
จ10	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69062 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	152

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ11	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69121 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α=0.05)	153
จ12	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69121 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	154
จ13	ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำท่า Ct.7 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α=0.05)	155
จ14	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำท่า Ct.7 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)	156
ฉ1	แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำแม่วง	158
ฉ2	แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำแม่วง	159
ฉ3	แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำคลองโพธิ์	160
ฉ4	แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำคลองโพธิ์	161
ฉ5	แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำทับเสลา	162
ฉ6	แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำทับเสลา	163
ฉ7	แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง	164
ฉ8	แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง	165

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบของการวิเคราะห์บัญชีน้ำ	5
2	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังและการแบ่งลุ่มน้ำย่อย	16
3	ลักษณะการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง	19
4	แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรัง	49
5	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา	50
6	แสดงภาพประเมินองค์ประกอบของบัญชีน้ำ	56
7	แสดงการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธี Double Mass Curve	61
8	รูปเหลี่ยมธีเอสเสนของสถานีวัดน้ำฝน	64
9	การจำแนกชั้นอุ้มน้ำหินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง	66
10	ลักษณะการใช้ที่ดินปี 2549 ของลุ่มน้ำสะแกกรัง	68
11	เปรียบเทียบปริมาณน้ำรายเดือนที่วัดจริงและปริมาณน้ำรายเดือนจากแบบจำลอง NAM ของสถานี Ct.8	70
12	แสดงปริมาณน้ำท่าสะสมรายเดือนที่วัดจริงและปริมาณน้ำรายเดือนจากแบบจำลอง NAM ของสถานี Ct.8	71
13	แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่าและพื้นที่รับน้ำ	72
14	ผังน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ลุ่มน้ำสะแกกรัง	74
15	ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.5A	75
16	ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.7	75
17	ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.9	76
18	ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.8	76
19	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบันฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	84
20	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบันฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	84
21	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบันรายปี	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	85
23	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	86
24	แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง รายปี	86

ภาพผนวกที่

ง1	รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยแม่วง	138
ง2	รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยคลองโพธิ์	139
ง3	รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยทับเสลา	140
ง4	รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยสะแกกรังตอนล่าง	141

การวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

Analysis of Water Accounting in Sakakrang Basin

คำนำ

บัญชีน้ำเป็นวิธีการที่นำเสนอโดย IWMI(International Water Management Institure) ผู้นำเสนอคือ Molden ในปี 1997 และถูกพัฒนาโดย Molden และ Sakthivadivelในปี 1999 มีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจถึงกิจกรรมการใช้น้ำด้านต่างๆ ในลุ่มน้ำและเพื่อให้ทราบถึงแนวทางที่สามารถปรับปรุงในการใช้น้ำแต่ละกลุ่มกิจกรรมต่างให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบถึงผลิตผลที่ได้จากน้ำ เนื่องจากบัญชีน้ำเป็นวิธีการที่ใช้อธิบายถึง องค์รวมทั้งหมดของน้ำในทุกส่วน ทั้งนี้ในการวิเคราะห์บัญชีน้ำอยู่บนพื้นฐานของสมดุลน้ำ โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำไหลเข้าและไหลออก รวมทั้งการใช้น้ำทั้งหมดที่เกิดในพื้นที่ ซึ่งจะแสดงให้เห็นสถานการณ์ของลุ่มน้ำในปัจจุบัน เพื่อทราบถึงปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ได้ ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ปริมาณน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ซึ่งจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์บัญชีน้ำเป็นการมองภาพรวมของการใช้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือพื้นที่พิจารณาซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ การจัดทำบัญชีน้ำแบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับลุ่มน้ำ (Basin Level) ระดับโครงการชลประทาน (Service level) และระดับแปลงเพาะปลูก (Use Level)

ลุ่มน้ำสะแกกรัง ตั้งอยู่ตอนกลางของประเทศไทย เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสิ้น 4,906 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี นครสวรรค์ ชัยนาท และกำแพงเพชร มีแหล่งเก็บกักขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว คือ อ่างเก็บน้ำทับเสลา และมีพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก รวมทั้งสิ้น 604,908 ไร่ และเป็นลุ่มน้ำต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งในปัจจุบันลุ่มน้ำสะแกกรังมีการบริหารทรัพยากรน้ำโดยคณะอนุกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรัง ซึ่งการวิเคราะห์การใช้น้ำของภาคส่วนต่างๆ การทำแผนพัฒนาลุ่มน้ำต่างๆ ยังใช้วิธีการของสมดุลน้ำ(Water Blance) ซึ่งสนใจแต่พื้นที่ชลประทานและการนำน้ำไปใช้จากลำน้ำ ยังขาดการมองการใช้ที่ดินอื่นๆ เช่น พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรน้ำฝน ทำให้ขาดการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ ซึ่งการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง จะเป็นเครื่องมือในการศึกษาภาพรวมของการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ จะก่อให้เกิดการวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นธรรมต่อทุกภาคส่วนในลุ่มน้ำ

การศึกษาในครั้งนี้จึงได้เลือกการวิเคราะห์บัญชีน้ำมาเป็นเครื่องมือ ในการวางแผนการบริหารทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง เพื่อให้การบริหารทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังเกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีการจำลองสภาพอุทกวิทยาของระบบลุ่มน้ำสะแกกรัง

2. วิเคราะห์องค์ประกอบสำหรับจัดทำบัญชีน้ำรายฤดูกาลภายในลุ่มน้ำ

3. ศึกษาแนวทางในการวิเคราะห์บัญชีน้ำเพื่อประเมินสถานการณ์และสังเคราะห์เพื่อกำหนดวิธีการในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้กำหนดพื้นที่การศึกษา คือ ลุ่มน้ำสะแกกรังตามการแบ่งของคณะอนุกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติและทบทวนขอบเขตลุ่มน้ำโดยกรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งครอบคลุมเขตการปกครองจังหวัดอุทัยธานี จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดชัยนาท มีพื้นที่รับน้ำฝน 4,906 ตารางกิโลเมตร และประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาจำนวน 4 ลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่วง คลองโพธิ์ ห้วยทับเสลาและสะแกกรังตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาและวิจัย

การตรวจเอกสาร

บัญชีน้ำ

แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ได้มีการนำเสนอโดย Molden (1997) และต่อมาได้มีการพัฒนาโดย Molden and Sakthivadivel (1999) หรือเรียกว่า M-S เพื่อใช้ในการอธิบายถึงการใช้น้ำ และผลผลิตที่ได้จากน้ำ โดยที่ยังคงรักษาสภาพแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในประเทศต่างๆ ได้แก่ ฟิลิปปินส์ เนปาล ปากีสถาน อินเดีย ศรีลังกา และจีน (Molden *et al*., 2001)

บัญชีน้ำ (Water Accounting) เป็นวิธีการที่ใช้ในการอธิบายการใช้น้ำ และผลผลิตที่ได้จากน้ำภายในพื้นที่ที่พิจารณา (Domain) แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์ปัจจุบันในพื้นที่ และสามารถคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตได้ ทำให้มีการบริหารและจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Taesombut et al., 2002)

1. การวิเคราะห์บัญชีน้ำ

การวิเคราะห์บัญชีน้ำอาศัยหลักการของสมดุลน้ำ โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออกจากพื้นที่ที่พิจารณา (Domain) ซึ่งมีขอบเขตการวิเคราะห์ตามพื้นที่ และเวลาในการวิเคราะห์บัญชีน้ำมีองค์ประกอบ (ดังภาพที่ 1) ดังนี้

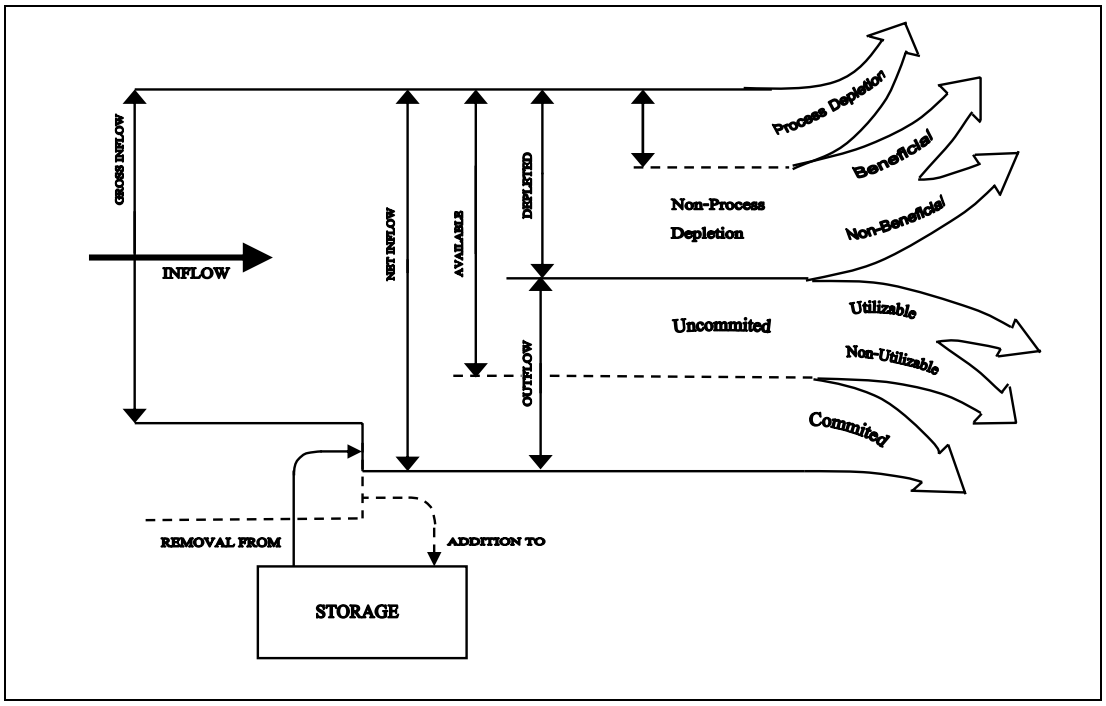
1.1 ปริมาณน้ำไหลเข้า

1.1.1 Gross inflow (GI) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ไหลเข้าพื้นที่หรือรอบบริเวณพื้นที่พิจารณา ประกอบด้วย น้ำฝน(Precipitation: PP) น้ำท่าผิวดิน(Surface inflow :SI) และน้ำใต้ดิน (Sub-Surface inflow: SSI) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$GI = PP+SI+SSI \qquad (1)$$

1.1.2 Net inflow (NI) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดรวมกับการเปลี่ยนแปลงของแหล่งกักเก็บในพื้นที่ (ΔS) สามารถคำนวณได้จาก

$$NI = GI + \Delta S \quad (2)$$



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบของการวิเคราะห์บัญชีน้ำ

ที่มา: Molden (1997)

1.2 ปริมาณน้ำที่หมดไป

ปริมาณน้ำที่หมดไป Water depletion (WD) หมายถึง ปริมาณน้ำที่สูญหายไปโดยไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก สำหรับปริมาณน้ำที่หมดไปนี้ถือเป็นกุญแจสำคัญในการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ซึ่งมุ่งสนใจไปที่ปริมาณผลผลิต และผลประโยชน์ที่ได้รับจากปริมาณน้ำที่หมดไปในแต่ละหน่วย ปริมาณน้ำที่หมดไปประกอบด้วย 4 กระบวนการที่เกี่ยวข้อง คือ การระเหย (Evaporation: E)ปริมาณน้ำสิ้นสภาพ (Flow to sink: FS) ปริมาณน้ำที่เกิดมลภาวะ (Pollution)

ปริมาณน้ำที่ถูกนำไปบรรจุภัณฑ์ (Incorporation into a product) สามารถสรุปได้เป็น 2 กระบวนการ ดังนี้

1.2.1 Process depletion (P) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปเพื่อให้เกิดผลผลิตตามความต้องการของมนุษย์ ได้แก่ การคายระเหยของพืชที่ปลูก การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและการใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์

1.2.2 Non-Process depletion (NP) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่หมดไปแต่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิตตามความต้องการของมนุษย์ ซึ่งปริมาณน้ำส่วนนี้แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ปริมาณน้ำนอกกระบวนการที่ก่อให้เกิดประโยชน์(Beneficial Non-Process depletion: B) เช่น การคายระเหยของพื้นที่ป่าไม้ และปริมาณน้ำนอกกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ (Non-Beneficial Non-Process depletion: NB) เช่น การระเหยของพื้นที่แหล่งน้ำ
สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$WD = P+B+NB \quad (3)$$

1.3 ปริมาณน้ำไหลออก

ปริมาณน้ำไหลออก (Outflow: O) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$O = NI-WD \quad (4)$$

ปริมาณน้ำที่ไหลออกประกอบด้วยสองส่วนคือ

1.3.1 Committed Outflow (C) หมายถึงปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ไหลออกจากพื้นที่หรือบริเวณที่พิจารณาตามข้อตกลงต่างๆ เช่น เพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศ หรือ ตามสิทธิผู้ใช้น้ำด้านท้ายน้ำ

1.3.2 Uncommitted Outflow (UC) เป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่หรือบริเวณที่พิจารณา โดยน้ำส่วนนี้เป็นส่วนที่เหลือจากการสูญหาย และไม่มีข้อกำหนดผูกผัน สามารถแยกได้เป็น

ปริมาณน้ำที่ยังนำมาใช้ได้(utilizable outflow) และปริมาณน้ำไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (Non-utilizable outflow)

2. ดัชนีของการทำบัญชีน้ำ

ดัชนีบัญชีน้ำ (water accouting) เป็นอัตราส่วนของเทอมต่างๆ ที่สำคัญในบัญชีน้ำ เพื่อประกอบการพิจารณาหรือปรับปรุงระบบการจัดการน้ำในพื้นที่พิจารณา ประกอบด้วย

2.1 สัดส่วนปริมาณน้ำที่หมดไปเทียบกับปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด (Depleted Fration of Gross in flow, DF_{GI}) เป็นดัชนีแสดงปริมาณน้ำทั้งหมดที่ถูกใช้ไปภายใน Domain คำนวณได้จากสมการที่ 5 หากค่า DF_{GI} เข้าใกล้ 1 แสดงว่าสถานการณ์ลุ่มน้ำไม่มั่นคง หากน้อยกว่า 1 แสดงว่าสถานการณ์ลุ่มน้ำอยู่ในสภาวะมั่นคงสามารถพัฒนาแหล่งน้ำได้

$$DF_{GI} = \frac{WD}{GI} \tag{5}$$

เมื่อ WD = ปริมาณน้ำที่หมดไป = P + NP หรือ P+B+NB
P = การใช้น้ำในกระบวนการ
NP = การใช้น้ำนอกกระบวนการ
GI = ปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด

2.2 สัดส่วนปริมาณน้ำที่หมดไปเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ (Depleted Fraction of Available Water, DF_{AW}) เป็นดัชนีแสดงปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งระเหยหรือหายไปจากพื้นที่พิจารณา คำนวณได้จากสมการ ที่ 6 หากค่า DF_{AW} เข้าใกล้ 1 แสดงว่าการใช้น้ำหมดไปภายในลุ่มน้ำมาก หากน้อยกว่า 1 แสดงว่าการใช้น้ำภายในลุ่มน้ำน้อย

$$DF_{AW} = \frac{WD}{AW} \tag{6}$$

เมื่อ WD = ปริมาณน้ำที่หมดไป = P + NP หรือ P+B+NB
AW = ปริมาณน้ำที่สามารถใช้การได้

2.3 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการเทียบกับปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้ (Process Fraction of Available Water, PF_{AW}) เป็นดัชนีแสดงปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งนำไปใช้ในกระบวนการของมนุษย์ คำนวณได้จากสมการที่ 7 หากค่านี้มากแสดงว่ามีการใช้น้ำในกิจกรรมของมนุษย์มาก หากมีค่าน้อยแสดงว่ามีการใช้น้ำในกิจกรรมของมนุษย์น้อย

$$PF_{AW} = \frac{P}{AW} \tag{7}$$

2.4 ผลผลิตที่ได้จากน้ำ (Productivity of water, PW) ซึ่งสัมพันธ์กันระหว่างผลผลิตหรือมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยเทียบกับปริมาตรน้ำหนึ่งหน่วย ผลผลิตที่ได้จากน้ำสามารถวัดอยู่ในรูปผลผลิตต่อปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิหรือผลผลิตต่อปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมดหรือผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่สูญหายไป เป็นต้น ซึ่งสามารถแสดงได้จากสมการที่ 8 9 และ 10 ซึ่งดัชนีนี้หากมีค่าสูงแสดงว่าใช้น้ำได้อย่างคุ้มค่า แต่หากมีค่าน้อยแสดงว่าใช้น้ำอย่างไม่คุ้มค่า

$$PW_{\text{inflow}} = \frac{\text{Productivity}}{net \quad \text{inflow}} \tag{8}$$

$$PW_{depletion} = \frac{\text{Productivity}}{Depletion} \tag{9}$$

$$PW_{process} = \frac{\text{Productivity}}{\text{Process} \quad Depletion} \tag{10}$$

2.5 อัตราส่วนปริมาณการใช้น้ำที่เกิดประโยชน์เทียบกับปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้หรือประสิทธิภาพของลุ่มน้ำ (Benefical Utilization of Available Water or Basin Efficiency, BU or BE) เป็นดัชนีแสดงปริมาณของปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งระเหยหรือหายไปจากพื้นที่พิจารณา เฉพาะปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ คือ การใช้น้ำในกระบวนการและการใช้น้ำนอกกระบวนการและเกิดประโยชน์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 11 ซึ่งดัชนีนี้หากมีค่าสูงแสดงว่าใช้น้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่หากมีค่าน้อยแสดงว่าใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

$$BU \quad or \quad BE = \frac{D_b}{AW} \tag{11}$$

โดยที่ D_b = ปริมาณน้ำที่หมดไปและเกิดประโยชน์ = P+B

AW = ปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้

การวิเคราะห์หาดัชนีสมรรถนะของพื้นที่จะนำองค์ประกอบของบัญชีน้ำต่างๆ มาประกอบในการวิเคราะห์ เพื่อทำให้ทราบถึงสถานะของพื้นที่

1) ลุ่มน้ำปิด (Close basin) เป็นลุ่มน้ำที่ไม่มีแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ได้เพิ่มอีก

2) ลุ่มน้ำกำลังปิด (closing basin) เป็นลุ่มน้ำที่มีแหล่งน้ำเหลือให้ใช้เพิ่มอีกไม่มาก

3) ลุ่มน้ำเปิด (Open basin) เป็นลุ่มน้ำที่ยังมีแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้อีก

การศึกษาเกี่ยวกับบัญชีน้ำที่ผ่านมา

David (1997) ได้นำเสนอการใช้บัญชีน้ำซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานหนึ่งของของSWMI โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดทำรูปแบบมาตรฐานในการวิเคราะห์บัญชีน้ำเพื่อให้สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่นๆ ได้ สำหรับการศึกษานี้ได้จำแนกเป็นตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. ระดับแปลงนา (Field-Level) พื้นที่ศึกษาคือระบบชลประทาน Sirsa Chisa ในโครงการชลประทาน Bhakra ของประเทศอินเดียในปี ค.ศ. 1991 ผลการศึกษาพบว่า มีการส่งน้ำให้พื้นที่ทางการเกษตร น้อยกว่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่สามารถปลูกได้ นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบ ผลผลิตทางการเกษตร โดยใช้อัตราส่วนของมวลผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ส่งให้หรือปริมาณการใช้น้ำ สำหรับพืชชนิดเดียวกัน แต่ถ้าเป็นการเปรียบเทียบกับพืชหลายๆ ชนิด ควรใช้วิธีการเปรียบเทียบราคาผลผลิตแทน

2. ระดับพื้นที่ชลประทาน (Service-Level) พื้นที่ศึกษาคือ Chisa of the Bhakra system ของประเทศอินเดีย ในปี ค.ศ 1977-1990 (24 ปี) สำหรับกรณีนี้ ปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่ถูกกำหนดโดยความต้องการน้ำด้านท้ายน้ำ และไม่ได้ทำการแยกการใช้น้ำนอกกระบวนการ ให้คิดเป็นการใช้

น้ำในกระบวนการทั้งหมด ดังนั้น อัตราส่วนของ Water depletion (WD) ต่อ Process depletion (P) จึงมีค่าเท่ากับหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรเก็บกักของน้ำใต้ดินเท่ากับสิบห้าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลเข้า โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำใต้ดินเฉลี่ย ประมาณ 0.6 เมตรต่อปี

3. ระดับลุ่มน้ำ (Basin-Level) พื้นที่ศึกษา คือ High Aswan Dam ประเทศอียิปต์ ทางด้านท้ายน้ำมีปริมาณน้ำไหลเข้า จากปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อน 53.2 พันล้านลูกบาศก์เมตร และจากน้ำใต้ดิน 0.5 พันล้านลูกบาศก์เมตร มีการใช้น้ำในกระบวนการจากการคายระเหยประมาณ 34.8 พันล้าน ลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในชุมชนและอุตสาหกรรม 1.6 พันล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการประมาณ 3.2 พันล้านลูกบาศก์เมตร รวมการใช้น้ำทั้งหมด 39.6 พันล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออก ได้แก่ จากแม่น้ำลงสู่ทะเล 1.8 พันล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำระบายลงทะเล 12.3 พันล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำด้านท้ายน้ำเพื่อการเดินเรือ 1.8 พันล้านลูกบาศก์เมตร รักษาระบบนิเวศ 8 พันล้านลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำไม่มีพันธะ 4.3 พันล้านลูกบาศก์เมตร ค่าดัชนีDF_{GI} = 0.74 ค่า P/WD = 0.92 และค่าPW_{AW} = 0.83

David Modern (2001) ได้ศึกษาการจัดทำบัญชีน้ำในภูมิภาคเอเชียใต้ ซึ่งประกอบด้วยลุ่มน้ำ Bhakra อยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย ลุ่มน้ำ Chishtian ประเทศปากีสถาน ลุ่มน้ำ Huruluwewa และ ลุ่มน้ำ Kirindioya ทางตอนเหนือและตอนใต้ของประเทศศรีลังกาตามลำดับ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1. ลุ่มน้ำBhakra ประเทศอินเดีย ได้ใช้ข้อมูลปี1995-1996 เพื่อจัดทำบัญชีน้ำจากการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ลุ่มน้ำBhakra มีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด17,920 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อน 7,447 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝน 8,504 ล้านลูกบาศก์เมตร การไหลของน้ำในแม่น้ำ 1,969 ล้านลูกบาศก์เมตรไม่คิดปริมาณการไหลของน้ำใต้ดิน การเปลี่ยนแปลงปริมาตรการเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 237 ล้านลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำเข้าสุทธิ 17,683 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่หมดไป 13,687 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นน้ำในกระบวนการ 13,322 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำนอกกระบวนการ 365 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออก 3,997 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาหาค่าดัชนีของบัญชีน้ำพบว่า DF_{GI} = 0.76, DF_{AW} = 0.88 ,PF_{AW} = 0.86และ Benefical Utilization = 0.86 สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม PF_{AW} = 0.85 ซึ่งยุทธศาสตร์การใช้น้ำอย่างคุ้มค่าของลุ่มน้ำนี้มีหนทางการจัดการน้อยทำได้แค่เพียงลดการคายน้ำส่วนที่ไม่มีประโยชน์จากพื้นที่น้ำท่วมถึง

2. ลุ่มน้ำChishtian ได้ใช้ข้อมูลปี1993-1994 เพื่อจัดทำบัญชีน้ำ จากการวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำ Chishtian มีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด 667 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อน 504 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝน 143 ล้านลูกบาศก์เมตร การไหลของน้ำในแม่น้ำ 1,969 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณการไหลของน้ำใต้ดิน 20 ล้านลูกบาศก์เมตร การเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง 73 ล้านลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำเข้าสุทธิ 740 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่หมดไป 725 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นน้ำในกระบวนการ 625 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำนอกกระบวนการ 100 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออก 15 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาหาค่าดัชนีของบัญชีน้ำพบว่า DF_{GI} = 1.09, DF_{AW} = 1.00 ,PF_{AW} = 0.86 และ Benefical Utilization = 0.89 สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม PF_{AW} = 0.88 ซึ่งยุทธศาสตร์การใช้น้ำอย่างคุ้มค่าของลุ่มน้ำนี้มีหนทางการจัดการน้อยทำได้แค่เพียงลดการคายน้ำส่วนที่ไม่มีประโยชน์จากพื้นที่น้ำท่วมถึงเช่นเดียวกับลุ่มน้ำ Brakra

3. ลุ่มน้ำ Huruluwewa ได้ใช้ข้อมูลปี1997-1998 เพื่อจัดทำบัญชีน้ำ จากการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ลุ่มน้ำHuruluwewa มีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด 208 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อน 44 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝน 164 ล้านลูกบาศก์เมตร การเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 12.6 ล้านลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำเข้าสุทธิ 196 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่หมดไป 163 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นน้ำในกระบวนการ 60 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำนอกกระบวนการ 103 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออก 32 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาหาค่าดัชนีของบัญชีน้ำพบว่า DF_{GI} = 0.79, DF_{AW} = 0.84 ,PF_{AW} = 0.31 และ Benefical Utilization = 0.52 สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม PF_{AW} = 0.39 ซึ่งยุทธศาสตร์การใช้น้ำอย่างคุ้มค่าของลุ่มน้ำนี้ควรลดปริมาณน้ำไหลออกและส่วนที่นำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย แล้วนำปริมาณที่ลดมาเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งสามารถเพิ่มได้สูงสุดถึง 50 เปอร์เซ็นต์

4. ลุ่มน้ำ Kirindi Oya ได้ใช้ข้อมูลปี1997-1998 เพื่อจัดทำบัญชีน้ำ จากการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ลุ่มน้ำ Kirindi Oya มีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด 475 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไหลออกจากเขื่อน 245 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝน 230 ล้านลูกบาศก์เมตร การเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่มี เหลือปริมาณน้ำเข้าสุทธิ 475 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่หมดไป 428 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นน้ำในกระบวนการ 95 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำนอกกระบวนการ 333 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลออก 47 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาหาค่าดัชนีของบัญชีน้ำพบว่า DF_{GI} = 0.9, DF_{AW} = 1.00 ,PF_{AW} = 0.22 และ Benefical Utilization = 0.65 สำหรับพื้นที่

เกษตรกรรม PF_{AW} = 0.39 ซึ่งยุทธศาสตร์การใช้น้ำอย่างคุ้มค่าของลุ่มน้ำนี้มีทางเลือกจัดการหลายทางเลือกได้แก่ เปลี่ยนรูปแบบการจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น ใช้เทคโนโลยีในการให้น้ำทางการเกษตรกรรมใหม่ซึ่งอาจเป็นระบบน้ำหยด และมีการสร้างเขื่อนเก็กกักน้ำเพิ่มเติม เป็นต้น

Taesombut *et al.* (2002) ได้จัดทำบัญชีน้ำโดยทำการศึกษาโดยแบ่งลุ่มน้ำบางปะกงเป็น 7 ลุ่มน้ำย่อย คือลุ่มน้ำคลองพระสะทึง คลองพระปรง แม่น้ำหนุมาน ปราจีนบุรีสายหลัก นครนายก และบางปะกงสายหลักรวมกับท่าลาด โดยที่ไม่นำปริมาณน้ำท่าใต้ดินเข้ามาในการวิเคราะห์บัญชีน้ำ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่ามีการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพได้ถึงร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่นำมาใช้ได้

Natalia Peranginaangin *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษา บัญชีน้ำเพื่อการจัดการน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน โดยพื้นที่ศึกษา คือ ลุ่มน้ำ Singkakrak-Ombilin ประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจาก ในปี ค.ศ. 1998 ได้มีการผันน้ำจาก Singkakrak Lake ซึ่งอยู่ด้านเหนือน้ำ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าส่งผลกระทบกับผู้ใช้ทางด้านท้าย และผลกระทบต่อระบบนิเวศน์บริเวณทะเลสาบ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำบัญชีน้ำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า การผันน้ำจาก Singkakrak Lake มีผลกระทบการใช้น้ำในด้านอื่นๆ สำหรับแนวคิดบัญชีน้ำในการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำที่ส่งให้กับผู้ใช้น้ำด้านท้ายน้ำเพิ่มขึ้น และสามารถใช้น้ำในฤดูแล้ง (มิถุนายน-กันยายน) ได้ ตัวอย่างเช่น สามารถเพิ่มพื้นที่ชลประทานในฤดูฝน (มกราคม-เมษายน) หรือการดึงน้ำจากชั้นน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ในฤดูแล้ง โดยที่ยังคงรักษาระดับน้ำใต้ดินไว้คงที่

เอกสิทธิ์ และ บัญชา (2545) ได้จัดทำบัญชีน้ำของลุ่มน้ำแม่กลองโดยแยกการวิเคราะห์เป็น 3 ส่วนคือ การจัดทำบัญชีน้ำรายปี ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ในสถานะปิด (Closing basin) คือมีน้ำเหลือให้นำไปใช้เพิ่มได้ไม่มาก การจัดทำบัญชีรายฤดูกาลทั้งลุ่มน้ำ พบว่าอ่างเก็บน้ำมีส่วนที่สำคัญในการเก็บน้ำช่วงฝนตกชุกไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง และการจัดทำบัญชีน้ำรายปีของลุ่มน้ำย่อย พบว่าตอนบนของลุ่มน้ำอยู่ในสถานะเปิด (Open Basin) ตอนกลางอยู่ในสถานะกำลังปิดและตอนล่างอยู่ในสถานะปิด

ไชยวัฒน์ (2548) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์บัญชีน้ำระดับโครงการโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนปี 2542 ถึง 2545 เสนอผลลัพธ์เป็นรายปี ในการวิเคราะห์ได้แยกพื้นที่เป็นรายโครงการชลประทานและพื้นที่ย่อยโดยได้พิจารณาเลือกโครงการศึกษา คือ โครงการในโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกตอนบน ประกอบด้วย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ ท่าโบสถ์ สามชุก และดอนเจดีย์ การวิเคราะห์บัญชีน้ำใช้หลักการของสมดุลน้ำ แต่มีการจำแนกน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ตามกิจกรรมการใช้น้ำ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าแต่ละโครงการส่วนใหญ่เป็นน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำที่สูญหายไปจากพื้นที่มีสัดส่วนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำไหลออกโดยส่วนใหญ่เป็นการสูญหายจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกโดยเฉพาะโครงการพลเทพและสามชุกมีปริมาณค่อนข้างสูงในภาพรวมพื้นที่ศึกษาเป็นโครงการต้นน้ำจึงมีปัญหาการขาดแคลนน้ำไม่มากนักยกเว้นโครงการดอนเจดีย์ที่อยู่ด้านท้ายของคลองมะขามเฒ่า-อู่ทอง นอกจากนี้ในแต่ละโครงการยังมีน้ำส่วนเกินโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน

ภัสสร (2548) ได้ทำการวิเคราะห์บัญชีน้ำระดับลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยเน้นการประเมินปริมาณน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์บัญชีน้ำโดยใช้แบบจำลองMIKE SHE ในการจำลองสภาพอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนปี 2543 ซึ่งจากการวิเคราะห์บัญชีน้ำได้ดัชนีของบัญชีน้ำสำหรับการประเมินสถานการณ์ลุ่มน้ำ ได้แก่ DF_{GI} มีค่า 0.59 ในฤดูฝน และ มีค่า 1.90 ในฤดูแล้ง แสดงให้เห็นว่าในช่วงฤดูแล้งมีการใช้น้ำมากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้า ซึ่งมีการนำน้ำจากส่วนที่กักเก็บมาใช้ DF_{Aw} มีค่า 0.96 นั่นคือมีการใช้น้ำอย่างเต็มความสามารถ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ PW_{AW}พบว่ามีค่าน้อยกว่า DA_{Aw} อยู่ประมาณร้อยละ 66 เนื่องจากมีการใช้น้ำนอกกระบวนการมาก โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ป่ามาก จะมีค่า PW_{AW} ต่ำมาก ประมาณ 0.3-0.5 สำหรับดัชนี BU มีค่า 0.94 แสดงว่าการใช้น้ำในพื้นที่ที่พิจารณาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

ลุ่มน้ำสะแกกรังตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 5,192 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี นครสวรรค์ ชัยนาท และกำแพงเพชร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวตะวันตก-ตะวันออก อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14^{o} 25′ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 15^{o} 08′ เหนือ และ

เส้นแวงที่ 99° 05′ ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 100° 05′ ตะวันออก ทิศเหนือของลุ่มน้ำติดกับลุ่มน้ำปิง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำท่าจีน ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยที่ตั้งและขอบเขตลุ่มน้ำแสดงในภาพที่ 2 และในตารางที่ 1 แสดงลุ่มน้ำย่อยและพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ในลุ่มน้ำสะแกกรัง (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ตารางที่ 1 ลุ่มน้ำสาขาและพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ในลุ่มน้ำสะแกกรัง

รหัส	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำ[(1)](ตร.กม)	พื้นที่รับน้ำ[(2)](ตร.กม)
1102	แม่น้ำแม่วง	1,060	1,031
1103	คลองโพธิ์	1,512	1,174
1104	ห้วยทับเสลา	778	755
1105	สะแกกรังตอนล่าง	1,892	1,946
	รวม	5,192	4,906

(1) ขอบเขตลุ่มน้ำตามคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ
(2) ขอบเขตลุ่มน้ำตามการทบทวนของกรมทรัพยากรน้ำ
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

2. ลักษณะภูมิประเทศ

บริเวณทิศตะวันตกของลุ่มน้ำเป็นเทือกเขาสูง เป็นเขตต้นน้ำของลำน้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย ได้แก่ น้ำแม่วง คลองโพธิ์ และห้วยทับเสลา ต้นกำเนิดของลำน้ำสะแกกรังคือเทือกเขาโมโกจู ซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดตากและจังหวัดนครสวรรค์ ต้นน้ำของลำน้ำสาขาทั้ง 3 สายนี้จะมีความลาดชันค่อนข้างมากและค่อยๆ ลาดเทลงจนไหลออกสู่ทุ่งราบของลุ่มน้ำเจ้าพระยาทางด้านทิศตะวันออกของลุ่มน้ำ ลำน้ำสาขาซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสะแกกรัง ได้แก่ ห้วยแม่วง ไหลผ่านกิ่งอำเภอแม่วงก์และอำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ มาบรรจบกับห้วยคลองโพธิ์ ซึ่งไหลมาจากเทือกเขาบริเวณแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี ที่อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี กลายเป็นแม่น้ำตากแดด แล้วไหลลงมาบรรจบกับห้วยทับเสลา ในเขตอำเภอทัพทัน จังหวัดอุทัยธานี เข้าเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ไหลเลาะ

เลียบผ่านภูเขาสะแกกรัง จึงได้ชื่อว่าแม่น้ำสะแกกรัง ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาทางตอนเหนือของเขื่อนเจ้าพระยา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

3. สภาพภูมิอากาศ

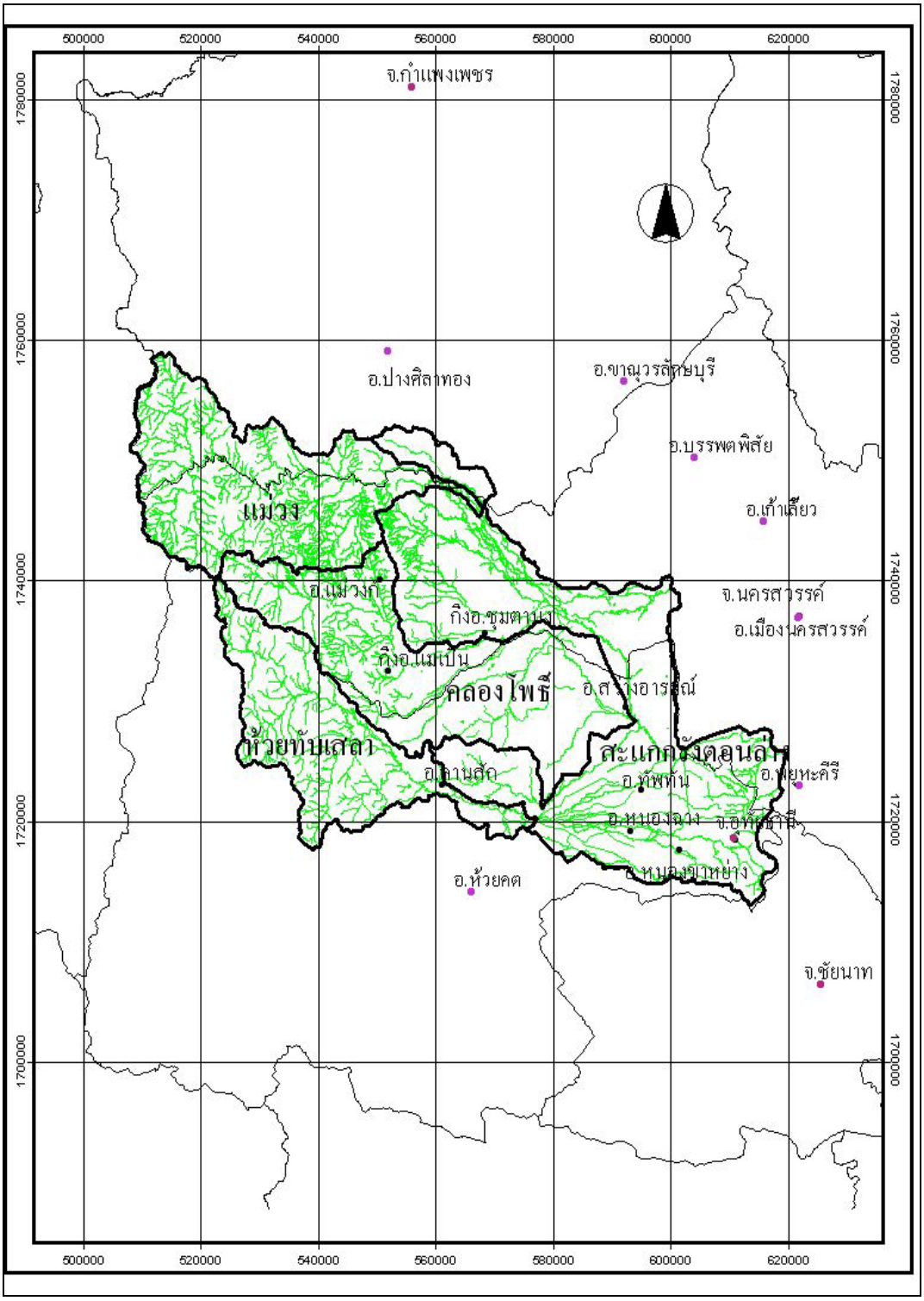
สภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำสะแกกรังมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 28.2 องศาเซลเซียล ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยรายปี 70.0 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลม 3.1 นอต เมฆปกคลุม 5.1 ปริมาณการระเหยจากถาดวัด 2,018 มม. (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549) และตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำสะแกกรัง

ตารางที่ 2 แสดงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำสะแกกรัง

ตัวแปรภูมิอากาศ	หน่วย	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายเดือน
อุณหภูมิ,	องศาเซลเซียล	28.2	24.6-30.3
ความชื้นสัมพันธ์	เปอร์เซ็นต์	70.0	69.0-80.0
ความเร็วลม	นอต	3.1	1.9-4.7
เมฆปกคลุม	0-10	5.6	3.7-8.9
ปริมาณการระเหยจากถาด	มิลลิเมตร	2,018.0	122.8-195.9

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณฝนในลุ่มน้ำเฉลี่ยปีละ 1,244 มม. ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศไทย (1,400 มม./ปี) เดือนที่มีปริมาณฝนต่ำสุด คือเดือนธันวาคม มีปริมาณฝน 4.2 มม. และเดือนที่มีปริมาณฝนสูงสุดคือ เดือนกันยายน มีปริมาณฝน 250 มม. ปริมาณฝนในฤดูฝน 1,051 มม. ปริมาณฝนในฤดูแล้ง 194 มม. และสามารถสรุปปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2506 ถึง 2545 ได้ดังในตารางที่ 3 (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังและการแบ่งลุ่มน้ำย่อย

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลำดับ	เดือน	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
1	เมษายน	62
2	พฤษภาคม	185
3	มิถุนายน	130
4	กรกฎาคม	131
5	สิงหาคม	163
6	กันยายน	250
7	ตุลาคม	191
8	พฤศจิกายน	60
9	ธันวาคม	4
10	มกราคม	7
11	กุมภาพันธ์	21
12	มีนาคม	39
13	ฤดูฝน	1,051
14	ฤดูแล้ง	194
15	ทั้งปี	1,244

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

4. สภาพอุทกวิทยา

ลุ่มน้ำสะแกกรังมีค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนอยู่ในช่วงพิสัย 4.14 ถึง 8.82 ลิตร/วินาที/ตร.กม. ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่คำนวณได้ดังกล่าวจะเป็นลักษณะตามธรรมชาติ (Natural Flow) ซึ่งยังไม่ได้มีการพิจารณาใช้น้ำจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ และจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษาสมดุลน้ำต่อไป จากผลการสามารถสรุปได้ว่า ในลุ่มน้ำสะแกกรัง มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยปีละ 1,203.3 ล้าน ลบ.ม. เป็นปริมาณน้ำท่าในฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน) เฉลี่ย 252.1 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 20.95 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี โดยแยกเป็นปริมาณน้ำท่าตามลุ่มน้ำสาขาแสดงได้ดังตารางที่ 4 (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีตามลุ่มน้ำสาขา

ลำดับ	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)			ร้อยละของปริมาณน้ำท่ารวมทั้งลุ่มน้ำ
			ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี	
1	แม่วง	1,060	447.0	122.0	569.0	47.29
2	คลองโพธิ์	1,512	245.8	55.6	301.4	25.05
3	ทับเสลา	778	146.6	59.1	205.7	17.09
4	สะแกกรังตอนล่าง	1,892	111.8	15.4	127.2	10.57
รวม		**5,192**	**951.2**	**252.1**	**1,203.3**	**100.00**

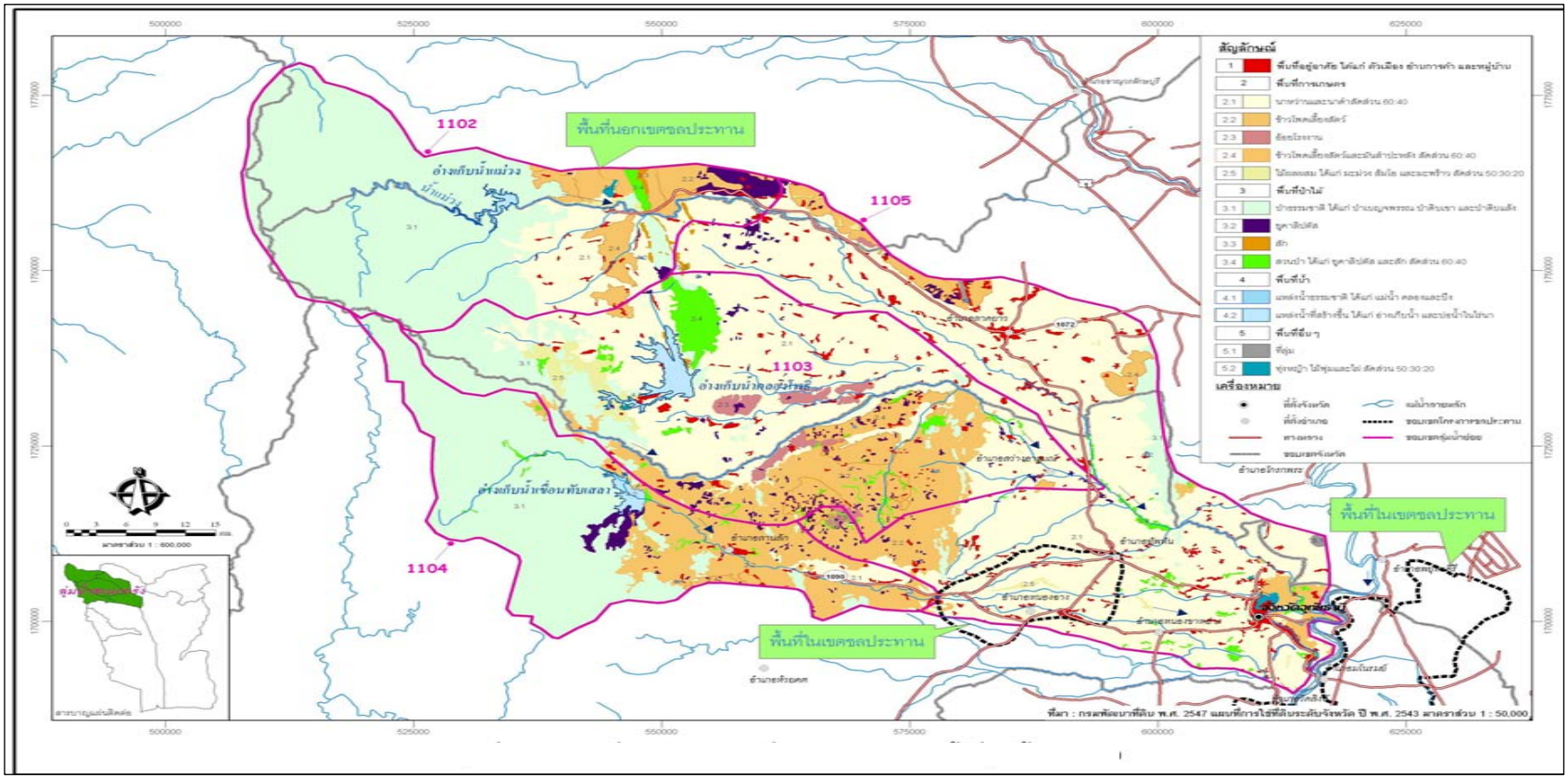
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

5. สภาพดินและการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดินปี 2543 ของลุ่มน้ำสะแกกรังมี 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ พื้นที่อยู่อาศัย 84,256 ไร่ พื้นที่การเกษตร 2,070,179 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ 1,073,895 ไร่ พื้นที่น้ำ 9,623 ไร่ พื้นที่อื่นๆ 7,047 ไร่ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549) โดยสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 5 และ ภาพที่3

ตารางที่ 5 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่(ไร่)				
	แม่วง	คลองโพธิ์	ทับเสลา	สะแกกรังตอนล่าง	รวม
1.พื้นที่อยู่อาศัย	5,221	20,126	4,600	54,309	84,256
2. พื้นที่การเกษตร	171,066	736,432	141,443	1,021,238	2,070,179
3. พื้นที่ป่าไม้	485,192	187,484	333,870	67,349	1,073,895
4. พื้นที่น้ำ	30	579	6,337	2,677	9,623
5. พื้นที่อื่นๆ	991	379	0	5,677	7,047
รวม	**662,500**	**945,000**	**486,250**	**1,151,250**	**3,245,000**



ภาพที่ 3 ลักษณะการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

6. โครงการชลประทานในลุ่มน้ำสะแกกรัง

6.1 โครงการชลประทานขนาดใหญ่

ในปัจจุบันโครงการชลประทานขนาดใหญ่ของลุ่มน้ำสะแกกรังมีโครงการชลประทานขนาดใหญ่เพียงโครงการเดียว คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา พื้นที่ชลประทาน 143,500 ไร่ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

6.2 โครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็ก

ในปัจจุบันลุ่มน้ำสะแกกรังมีโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็ก รวม 159 โครงการ พื้นที่ชลประทานรวม 460,598 ไร่ โดยแบ่งเป็น โครงการชลประทานในลุ่มน้ำแม่วง จำนวน 2 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 4,000 ไร่ โครงการชลประทานในลุ่มน้ำคลองโพธิ์ จำนวน 51 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 94,350 ไร่ โครงการชลประทานในลุ่มน้ำทับเสลา จำนวน 12 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 12,300 ไร่ โครงการชลประทานในลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง จำนวน 94 โครงการ พื้นที่ชลประทาน 349,948 โครงการ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549) แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 โครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็กรายลุ่มน้ำ

ลำดับ	ลุ่มน้ำ	จำนวนโครงการ	พื้นที่ชลประทาน(ไร่)
1	แม่วง	2	4,000
2	คลองโพธิ์	51	94,350
3	ทับเสลา	12	12,300
4	สะแกกรังตอนล่าง	94	349,948
รวม		**159**	**460,598**

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

7. การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำสะแกกรัง

กรมชลประทาน (2540) ได้ทบทวนการศึกษาความเหมาะสมโครงการเขื่อนแม่วง จังหวัดนครสวรรค์ โดยกำหนดตำแหน่งหัวงานในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแม่วงจำนวน 2 แห่ง ได้แก่ บริเวณเขาสบกก มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำ 12,375 ไร่ และ เขาชนกัน มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำ 39,250 ไร่ ซึ่งจากวิเคราะห์โดยใช้หลักเกณฑ์ด้านแบบจำลองระบบแหล่งน้ำ หลักเศษฐศาสตร์ และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม พบว่า พื้นที่บริเวณเขาสบกก มีความเหมาะสมในการก่อสร้างเขื่อนแม่วงมากกว่าบริเวณเขาชนกัน

จักรพงษ์ (2547) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและประยุกต์ใช้วิธีเจเนติกอัลกอรึทึ่มเพื่อหาโค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม: กรณีศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี เพื่อลดความขาดแคลนน้ำด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ โดยพิจารณาความต้องการ 3 ประเภท คือ ความต้องการน้ำด้านการชลประทาน การอุปโภคบริโภค และความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศวิทยาท้ายอ่าง แล้วนำผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับการจัดการด้วยโค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำแบบ Standard Operating Policy พบว่าโค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีเจเนติกอัลกอรึทึ่ม สามารถลดความรุนแรงจากการขาดแคลนน้ำ ควบคุมปริมาณการไหลล้นให้น้อยลง ทั้งสามารถตอบสนองความต้องการน้ำในช่วงที่มีความต้องการน้ำสูงได้ดีกว่าโค้งปฏิบัติงานแบบ Standard Operating Policy

กรมทรัพยากรน้ำ (2549) ได้ดำเนินการทำโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแผนแม่บทในการดำเนินการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างเป็นระบบ สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยที่เกิดจากน้ำ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและคุณภาพน้ำ ซึ่งในลุ่มน้ำสะแกกรังได้ศึกษาความต้องการน้ำและการขาดแคลนน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังจากแบบจำลอง AISP ทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและการดำเนินการตามแผนบริหารทรัพยากรน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง รวมทั้งสิ้น 11 กรณี ผลการศึกษา พบว่า สถานการณ์ปัจจุบันมีการขาดแคลนน้ำ 226.78 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ในอนาคต 10 ปีข้างหน้า หากไม่มีการดำเนินการใดๆจะมีการขาดแคลนน้ำ 416.43 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่จะลดลงเมื่อมีการดำเนินการมาตรการต่างๆ ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในอนาคต 20 ปี หากไม่มีการดำเนินการใดๆ จะมีการขาด

แคลนน้ำ 593.32 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่จะลดลงเมื่อมีการดำเนินการมาตรการต่างๆ ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำโดยแบบจำลอง AISP

ลำดับ	รายการ	ความต้องการน้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี)	ขาดแคลนน้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี)
1	กรณีสภาพปัจจุบัน(2546)	604.83	226.78
2	กรณีสภาพอนาคต 10 ปี เมื่อไม่มีการดำเนินการใดๆ	877.50	416.43
3	กรณีสภาพอนาคต 10 ปี เมื่อมีมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ	865.06	401.02
4	กรณีสภาพอนาคต 10 ปี เมื่อมีมาตรการปรับลดพืชใช้น้ำมากและเพิ่มพืชใช้น้ำน้อย	604.83	226.78
5	กรณีสภาพอนาคต 10 ปี เมื่อดำเนินการพัฒนาโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่	877.50	266.01
6	กรณีสภาพอนาคต 10 ปี เมื่อดำเนินการทุกมาตรการ	865.06	250.66
7	กรณีสภาพอนาคต 20 ปี เมื่อไม่มีการดำเนินการใดๆ	1,068	593.32
8	กรณีสภาพอนาคต 20 ปี เมื่อมีมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ	1,051.61	572.01
9	กรณีสภาพอนาคต 20 ปี เมื่อมีมาตรการปรับลดพืชใช้น้ำมากและเพิ่มพืชใช้น้ำน้อย	1,068	593.32
10	กรณีสภาพอนาคต 20 ปี เมื่อดำเนินการพัฒนาโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่	1,068.06	419.20
11	กรณีสภาพอนาคต 20 ปี เมื่อดำเนินการทุกมาตรการ	1,051.61	397.64

การใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

ความต้องการน้ำชลประทาน(Irrigation Water Demand) คือปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการเตรียมแปลงเพื่อตกกล้าหรือเพื่อปักดำ กรณีเป็นนาหว่านก็เป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้เตรียมแปลงเพื่อหว่าน นอกจากนี้ยังมีปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการตกกล้า ปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการระเหย การคายน้ำ ปริมาณน้ำที่ข้าวใช้ปักดำ และอื่นๆ เป็นต้น (ฉลอง, 2538)

ปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้แปลงเพาะปลูกคำนวณจาก

$$IWD = (CWR+Inf-Re)/IrEff \quad (12)$$

โดยที่

IWD = ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม./วินาที)

CWR = ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี (ลบ.ม./วินาที)

Inf = ปริมาณน้ำที่รั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก (ลบ.ม./วินาที)

Re = ปริมาณฝนใช้การ (ลบ.ม./วินาที)

IrEff = ประสิทธิภาพชลประทาน

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ตามทฤษฎีในการปลูกข้าว สามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมแปลง ตกกล้า ปักดำหรือหว่าน (ฉลอง, 2538)

ปริมาณน้ำที่พืชใช้ในการเตรียมแปลงเป็นความลึกน้ำที่ต้องใช้ในการเตรียมความชื้นให้กับดินเพื่อตกกล้าและปักดำ ความลึกน้ำที่ต้องการขึ้นอยู่กับสภาพแปลงเพาะปลูก ได้แก่ ชนิดของดิน ความชื้นของดินก่อนเตรียมแปลง เป็นต้น

จารึก (2534) ใช้ปริมาณน้ำในการเตรียมแปลงของลุ่มน้ำแม่วงและลุ่มน้ำคลองโพธิ์ ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำสะแกกรัง ฤดูฝนเท่ากับ 200 มิลลิเมตร และฤดูแล้งเท่ากับ 300 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำที่พืชใช้(Consumptive Use หรือ Evaportanspiration, Etc) นั้นสามารถคำนวณได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) คูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Eto) ดังสมการ (ฉลอง, 2538)

$$ETc = Kc \times ETo \quad (13)$$

โดยที่

ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Actual Evapotranspiration, มม./ วัน)

Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, มม/วัน)

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Eto) เป็นปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยมีข้อกำหนดว่าพืชอ้างอิงเป็นหญ้าสีเขียวมีความสูงสม่ำเสมอ และมีปริมาณน้ำเพียงพอแก่พืชเจริญเติบโตตลอดเวลา

การหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากถาดวัดการคายระเหยสามารถหาได้จากสมการ

$$ETo = Kpan * Epan \quad (14)$$

โดยที่

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

Epan = ค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหยแบบ class a

Kpan = ค่า สัมประสิทธิ์การของถาดวัดการระเหย ซึ่งสามารถหาได้ดังตารางที่ 6

อัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก

ในพื้นที่เพาะปลูก เช่น นาข้าว น้ำส่วนหนึ่งจะไหลผ่านจากผิวเลยชั้นเขตรากพืชลงไปสู่ดินชั้นล่าง ซึ่งปริมาณน้ำส่วนนี้เป็นปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่สูญเสียบนแปลงเพาะปลูก ต้องนำมาเพื่อในการคำนวณน้ำชลประทานด้วย

สมเกียรติ (2526) ใช้อัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกของโครงการชลประทานลำปาว 2 มิลลิเมตร/วัน

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การคายระเหยกถาดวัด Class – A

ความเร็วลมเฉลี่ย (กม./วัน)	กรณีที่ 1 ถาดล้อมรอบด้วยพืช				กรณีที่ 2 ถาดล้อมรอบด้วยที่ดินว่างเปล่า			
	ระยะด้านเหนือลมที่ปลูกพืช (เมตร)	ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย (%)			ระยะด้านเหนือลมที่ไม่ได้ปลูกพืช (เมตร)	ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย		
		< 40	40-70	> 70		< 40	40-70	>70
อ่อน	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
< 175	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
ปานกลาง	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
175- 425	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
แรง	1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
425–700	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
แรงมาก	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
> 700	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

ที่มา: วิบูลย์ (2526)

ดิเรก (2523) อ้างโดย สมเกียรติ (2526) ได้แนะนำว่าควรใช้น้ำ 1-3 มิลลิเมตร/วัน สำหรับดินเหนียวที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น และอาจถึง 7- 10 มิลลิเมตร/วัน สำหรับดินทรายที่มีระดับน้ำใต้ดินลึก

จารึก (2534) ใช้อัตราการรั่วซึมในการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานในลุ่มน้ำสะแกกรังเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วัน ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง

ฝนใช้การได้

ฝนใช้การได้ คือ ส่วนของฝนตกที่ตกลงบนพื้นที่ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์หรือเป็นส่วนของน้ำฝนที่ทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้แก่พืชทั้งนี้เพราะน้ำฝนที่ตกลงในแปลงเพาะปลูกนั้น บางส่วนไม่อาจเป็นประโยชน์แก่พืชได้ทั้งหมด (ดิเรก, 2526)

ดิเรก (2526) ได้ให้หลักการคำนวณของฝนใช้การไว้ดังนี้

ช่วงต้น(เม.ย. – ก.ย.)	ฝนใช้การเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ของฝนใช้จริง
ช่วงปลายฤดูฝน(ต.ค.)	ฝนใช้การเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ของฝนจริง
ช่วงต้นฤดูแล้ง(พ.ย. – ธ.ค.)	ฝนใช้การเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ของฝนจริง
ช่วงฤดูแล้ง(ม.ค.-มี.ค.)	ฝนใช้การเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ของฝนจริง

วิบูลย์ (2526) กล่าวว่า ฝนใช้การ หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกที่เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น เป็นต้นว่าพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือสามารถทดแทนน้ำชลประทานที่จะต้องจัดหาให้แก่พืชที่แปลงเพาะปลูกได้ และเนื่องจากลักษณะการใช้น้ำของข้าวกับพืชไร่นั้นต่างกันมาก กล่าวคือ เราให้น้ำแก่ข้าวโดยให้ขังไว้ในแปลงนา แต่พืชไร่ให้น้ำซึมลงไปเก็บไว้ในเขตราก ดังนั้น สัดส่วนของฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งสองอย่างนี้จึงมีวิธีพิจารณาคนละวิธี ดังนี้คือ

1. ฝนใช้การสำหรับนาข้าว ฝนที่จะเป็นประโยชน์ต่อข้าวคือ ส่วนที่ตกลงมาเก็บกักไว้ในแปลงนา โดยไม่ทำให้ระดับน้ำในแปลงนาสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อข้าว การคำนวณฝนใช้การสำหรับนาข้าวอาจทำได้โดยหลายวิธีโดยวิธีที่จะกล่าวถึงนี้เป็นวิธีที่แนะนำโดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา (Engineering Consultant, lnc.) สำหรับโครงการชลประทานน้ำพอง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ของประเทศไทย ข้อแนะนำนี้ให้ถือว่า ถ้าฝนเฉลี่ยตลอดเดือนมีค่าไม่เกิน 200 มิลลิเมตร ฝนใช้การจะลดลงตามส่วนดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงฝนใช้การของบริษัทที่ปรึกษา ECI ((Engineering Consultant, lnc)

ฝนรายเดือนเฉลี่ย-มม.	ฝนใช้การ-มม.(%)	% ของฝนที่เพิ่มขึ้น 50 มม.
200	200.0 (100%)	75
250	237.5 (95.0%)	65
300	270.0 (90.0%)	45
350	292.5 (83.6%)	35
400	310.0 (77.5%)	20
450	320.0 (71.1%)	10
500	325.0 (65.0%)	

ที่มา: วิบูลย์ (2526)

2. ฝนใช้การสำหรับพืชไร่ ค่าฝนใช้การสำหรับพืชไร่หมายถึง ส่วนของน้ำฝนที่ซึมลงไปเก็บไว้ในเขตราก ซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ ถ้าหากมีส่วนที่ซึมเลยเขตรากและตามปกติต้องมีการให้น้ำเพื่อไว้สำหรับการควบคุมความเข้มข้นของเกลือในเขตราก(Leaching Requirement) ก็ให้นับส่วนที่ช่วยชะล้างเกลือออกจากดินเป็นฝนที่ใช้การด้วย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งฝนใช้การเป็นส่วนของน้ำฝนที่ซึมลงไปทดแทนปริมาณสุทธิที่จะต้องให้แก่พืช(Net Water Application) นั่นเอง

กรมชลประทาน (2540) กล่าวว่า ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) หมายถึง ปริมาณฝนที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยการทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้แก่พืชได้ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการเพาะปลูกต่างกัน การหาปริมาณฝนใช้การได้พิจารณา 2 วิธีด้วยกันดังต่อไปนี้

วิธีแรก : ปริมาณฝนใช้การพิจารณาใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนใช้การและปริมาณฝนที่ตกของกรมชลประทาน (2540) ได้สมการรูปแบบโพลิโนเมียลลำดับที่ 2 ($y= a+b_1x+b_2x^2$)

สำหรับข้าว $Re = 6.5314 + 0.7679R - 6.2098 \times 10^{-4}R^2$ (15)

สำหรับพืชไร่ $Re = 3.0305 + 0.5371R - 4.9604 \times 10^{-4}R^2$ (16)

ในเมื่อ Re = ปริมาณฝนใช้การเป็นมิลลิเมตร

R = ปริมาณฝนที่ตกในเดือนนั้นเป็นมิลลิเมตร

สำหรับพืชผักและไม้ผล พิจารณาใช้ความสัมพันธ์ของพืชไร่ ในการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ

วิธีที่สอง : การหาปริมาณฝนใช้การด้วยวิธี Simulation ซึ่งเสนอโดยบริษัท Acers Internation LTd. (1979) ซึ่งได้เสนอการคำนวณปริมาณน้ำฝนใช้การสำหรับข้าวโดยการกำหนดระดับน้ำในแปลงนาข้าว โดยหลักการที่ว่าระดับน้ำในแปลงนาจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขีดจำกัดของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ในการคำนวณใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองแบบลักษณะของน้ำในแปลงนา ปัจจุบันได้มีการดัดแปลงหลักการคำนวณปริมาณฝนใช้การดังกล่าวไปใช้สำหรับพืชอื่น โดยกำหนดระดับน้ำสูงสุดเป็นระดับความชื้นในดินสูงสุดที่ดินจะอุ้มน้ำได้และระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด เป็นระดับความชื้นในดินต่ำสุดก่อนที่จะมีการให้น้ำชลประทาน โดยพิจารณาจากเขตรากของพืชแต่ละชนิดและลักษณะของดิน สำหรับการปลูกข้าวปริมาณฝนใช้การเป็นปริมาณฝนที่ตกในแปลงนาแล้วไม่เกิดไหลล้นออก

ประสิทธิภาพชลประทาน

ประสิทธิภาพชลประทาน คือ สัดส่วนปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูกต่อปริมาณน้ำชลประทานที่ส่งให้ ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จ.อุทัยธานี

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.
ประสิทธิภาพ	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.48

ที่มา: บริษัทพอล คอนซัลแตนท์ และคณะ (2544) อ้างโดย จักรพงษ์(2547)

ปริมาณน้ำเหลือใช้

ปริมาณน้ำเหลือใช้เป็นปริมาณน้ำเหลือใช้จากพื้นที่เพาะปลูกปล่อยลงสู่ระบบระบายน้ำ สามารถนำกลับไปใช้ได้อีก ปริมาณน้ำเหลือใช้ที่คำนวณได้จะต้องคูณด้วย Return Flow Factor จึงจะเป็นปริมาณน้ำเหลือใช้จริง

Return Flow Factor ผันแปรไปตามพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะแปลงเพาะปลูก เวลาของการเพาะปลูก มีค่าต่ำในต้นฤดูเพาะปลูกเมื่อน้ำเริ่มถูกเก็บไว้ในแปลงนา และมีค่าสูงปลายฤดูเพาะปลูกเมื่อความสามารถในการเก็บน้ำของแปลงนาลดลง Return Flow Factor ของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลาแสดงได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 Return Flow Factor ของโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จ. อุทัยธานี

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.
Return Flow Factor	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45	0.60	0.65	0.65	0.6

ที่มา: บริษัทพอล คอนซัลแตนท์ และคณะ (2544) อ้างโดย จักรพงษ์ (2547)

การคายระเหยของพื้นที่ป่าไม้

เกษม และคณะ (2528) ศึกษาสมดุลของน้ำจากพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ อันได้แก่ พื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติ พื้นที่ป่าเต็งรังธรรมชาติ พื้นที่การใช้ที่ดินแบบผสม และพื้นที่ไร่ร้าง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยรวบรวมข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า และความชื้นของดินตั้งแต่เดือนมกราคม 2525 ถึงเดือนธันวาคม 2526 เพื่อประเมินค่าการคายระเหยน้ำ ซึ่งคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า การเปลี่ยนแปลงความชื้นของดินและปริมาณน้ำรั่วซึม ผลการศึกษาเฉลี่ยรายปี ปรากฏว่า

1. พื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติ มีปริมาณน้ำฝน 1,261.6 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 64.4 มิลลิเมตร (5.1% ของปริมาณฝน) ปริมาณน้ำรั่วซึม 383.2 มิลลิเมตร (30.4 % ของปริมาณฝน) และปริมาณการคายระเหยน้ำ 814.0 มิลลิเมตร (64.5 % ของปริมาณฝน)

2. พื้นที่ป่าเต็งรัง มีปริมาณน้ำฝน 1,145.6 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 6.6 มิลลิเมตร(0.6 % ของปริมาณน้ำฝน) ปริมาณน้ำรั่วซึม 383.9 มิลลิเมตร (33.5% ของปริมาณน้ำฝน) และปริมาณการคายระเหยน้ำ 755.4 มิลลิเมตร(65.9 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝน

3. พื้นที่การใช้ที่ดินแบบผสม มีปริมาณน้ำฝน 1,298 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 144.4 มิลลิเมตร (11.1 % ของปริมาณน้ำฝน) ปริมาณน้ำรั่วซึม 395.8 มิลลิเมตร (30.5 %ของปริมาณน้ำฝน) และปริมาณการระเหยน้ำ 757.6 มิลลิเมตร (58.4 % ของปริมาณน้ำฝน)

4. พื้นที่ไร่ร้าง มีปริมาณน้ำฝน 1,410 มิลลิเมตร (16.4 % ของปริมาณน้ำฝน) และปริมาณการระเหยน้ำ 708.9 มิลลิเมตร(50.2 % ของปริมาณน้ำฝน)

นิพนธ์ และคณะ (2544) กล่าวว่า การระเหยรายวันจากพื้นที่ 2 ลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ และลุ่มน้ำป่าปลูกผสม) โดยวิธีการนำค่าการระเหยรายเดือนมาเฉลี่ยโดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม และช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม ปรากฏว่าการคายระเหยน้ำรายวันจากพื้นที่ป่าผสมผลัดใบและในพื้นที่ป่าปลูกผสม ดังแสดงในตารางที่

ตารางที่ 12 อัตราการระเหยน้ำ (มิลลิเมตร/วัน) ของป่าผสมผลัดใบและสวนป่าสักผสมในฤดูฝนกับฤดูแล้ง

ปี พ.ศ.	ป่าผสมผลัดใบ			สวนป่าสักผสม		
	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
2538-2539	1,492	3.10	3.15	1,441	3.49	3.25
2539-2540	1,858	3.16	3.27	1,837	3.79	3.70
2540-2541	1,877	3.04	3.05	1,871	3.88	3.62
2541-2542	1,246	2.97	2.34	1,235	2.99	2.26
2542-2543	1,778	3.65	2.03	1,782	3.46	2.04
2543-2544	1,561	3.91	2.11	1,536	3.77	2.06
เฉลี่ย	**1,635**			**1,617**		

หมายเหตุ: ฤดูฝน : เมษายน- ตุลาคม ฤดูแล้ง : พฤศจิกายน – มีนาคม

ปิยะพงษ์ (2544) ได้ศึกษาการประเมินค่าการระเหยน้ำโดยวิธี Bowen ratio ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลายรูปแบบ ของจังหวัดสุโขทัย ซึ่งได้ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึง ธันวาคม 2543 ในพื้นที่นาข้าว ส่วนพื้นที่ไร่อ้อย พื้นที่ไร่ข้าวโพด ศึกษาในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกและช่วงที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ และในพื้นที่ป่าเต็งรังผสมเบญจพรรณศึกษาในช่วงฤดูหนาว และฤดูฝน พบว่าในพื้นที่นาข้าวมีค่าการคายระเหยน้ำรายวันเฉลี่ย 4.4 มิลลิเมตร ส่วนในพื้นที่ไร่อ้อย และพื้นที่ไร่ข้าวโพดมีค่าการคายระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในช่วงเริ่มต้นการเพาะปลูกเท่ากับ 3.8 และ 3.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในช่วงเจริญเติบโตเต็มที่มีค่าการคายระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 และ 3.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับป่าเต็งรังผสมเบญจพรรณมีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันในฤดูหนาว 4.3 มิลลิเมตร และในฤดูฝน 4.9 มิลลิเมตร

การคายระเหยของอ่างเก็บน้ำ

สัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย (Pan Coefficient) คือ อัตราส่วนของค่าการระเหยจริงในอ่างเก็บน้ำต่อการระเหยในถาดมีค่าน้อยกว่า 1 สำหรับอ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบขนาดเล็กใช้สัมประสิทธิ์ของถาดประมาณ 0.90 หรือมากกว่า สำหรับบริเวณที่ยังไม่มีการทดลองใช้สัมประสิทธิ์ของถาดระหว่าง 0.70- 0.75 (วิโรจน์, 2546)

วีระพล (2538) การระเหยจากอ่างเก็บน้ำสามารถประมาณได้จากการระเหยของถาดวัดการระเหย โดยคูณค่าการระเหยจากถาดด้วยสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย (Pan Coefficient) ดังสมการที่ 17

$$E_{res} = C_{pan} \times E_{pan} \qquad (17)$$

โดยที่

E_{res} = การระเหยจากอ่างเก็บน้ำ(มม.)

E_{pan} = การระเหยจากถาดวัดการระเหย (มม.)

C_{pan} = สัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยประมาณ 0.70

อนุรักษ์ (2544) กล่าวว่า การประมาณการระเหยโดยทั่วไปสามารถทำได้โดยประมาณจาก

1. Class A Evaporation Pan

2. เครื่องมือวัดการระเหยอย่างอื่นๆ

3. หาจากความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิอากาศอื่นๆ เช่น ความชื้น ความเร็วลม อุณหภูมิและรังสีอาทิตย์

อนุรักษ์ (2544) กล่าวว่า การประมาณการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ ไม่สามารถใช้ค่าที่วัดได้จากถังวัดการระเหยโดยตรงได้ ทั้งนี้เพราะการระเหยจากถาดวัดการระเหยทั่วไป จะมีค่ามากกว่าการระเหยจากหนึ่งหน่วยพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ

สายสุนีย์ (2546) กล่าวว่า ในการประมาณค่าอัตราการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ จะต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย หรือจากการคำนวณ ถึงแม้ว่าการหาค่าสัมประสิทธิ์ของถาดจะยังมีการตรวจสอบความถูกต้องกันอยู่ไม่มากนัก แต่การสมมุติใช้ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.7 สำหรับการระเหยรายปีจากทะเลสาบ ก็ให้ความผิดผลาดไม่เกิน 15 %

การระเหยสำหรับอ่างเก็บน้ำทับเสลาและแม่วง คำนวณจากข้อมูลการระเหยจากถาดและปริมาณฝนในพื้นที่ แสดงได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การระเหยของอ่างเก็บน้ำทับเสลาและแม่วง

ลำดับ	เดือน	การระเหยสำหรับอ่างเก็บน้ำ (มิลลิเมตร)	
		เขื่อนทับเสลา	เขื่อนแม่วง
1	มกราคม	97.84	97.84
2	กุมภาพันธ์	117.85	117.85
3	มีนาคม	147.85	147.85
4	เมษายน	149.36	149.36
5	พฤษภาคม	74.75	74.75
6	มิถุนายน	69.76	69.76
7	กรกฎาคม	55.13	55.13
8	สิงหาคม	10.53	10.53
9	กันยายน	17.93	17.93
10	ตุลาคม	23.28	23.28
11	พฤศจิกายน	74.72	74.72
12	ธันวาคม	92.13	92.13

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรม Arcview 3.1

โปรแกรม Arcview 3.1คือ ซอฟต์แวร์ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ที่สามารถสร้าง, แก้ไข, สอบถาม, วิเคราะห์ และแสดงภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) ได้ โดยโปรแกรม Arcview 3.1 ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Environment System Institue Inc. (ESRI) ให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows และมีความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายเข้าด้วยกันได้ รวมทั้งสามารถค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้โดยการเขียนชุดคำสั่ง Avenue หรือใช้ชุดคำสั่งสำเร็จรูปจากโปรแกรมที่สร้างไว้แล้ว (ศูนย์วิชาการสารสนเทศภูมิวิศวกรรม, 2545)

โปรแกรม ENVI

โปรแกรม ENVI (the Environment for Visualizing Images) เป็นโปรแกรมที่ใช้งานในด้านรีโมทเซนซิ่งหรือการสำรวจจากระยะไกล ใช้ในการประมวลผลข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยมีความสามารถในการวิเคราะห์การแผ่รังสีของภาพ (spectral image analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้รับจากการสะท้อนของวัตถุต่างๆ บนพื้นโลก กระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) ในการตรึงภาพถ่ายจากดาวเทียมให้ถูกต้องตามพิกัดภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ภูมิประเทศ (terrain analysis) นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ (radar analysis) โดยเฉพาะข้อมูลช่วงคลื่นไมโครเวฟ เช่น ERS-1 ERS-2 และ JERS-1 รวมถึง RADARSAT และ ENVISAT ได้อีกด้วย โปรแกรม ENVI ยังมีขีดความสามารถในการใช้งานร่วมกันระหว่างระบบ raster และ vector ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนนำไปใช้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้เป็นอย่างดี

ข้อดีเด่นของโปรแกรม ENVI ก็คือ เป็นโปรแกรม image processing ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิคทำงานในลักษณะ file-based และ band-based ด้วยฟังก์ชันแบบ interactive เมื่อข้อมูลที่นำเข้าได้ถูกเปิดขึ้น รายชื่อของแบนด์ต่างๆ จะถูกจัดเก็บไว้ใน list ซึ่งจะสามารถเข้าถึงระบบฟังก์ชันต่างๆ ได้ และหากไฟล์ที่เป็น multiple files ถูกเปิดขึ้น แบนด์แต่ละแบนด์จะถูกประมวลผลได้เป็นกลุ่ม ENVI สามารถแสดงแบนด์ต่างๆ เหล่านี้ ในลักษณะ 8 หรือ 24 bit การแสดงภาพข้อมูล

ในโปรแกรม ENVI จะแบ่งออกเป็น 3 หน้าต่างหลัก คือ main Image window, Zoom window และ Scroll window ซึ่งทั้งสามสามารถเปลี่ยนขนาดได้ (กัลยานี, 2548)

แบบจำลอง

แบบจำลอง HEC-4 (Monthly Streamflow Simulation)

วราวุธ และบัญชา (2540) อ้างโดย จักรพงษ์ แต้วิจิตร (2547) กล่าวว่า แบบจำลอง HEC-4 เป็นโปรแกรม HEC-Series ซึ่งพัฒนาโดย Hydrologic Engineering Center ของ U.S.Army Corps of Engineer ใช้หลักการวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อน(Multiple Regression Analysis) การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะความสัมพันธ์ทางสถิติข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของกลุ่มสถานีจำนวนหนึ่งแล้วสร้างข้อมูลน้ำท่าสังเคราะห์ ซึ่งมีช่วงข้อมูลยาวนานตามต้องการ โดยคงลักษณะความสัมพันธ์ทางสถิติ โปรแกรมจะเติมข้อมูลที่ขาดหายไปและต่อเติมข้อมูลให้มีช่วงเวลายาวนานขึ้น หาค่าสูงสุด ต่ำสุด ของแต่ละเดือน สำหรับช่วงข้อมูลที่ต้องการ นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถใช้กับกลุ่มข้อมูลฝน การระเหย การใช้น้ำ หรือจะนำมาประกอบรวมกันก็ได้

แบบจำลอง MIKE BASIN

แบบจำลอง MIKE BASIN เป็นแบบจำลองสำหรับการจัดสรรน้ำและวางแผนทรัพยากรน้ำ เป็นแบบจำลองแบบโครงข่าย ที่มีแม่น้ำเป็นเสมือนตัวแทนของระบบแหล่งน้ำต่างๆ เชื่อมโยงกันเป็นโครงข่าย การทำงานของ MIKE BASIN ทำงานบนโปรแกรม Arcview version 3.xx แบบจำลองนี้สามารถวิเคราะห์คุณภาพน้ำและใช้ข้อมูลเป็น Time series ในการนำข้อมูลเข้า Time step สามารถใช้งานได้หลากหลาย คือเริ่มตั้งแต่รายวันไปจนถึงรายเดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่ลักษณะงานที่จะใช้ มีการเชื่อมโยงกับโปรแกรม Excell ผู้พัฒนาโปรแกรมได้นำเสนอถึงความง่ายของการใช้โปรแกรม ใช้ข้อมูลน้อย สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งน้ำผิวดิน ใต้ดินและคุณภาพน้ำ (DHI, 2005)

แบบจำลอง NAM

NAM เป็นตัวย่อของ Nedbor Afstromnings Modal (ภาษาแดนิช) เป็นแบบจำลองย่อยในแบบจำลอง MIKE 11 พัฒนาขึ้นโดย The Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งปัจจุบันใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ใช้สำหรับคำนวณปริมาณน้ำท่าโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Rainfall-Runoff) จัดอยู่ในแบบจำลอง Lumped โดยกำหนดให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยเป็นหนึ่งหน่วย ค่าพารามิเตอร์และตัวแปรที่ใช้จะเป็นค่าเฉลี่ยตัวแทนของลุ่มน้ำนั้นๆ และนอกจากนี้ ยังจัดเป็นแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อน ทั้งข้อมูลด้านเข้าที่ต้องการก็ไม่มากนัก โดยแนวคิดของแบบจำลองตั้งอยู่บนพื้นฐานทางกายภาพ และสมการซึ่งจะใช้ร่วมกันในลักษณะกึ่งประสบการณ์ ดังนั้น พารามิเตอร์บางตัวสามารถประมาณจากลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำ เช่น ความลาดชันของลุ่มน้ำ ความลาดชันของแม่น้ำ ความหนาแน่นของแม่น้ำในลุ่มน้ำ ลักษณะดิน ลักษณะชั้นดิน และชนิดของพืชที่ปลูก แต่ในขั้นตอนสุดท้ายค่าพารามิเตอร์ จะถูกประมาณจากการปรับเทียบมาตรฐานจากข้อมูลที่สอดคล้องกัน ซึ่งรายละเอียดพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM แสดงไว้ในภาคผนวก ข (DHI, 2001)

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง NAM ที่ผ่านมา

Poomthaisong (1997) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 และ HEC-5 ในการควบคุมสภาพการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำกกและลุ่มน้ำอิง โดยใช้แบบจำลองคณิตสาตร์ในส่วนของ Rainfall-Ranoff Model ในการหา Local Flow ด้านเหนือน้ำของลุ่มน้ำน่านและใช้ Hydrodynamic Modal ในการจำลองการไหลของน้ำในแม่น้ำน่าน โดยการจำลองการไหลของน้ำแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีการผันน้ำจากแม่น้ำลงสู่อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม และใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-5 ในการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำใหม่ที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุมการเกิดน้ำท่วม

ยุพิน (2542) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 โดยใช้แบบจำลอง NAM ในการจำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ และใช้แบบจำลอง Hydrodynamic จำลองสภาพการไหลน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2533 ถึง 2539 เพื่อการทำนายปริมาณน้ำและระดับน้ำในแม่น้ำสายหลักของระบบลุ่มน้ำบางปะกง และศึกษาการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำหลากที่คาบอุบัติต่างๆ และหามาตรการป้องกันและจัดการน้ำท่วมเนื่องจากอุทกภัย ผลจาก

การคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง NAM กับที่สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง จะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะพบว่าในบางปีค่าที่คำนวณได้จะผิดไปจากความเป็นจริงมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ใช้ไม่เป็นตัวแทนที่ดี ในบางลุ่มน้ำย่อยใช้ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพียงสถานีเดียวเป็นค่าเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ และบางลุ่มน้ำย่อยไม่มีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เลย จึงเป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนดังกล่าว

Arcelus (2000) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง NAM ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า โดยการประเมินพารามิเตอร์ของแบบจำลองทั้งสองในลุ่มน้ำที่มีสถานีวัดน้ำท่า และนำพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS ไปปรับใช้กับลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตามสภาพภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน จากนั้นจึงทำการประเมินพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ในลุ่มน้ำเดียวกันเพื่อให้กราฟน้ำท่าได้จากแบบจำลองNAM เข้ากันได้ดีกับที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS พบว่าวิธีการนี้ให้ผลเป็นที่ยอมรับได้สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีการเก็บข้อมูล

กานดา (2545) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองในลุ่มน้ำน่าน โดยทำการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน ในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง กระทำได้โดยการเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง ผลการศึกษาพบว่า กราฟปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงมีความใกล้เคียงกัน คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-0.98

วิษุวัฒน์ (2546) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM และแบบจำลองอุทกวิทยาน้ำนอง คาดคะเนปริมาณน้ำนองสูงสุดที่เกิดจากพายุฝน โดยเลือกใช้อุทกภัยจากพายุโซนร้อนซีต้า ระหว่างวันที่ 22-27 สิงหาคม พ.ศ.2540 และเหตุการณ์อุทกภัยจากร่องความกดอากาศต่ำ ระหว่างวันที่ 10-15 มีนาคม 2544 และเปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อมูลที่ทำการตรวจวัดได้จาก สถานีวัดน้ำท่า 4 สถานี ได้แก่ X.46 X.64 X.158 และ X.53A ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ทั้งแบบจำลอง NAM และแบบจำลองอุทกวิทยาน้ำนองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำทั้งสองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดได้ดีและมีความถูกต้องระดับหนึ่ง ซึ่งอย่างไรก็ดีแบบจำลอง NAM จะให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดได้ดีกว่าแบบจำลองอุทกวิทยาน้ำนองเป็นส่วนใหญ่

สุประภาพ (2547) ได้เปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง MIKE 11 และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ(Back-Propagation Neural Network (BPNN) Modal) ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมรายชั่วโมง สำหรับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้แก่ สถานี P.1 P.67 P.73 P.75 และ PE.2 การศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองย่อยของ MIKE 11 คือ แบบจำลอง NAM และแบบจำลอง MIKE 11 HD วัตถุประสงค์ของการใช้แบบจำลอง NAM คือ ประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าด้านข้างของแม่น้ำปิงในลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ และจากการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่าแบบจำลอง BPNN มีประสิทธิภาพในการประเมินมากกว่าแบบจำลอง MIKE 11

วิสัยทัศน์เรื่องน้ำแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการทรัพยยากรน้ำแห่งชาติ อ้างโดย มิ่งสรรพ์ และคณะ (2544) กล่าวว่า วิสัยทัศน์น้ำแห่งชาติ คือ ภายในปี 2568 ประเทศไทยจะมีน้ำใช้อย่างพอเพียงและมีคุณภาพ โดยมีระบบบริหารจัดการองค์กร ระบบกฎหมายในการใช้ทรัพยากรน้ำที่เป็นธรรม ยั่งยืน โดยคำนึกถึงคุณภาพชีวิตและการมีส่วนร่วมในทุกระดับ

นโยบายน้ำแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ อ้างโดย มิ่งสรรพ์และคณะ (2544) สรุปกรอบนโยบายน้ำแห่งชาติได้ดังนี้

1. เร่งรัดให้มีพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ เป็นกฎหมายหลักในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ โดยทบทวนและปรับปรุงพระราชบัญญัติที่มีอยู่ และเร่งดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้สามารถนำไปสู่การมีผลบังคับใช้ รวมทั้งจะต้องพิจารณาปรับปรุงแก้ไขกฎหมายและระเบียบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้อง

2. จัดให้มีองค์กรเพื่อบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้งในระดับชาติ ในระดับลุ่มน้ำและระดับท้องถิ่นที่มีกฎหมายรองรับ โดยให้องค์กรระดับชาติมีหน้าที่ในการกำหนดนโยบาย กำกับและประสานให้เกิดการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ และให้องค์กรระดับลุ่มน้ำและระดับท้องถิ่นมีหน้าที่ในการจัดทำแผนการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำ โดยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วม

3. เน้นการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมและเป็นธรรมสำหรับการใช้น้ำต่างๆ ทั้งเพื่อตอบสนองความจำเป็นพื้นฐานด้านเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภค โดยจัดลำดับความสำคัญของประเภทการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ภายใต้กติกาการจัดสรรน้ำที่ชัดเจน และให้ผู้ใช้น้ำมีส่วนรับผิดชอบในการรับบริการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการมีส่วนร่วมของผู้รับบริการและระดับการให้บริการ

4. กำหนดทิศทางที่ชัดเจนในการจัดหาน้ำและพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อจัดหาน้ำต้นทุนที่สอดคล้องกับศักยภาพและความต้องการ มีคุณภาพเหมาะสำหรับทุกกิจกรรม โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำธรรมชาติอื่นๆ และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องเป็นสำคัญ

5. จัดหาและพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรให้แก่เกษตรกรอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม เพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานในการทำการเกษตร และอุปโภคบริโภค เช่นเดียวกับการให้บริการขั้นพื้นฐานของรัฐด้านอื่นๆ

6. พัฒนาและบรรจุความรู้เรื่องน้ำในหลักสูตรของทุกระดับการศึกษาเพื่อปลูกฝังสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนตระหนักถึงคุณค่าของน้ำ เข้าใจความสำคัญของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ความจำเป็น และหน้าที่ในการดูแลรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

7. สนับสนุนและส่งเสริมการมีส่วนร่วม พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบการมีส่วนร่วมสิทธิและหน้าที่อย่างชัดเจนของประชาชน องค์กรเอกชนและหน่วยงานของรัฐ ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างชัดเจน ทั้งการใช้น้ำ การดูแลรับผิดชอบ การอนุรักษ์แหล่งน้ำและการตรวจสอบดูแลรักษาคุณภาพน้ำ เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

8. เร่งรัดให้มีการวางแผนการบรรเทาและแก้ไขปัญหาอุทกภัย และภัยแล้งทั้งการเตือนภัย การกำหนดแนวทางการบรรเทาและการฟื้นฟูบูรณะภายหลังการเกิดภัยอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรม โดยคำนึงถึงการใช้ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง

9. สนับสนุนงบประมาณสำหรับแผนปฏิบัติตามนโยบาย รวมทั้งการวิจัย การประชาสัมพันธ์ การรวบรวมข้อมูลข่าวสาร และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับเรื่องน้ำต่อสาธารณชนอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง

การบริหารและจัดการน้ำ

การจัดการน้ำ คือ ความพยายามที่จะนำน้ำจากแหล่งน้ำไปทำการเพาะปลูก โดยอาศัยหลักการจัดการ ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติการ การติดตามผล การประเมินผลและการวิเคราะห์ปรับปรุงแผนงาน เพื่อให้การใช้น้ำเกิดประโยชน์สูงสุด ตามวัตถุประสงค์ของโครงการชลประทานที่วางไว้ โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำน้อยที่สุด และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (วราวุธ, 2538)

บัญชา (2541) กล่าวว่า การวางแผนการส่งน้ำมีวัตถุประสงค์ก็เพื่อทำให้ปริมาณน้ำที่จัดส่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำที่ต้องการมากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การคาดการณ์ปริมาณน้ำต้นทุน ซึ่งอาจจะง่ายหรือยากแล้วแต่สถานการณ์ โดยมักถูกจำกัดจากข้อแม้ทางกายภาพ เช่น ความจุของเครื่องสูบน้ำ ขนาดคลองส่งน้ำ ซึ่งอาจใช้ความน่าจะเป็นมาช่วยในการวิเคราะห์คาดการณ์ปริมาณน้ำต้นทุน

2. การประมาณความต้องการน้ำ ซึ่งมักทราบจากแผนปลูกพืช และประสิทธิภาพการส่งน้ำทั้งในระดับแปลงนาและระดับโครงการ หลังจากทราบแผนปลูกพืชและพื้นที่เพาะปลูกที่แน่นอนก็สามารถคำนวณความต้องการน้ำได้ โดยคำนึงถึง ชนิดของดิน สภาพภูมิอากาศ พืช และประสิทธิภาพการส่งน้ำ

3. การจัดสรรน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการน้ำ เป็นงานที่ค่อนข้างยาก โดยสามารถแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

3.1 เมื่อน้ำต้นทุนมีอย่างพอเพียง เป็นลักษณะที่ง่ายต่อการดำเนินงานแต่อย่างไรก็ดียังจำเป็นที่จะต้องตรวจดูความต้องการน้ำสูงสุด และความต้องการน้ำรวม

3.2 เมื่อมีการขาดน้ำปานกลาง (มีน้ำประมาณ 80-90% ของความต้องการ) จะเป็นลักษณะที่ประสบในปีที่แล้ง หรือช่วงที่มีการใช้น้ำสูงมาก ซึ่งอาจบรรเทาได้จากการปรับแผนการจัดสรรน้ำ

3.3 เมื่อมีการขาดน้ำอย่างรุนแรง ไม่ค่อยประสบในประเทศไทย จะเกิดกับเขตแห้งแล้ง เช่น อินเดีย และตะวันออกกลาง ซึ่งปริมาณน้ำตันทุนจะพอเพียงต่อพื้นที่ 40-60 % ของโครงการเท่านั้น โครงการเหล่านี้มักมีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการที่ดี

4. การกำหนดมาตรการในการจัดสรรน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

4.1 แผนการปลูกพืช เพื่อลดความต้องการน้ำ โดย

1) ปรับเวลาเพาะปลูก ให้ยาวนานขึ้นเพื่อลดความต้องการน้ำสูงสุด

2) เปลี่ยนชนิดของพืช เป็นพืชที่ใช้น้ำน้อยลง เช่น จากข้าวเป็นถั่วเหลือง

3) ลดพื้นที่ชลประทาน จำเป็นอย่างมากเมื่อน้ำต้นทุนมีน้อย โดยอาจต้องใช้มาตรการเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมในการลดพื้นลดชลประทาน

4.2 การดำเนินการกระจายน้ำ เพื่อลดความต้องการน้ำโดย

1) ลดการกระจายน้ำ โดยอาจเลือกส่งน้ำให้เฉพาะพืชที่มีมูลค่าสูง หรือ การลดปริมาณน้ำอย่างเป็นสัดส่วน (ตามพื้นที่ หรือ ความต้องการน้ำ หรือช่วงอายุของพืช เป็นต้น) หรือการขยายช่วงระหว่างการให้น้ำแต่ละครั้ง (extend interval) แต่อาจประสบปัญหาเกี่ยวกับช่วงการเติบโตของพืชและความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

2) เปลี่ยนวิธีการกระจายน้ำ เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติเพราะจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบ เช่น การเปลี่ยนจากการส่งน้ำแบบต่อเนื่อง เป็นการส่งน้ำระบบหมุนเวียน

4.3 การเก็บค่าน้ำ อาจทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลง แต่ต้องระมัดระวังในการตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำ ทั้งนี้เกษตรกรต้องมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างดิน พืช และน้ำ ด้วย

4.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการชลประทาน โดยการปรับปรุงเทคนิคและวิธีการจัดสรรน้ำ รวมถึงการอนุรักษ์น้ำ และการเพิ่มน้ำต้นทุน โดยการหาแหล่งน้ำเพิ่มเติม หรือนำน้ำที่ระบายออกจากแปลงกลับมาใช้อีก เป็นต้น

การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน คือ กระบวนการในการส่งเสริมการประสานการพัฒนาและจัดการน้ำ ดินและทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมอย่างทัดเทียมกัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของระบบนิเวศที่สำคัญ (อภิชาต, 2546)

กรอบและวิธีการบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสานต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกื้อหนุนต่อระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบหลักได้แก่

1. สภาวะแวดล้อมที่อำนวย อันได้แก่ กรอบนโยบายของชาติ กฎหมาย ข้อบังคับและข้อมูลสำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำของผู้มีส่วนได้เสีย

2. บทบาทของสถาบัน อันได้แก่ บทบาทขององค์กรบริหารระดับต่างๆ และของผู้มีส่วนได้เสีย

3. เครื่องมือในการบริหารจัดการ อันได้แก่ เครื่องมือหรือกลไกในการปฏิบัติเพื่อควบคุม ติดตามผลและกำกับอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับผู้มีอำนาจตัดสินใจใช้ในการกำหนดทางเลือก ทั้งนี้แนวทางเลือกเหล่านี้ ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของนโยบายที่เป็นที่ยอมรับทรัพยากรที่มีอยู่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลพวงทางสังคมเศรษฐกิจ

องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารน้ำ

กรมทรัพยากรน้ำ (2549) กล่าวว่า รูปแบบองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการลุ่มน้ำ ดังนี้

1. องค์กรรูปแบบของราชการ ซึ่งจากการประกาศการปฏิรูประบบราชการเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2545 ได้มีการจัดตั้งกระทรวงใหม่ ให้มีหน้าที่บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คือ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ยังมีกระทรวงอื่นๆ ที่มีบทบาท และหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการลุ่มน้ำ ประกอบด้วย

1.1 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีกรมที่เกี่ยวข้องจำนวน 6 กรม คือ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมส่งเสริมการเกษตร กรมประมง สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร และกรมปศุสัตว์

1.2 กระทรวงมหาดไทย ประกอบด้วย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมการปกครอง สำนักงานปลัดกระทรวง การประปาส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.3 กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการใช้น้ำซึ่งเป็นสาธารณูปโภคที่จำเป็น และสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรม

1.4 กระทรวงพลังงาน ประกอบด้วยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และการไฟฟ้าผ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.5 กระทรวงคมนาคม คือ กรมการขนส่งทางน้ำและพานิชยนาวี

2. องค์กรในรูปแบบของคณะกรรมการทำหน้าที่การบริหารทรัพยากรน้ำของชาติ การนำองค์กรแบบคณะกรรมการมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ กล่าวได้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของระบอบประชาธิปไตย คณะกรรมการประกอบด้วยกลุ่มบุคคลซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำกำหนดขึ้นเพื่อให้ดำเนินบริหารจัดการ การทำงานจะเป็นการกระทำของกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกรรมการด้วยกัน เป็นรูปแบบที่นำมาใช้อย่างกว้างขวาง เมื่อมีการตั้งคณะกรรมการแล้วควรกำหนดอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการให้ชัดเจน คุณลักษณะของแต่ละบุคคลจะต้องเป็นข้อพิจารณาเบื้องต้น ฉะนั้นเวลาเลือกกรรมการควรคำนึงถึงหน้าที่คณะกรรมการด้วย ควรกำหนดวิธีพิจารณาเพื่อให้มีการปฏิบัติที่รวดเร็ว การเลือกหรือการแต่งตั้งประธานให้ถูกต้อง

คณะกรรมการทำงานภายใต้กระบวนการ กลุ่มการพิจารณาและการตัดสินของกลุ่ม ซึ่งกลุ่มจะประกอบด้วย ประสบการณ์ของบุคลากรอย่างกว้างขวาง มีความชำนาญ เกิดการแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่กระจ่าง กลุ่มสามารถหลีกเลี่ยงการใช้อำนาจของบุคคลคนเดียวตัดสินใจในปัญหาสำคัญ คณะกรรมการจะประกอบด้วยตัวแทนของกลุ่มที่มีส่วนได้เสียอยู่ในการพิจารณาปัญหาต่างๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มกระตุ้นสมาชิกกลุ่มให้เกิดการมีส่วนร่วมมากขึ้น และข้อสำคัญสามารถหลีกเลี่ยงการปฏิบัติการที่ไม่ต้องการได้ เนื่องจากอิทธพลของกลุ่มก่อให้เกิดอำนาจและพลังในการดำเนินการมากขึ้น การดำเนินการในรูปแบบคณะกรรมการต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องมีการพิจารณาดำเนินการจัดเตรียมงบประมาณให้เพียงพอ

สำหรับการแต่งตั้งคณะทำงานลุ่มน้ำสาขา คณะทำงานระดับอำเภอ และคณะทำงานระดับตำบลจะเป็นการส่งเสริมการจัดตั้งองค์กรจากระดับล่างสุด คือ ระดับหมู่บ้าน ขึ้นมาสู่ระดับสาขา ซึ่งองค์ประกอบขององค์กรจะประกอบด้วยส่วนราชการ ส่วนการปกครองท้องถิ่น ส่วนประชาชน และส่วนผู้ทรงคุณวุฒิหรือปราชญ์ท้องถิ่นหรือผู้ที่ได้รับการยอมรับจากชุมชน

กรมทรัพยากรน้ำ (2549) กล่าวว่า องค์กรบริหารจัดการลุ่มน้ำในระดับต่างๆ มีดังนี้

1. คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ เป็นองค์กรระดับชาติ ที่จัดตั้งขึ้นตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พ.ศ. 2532 เรียกโดยย่อว่า “กทช.” มีนายกรัฐมนตรีเป็นประธานและบุคคลซึ่งนายกรัฐมนตรีแต่งตั้งเป็นกรรมการประกอบด้วย รองนายกรัฐมนตรี 1 คน ที่นายกรัฐมนตรีมอบหมายให้เป็นประธานกรรมการ

รัฐมนตรี ปลัดกระทรวง อธิบดี หัวหน้าส่วนรัฐวิสาหกิจ ผู้แทนองค์กร ผู้ใช้น้ำภาคต่างๆ นักวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แทนองค์กรพัฒนาเอกชน ฯลฯ โดยมีอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำเป็นกรรมการและเลขานุการ รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำที่ได้รับมอบหมายและผู้อำนวยการสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรน้ำเป็นผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะอนุกรรมการลุ่มน้ำ คือ บุคคลที่คัดเลือกจากข้าราชการ ผู้แทนรัฐวิสาหกิจ ผู้แทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้แทนองค์กรผู้ใช้น้ำ ผู้มีส่วนได้มีส่วนเสียเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรน้ำ ซึ่งปฏิบัติหน้าที่หรืออาศัยอยู่ในลุ่มน้ำและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยมีสัดส่วนและจำนวนตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับประธานอนุกรรมการและเลขานุการให้การแต่งตั้งจากคณะอนุกรรมการในลุ่มน้ำนั้นๆ และให้มีผู้ช่วยเลขานุการได้ตามความจำเป็น

3. คณะทำงานด้านวิชาการ คือ บุคคลที่คณะอนุกรรมการลุ่มน้ำได้แต่งตั้งขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่เฉพาะด้านอาจจะมาจากคณะอนุกรรมการลุ่มน้ำ หรือจากบุคคลอื่นที่คณะกรรมการลุ่มน้ำเห็นเหมาะสม แต่จะต้องมีผู้แทนเกษตรกรระดับอำเภอ เข้ามาเป็นคณะทำงานแต่ละด้าน อำเภอละ 1 คน คณะทำงานเฉพาะด้านในระยะแรก ควรประกอบด้วย คณะทำงาน ด้านแผนงบประมาณทรัพยากรน้ำ ด้านข้อมูล และด้านประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนหรือด้านอื่นๆ ตามความจำเป็น

4. คณะทำงานระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล ประกอบด้วย ผู้แทนหน่วยราชการ ผู้แทนกลุ่มผู้ใช้น้ำภาคส่วนต่างๆ ได้แก่ ภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม พานิชยกรรม การท่องเที่ยว ผู้แทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อบจ. อบต. เทศบาล) ผู้แทนสถาบันการศึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการ องค์กรพัฒนาเอกชน (NGO) ที่ได้รับการคัดสรรและแต่งตั้งจากคณะกรรมการลุ่มน้ำ ในจำนวนที่เหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคอมพิวเตอร์และแบบจำลอง ได้แก่ โปรแกรม Arcview 3.1, โปรแกรม ENVI, แบบจำลอง HEC- 4, แบบจำลอง NAM และ แบบจำลอง MIKE BASIN

2. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

3. แผนที่อุทกธรณีวิทยา ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

4. ข้อมูลลักษณะทางกายภาพทั่วไป ของลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้แก่ ที่ตั้งและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลทรัพยากรดินและการใช้ที่ดิน

วิธีการ

1. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 รวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 เพื่อใช้ศึกษาถึงลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำ

1.2 ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

1.2.1 ภูมิอากาศ

การรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศประกอบด้วย ความชื้นสัมพันธ์ ความเร็วลม และปริมาณการคายระเหยจากถาดวัดการระเหย ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดนครสวรรค์ กรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ปี 2539-2548 แสดงได้ดังตารางภาคผนวก ก ที่ 1- 3 เพื่อคำนวณความต้องการน้ำของพืช

1.2.2 ปริมาณฝน

รวบรวมปริมาณฝนรายเดือน ที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังจากกรมอุตุนิยมวิทยา และ กรมชลประทานจำนวน 9 สถานี ช่วงสถิติของข้อมูลตั้งแต่ปี 2539 – 2548 ซึ่งได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 14 และภาพที่ 5 ทำการต่อข้อมูลสถานีน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 และตรวจสอบความความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของการต่อขยายข้อมูลด้วยวิธี F-test และ t-test ตามลำดับ และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลสถานีน้ำฝนด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวี (Double Mass Curve) โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนแสดงได้ดังตารางภาคผนวก ก ที่ 4-11

1.2.3 ปริมาณน้ำท่า

รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน ที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังจากกรมชลประทาน จำนวน 4 สถานี ช่วงสถิติของข้อมูลตั้งแต่ปี 2539 – 2548 แสดงดังตารางที่15 และภาพที่ 6 โดยข้อมูลปริมาณน้ำท่าแสดงได้ดังตารางภาคผนวก ก ที่ 12-ก15

ตารางที่ 14 แสดงพิกัดที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง และช่วงเวลาการบันทึกข้อมูล

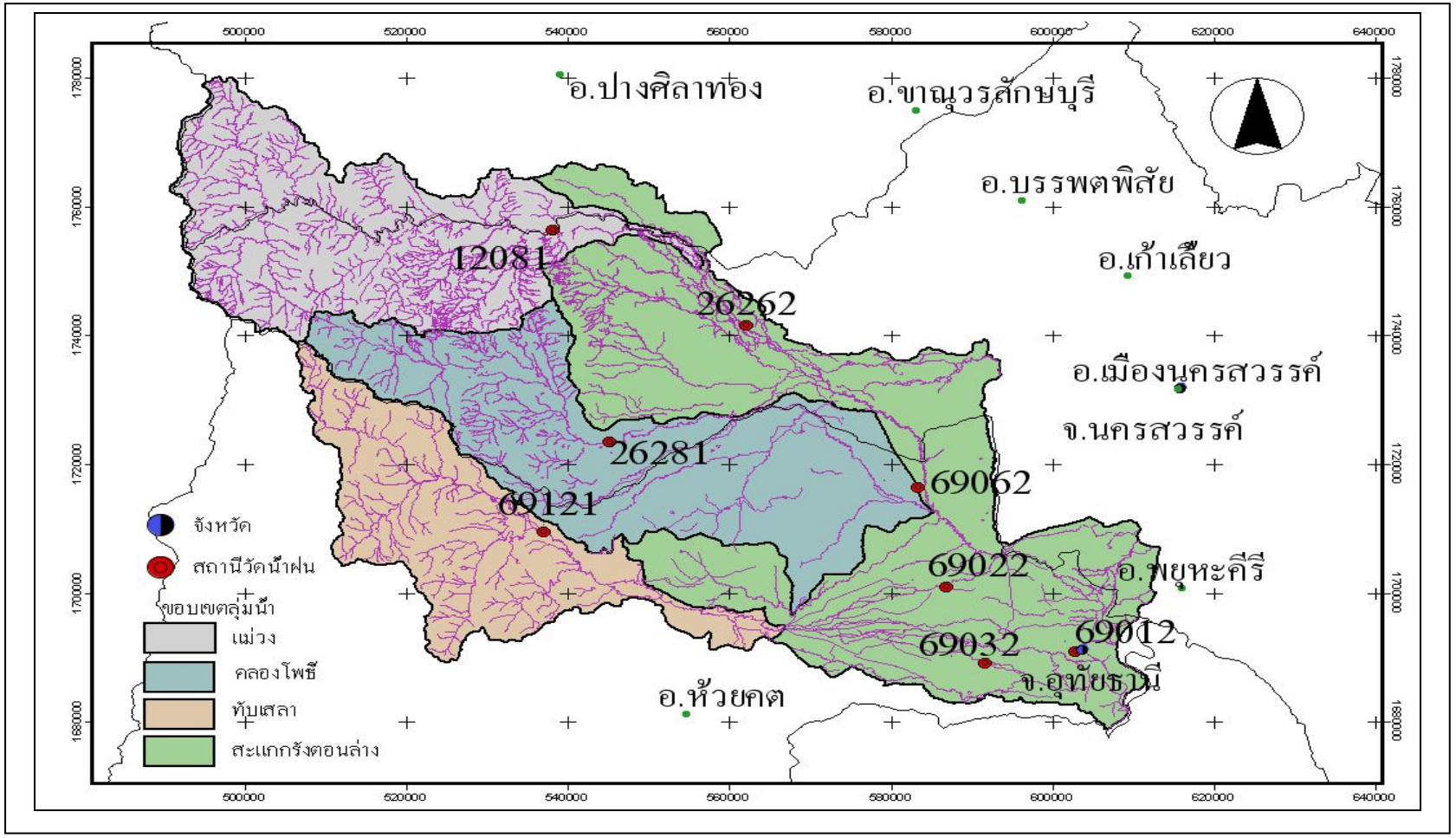
รหัสสถานี	สถานที่	ละติจูด	ลองติจูด	ช่วงปีที่ใช้ข้อมูล
12081	บ.ปางมะค่า	15-54-36	99-24-36	2539-2548
26262	อ.ลาดยาว	15-28-48	99-41-24	2539-2548
26281	อ.ลาดยาว	15-27-27	99-53-34	2539-2548
69012	อ.เมืองอุทัยธานี	15-22-39	100-01-41	2539-2548
69022	อ.ทัพทัน	15-27-27	99-53-34	2539-2548
69032	อ.หนองขาหย่าง	15-21-45	99-55-57	2539-2548
69062	อ.สว่างอารมณ์	15-34-55	99-51-49	2539-2548
69121	บ.บุ่งอ้ายเจี้ยม	15-31-38	99-28-10	2539-2548

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

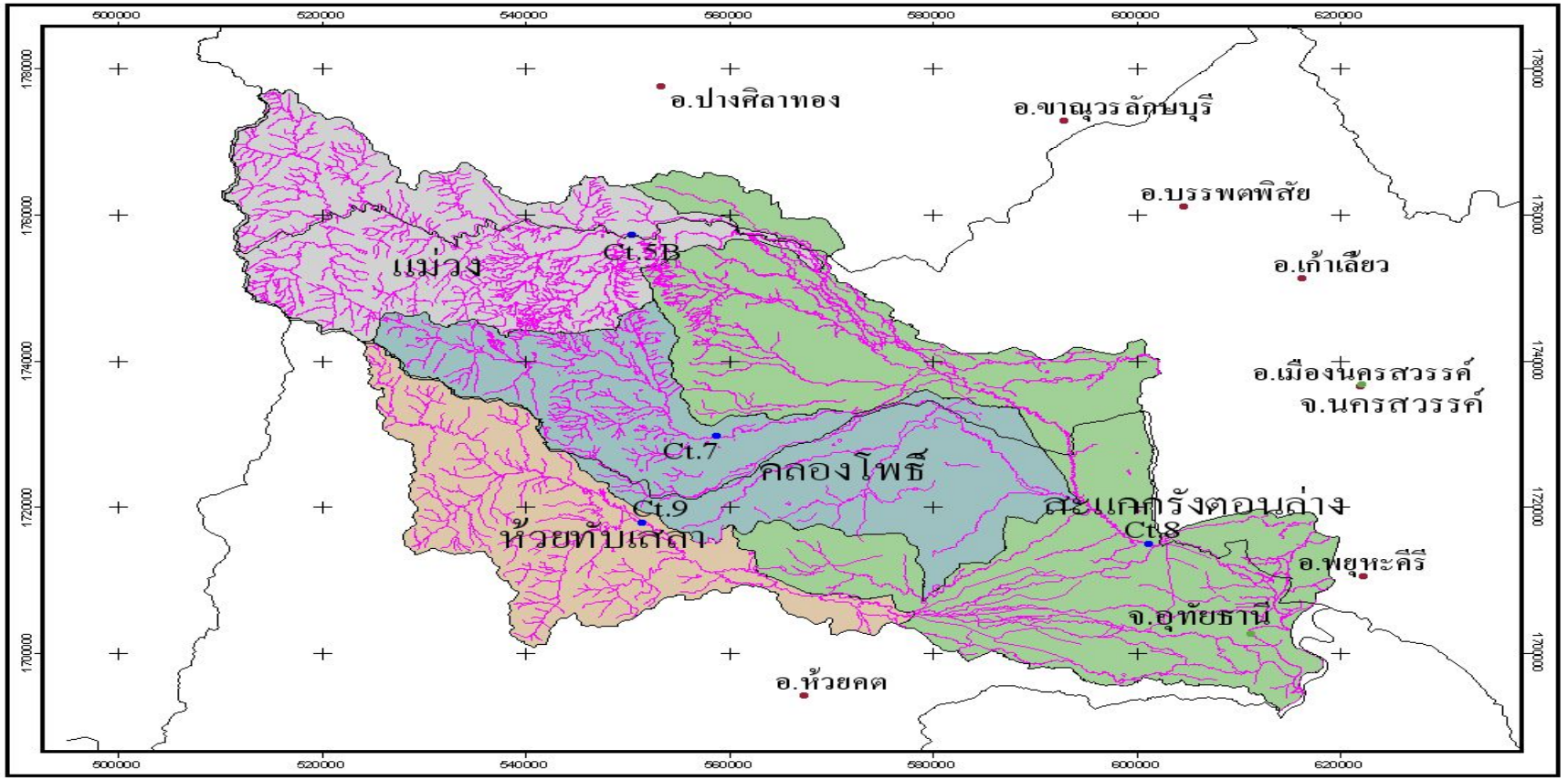
ตารางที่ 15 แสดงสถานีวัดน้ำท่าในเขตลุ่มน้ำสะแกกรัง ขนาดพื้นที่และช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูล

รหัสสถานี	**สถานที่**	**พื้นที่รับน้ำ (Km^2)**	**ละติจูด**	**ลองติจูด**	**ช่วงปี ที่บันทึก**
Ct.5B	บ.เขาชนกัน	930	15-54-10	99-27-43	2539-2548
Ct.7	บ.ใหม่คลองเจริญ	457	15-38-24	99-32-24	2539-2548
Ct.8	บ.โคกหม้อ	3,410	15-29-50	99-56-28	2544-2545
Ct.9	บ.บุ่งอ้ายเจี๋ยม	522	15-31-35	99-28-10	2539-2548

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรัง



ภาพที่ 5 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา

1.3 ข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยา

รวบรวมข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยา ได้แก่ แผนที่อุทกธรณีวิทยา ในเขตลุ่มน้ำสะแกรัง จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

1.4 ข้อมูลการใช้ที่ดิน

รวบรวมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมปี 2549 ในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรังและทำการแปลภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม ENVI เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการใช้ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรังของปี 2549

1.5 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ

รวบรวมข้อมูลโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลาและโครงการแม่วงก์แสดงไว้ในภาคผนวก ข ได้แก่

1.5.1 พื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำทับเสลาและแม่วง

1.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความจุอ่าง และพื้นที่ผิวอ่าง ดังตารางภาคผนวกที่ ค1 และ ตารางภาคผนวกที่ ค2

1.5.3 พื้นที่รับประโยชน์ของโครงการ

1.6 ข้อมูลความต้องการน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวมรวมความต้องการน้ำด้านต่างๆ ดังนี้

1.6.1 ความต้องการน้ำอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรมและปศุสัตว์

ความต้องการน้ำด้านอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรมและปศุสัตว์อ้างอิงจากแผนรวมบริหารการจัดการทรัพยากรน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน ของกรมทรัพยากรน้ำ

1.6.2 ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร

1) ความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี

ความต้องการน้ำของพืชใช้ข้อมูลรูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำสะแกกรัง แสดงไว้ในภาคผนวก ค มาทำการคำนวณความต้องการน้ำของพืชโดยใช้ค่า Kc ของกรมชลประทาน โดยใช้สมการ

$$Etc = Kc*Kp*Epan \quad (15)$$

โดยที่

ETc = ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร หน่วย มิลลิเมตร

Kc = สัมประการใช้น้ำของพืช

Kp = สัมประสิทธิ์การคายระเหยจากถาดวัด Class-A

Epan = ค่าการคายระเหยจากถาดวัด Class-A หน่วย มิลลิเมตร

2) ความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน

เนื่องด้วยระบบการชลประทานมีการสูญเสียปริมาณน้ำระหว่างส่งด้วยการรั่วซึม ประสิทธิภาพของการส่งน้ำ และยังมีปริมาณที่ชดเชยปริมาณความต้องการน้ำในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดการรั่วซึมเท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วัน ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง กำหนดน้ำเตรียมแปลงในฤดูฝน เท่ากับ 200 มิลลิเมตร และ ฤดูแล้ง เท่ากับ 300 มิลลิเมตร ฝนใช้การดังสมการที่ 15 และ 16 และประสิทธิภาพชลประทาน ดังตารางที่ 9 จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้แปลงเพาะปลูกคำนวณจากสมการที่ 16

$$IWD = (CWR+Inf-Re)/IrEff \quad (16)$$

โดยที่

IWD = ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม./วินาที)

CWR = ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี (ลบ.ม./วินาที)

Inf = ปริมาณน้ำที่รั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก (ลบ.ม./วินาที)

Re = ปริมาณฝนใช้การ (ลบ.ม./วินาที)

IrEff = ประสิทธิภาพชลประทาน

1.6.5 ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์

ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์สามารถประเมินโดยใช้เปอร์เซ็นไทล์ที่ 15 ของปริมาณน้ำท่าต่ำสุดในฤดูแล้งของแต่ละลำน้ำมากำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ

2. การสร้างข้อมูลน้ำท่าส่วนที่ขาดหาย

2.1 สถานี Ct.7

เนื่องด้วยสถานี Ct.7 มีข้อมูลบางเดือนขาดหายไปจึงทำการต่อข้อมูลด้วยโปรแกรม HEC-4 และตรวจสอบความความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของการต่อขยายข้อมูลด้วยวิธี F-test และ t-test ตามลำดับ

2.2 สถานี Ct.8

เนื่องจากข้อมูลของสถานี Ct.8 มีการตรวจวัดในช่วงที่ทำการศึกษา 2 ปี คือ ปี 2544 และ 2545 จึงต้องทำการสร้างข้อมูลน้ำท่าของสถานี Ct.8 จากน้ำฝนด้วยแบบจำลอง NAM และตรวจสอบความน่าเชื่อถือทางสถิติเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. วิเคราะห์สมดุลน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังโดยใช้แบบจำลอง MIKE BASIN

วิเคราะห์สมดุลน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังโดยใช้แบบจำลอง MIKE BASINโดยทำการจำลองสภาพระบบอ่างเก็บน้ำทับเสลาและอ่างเก็บน้ำแม่วง เพื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำของพื้นที่ชลประทาน การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอ่างเก็บน้ำทับเสลาและแม่วง ปริมาณน้ำบริเวณจุดออกของลุ่มน้ำ เพื่อประกอบการจัดทำบัญชีน้ำในลุ่มน้ำต่อไป

4. การปรับเทียบแบบจำลอง

ทำการปรับเทียบแบบจำลองโดยกำหนดจุดควบคุมบริเวณท้ายน้ำและสอบเทียบระหว่างผลที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริงของสถานีวัดน้ำภายในลุ่มน้ำสะแกกรัง

5. วิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ในการวิเคราะห์บัญชีน้ำเป็นรายเดือนในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ซึ่งในการประเมินองค์ประกอบของบัญชีน้ำนั้น บางส่วนจะทำจากการประเมินจากแบบจำลอง และบางส่วนทำการประเมินโดยใช้หลักการและทฤษฎีต่างๆ แผนภาพรายละเอียดการประเมินองค์ประกอบของบัญชีน้ำสรุปได้ดังภาพที่ 4 โดยทำการประเมินองค์ประกอบบัญชีน้ำดังนี้

5.1 ปริมาณน้ำไหลเข้า

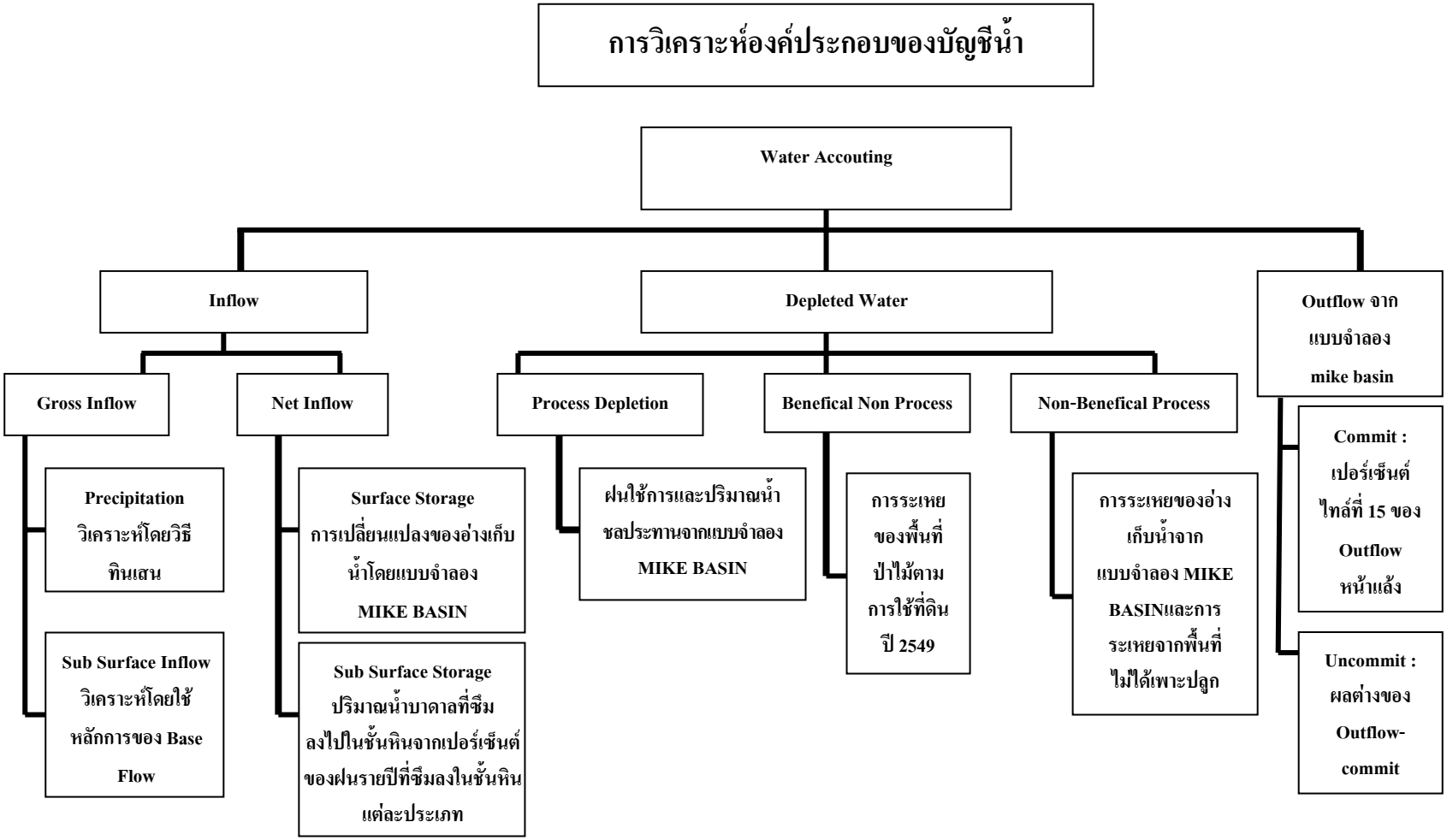
5.1.1 ปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด

1) ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำไหลเข้าสามารถประเมินได้จากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่วง คลองโพธิ์ ทับเสลา สะแกกรังตอนล่าง ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนโดยวิธีธีเอสเสน (Thiessen)

2) ปริมาณน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลเข้าสามารถประเมินโดยใช้กราฟน้ำท่า ณ จุดออกของลุ่มน้ำสะแกกรังแยกการไหลพื้นฐานจากปริมาณน้ำไหลออกในลุ่มน้ำโดยวิธีเส้นตรง



ภาพที่ 6 แสดงภาพประเมินองค์ประกอบของบัญชีน้ำ

5.1.2 ปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิ

ปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิ สามารถคำนวณ โดยข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมดได้แก่ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำใต้ดิน และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำกักเก็บของผิวดินและใต้ดินโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ปริมาณน้ำเก็บกักผิวดิน ทำการวิเคราะห์จากแบบจำลอง MIKE BASIN

ข. ปริมาณน้ำเก็บกักใต้ดิน ทำการประเมินโดยใช้ข้อมูลประเภทหินอุ้มน้ำและปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่เพื่อคำนวณปริมาณการเก็บกักใต้ดินของน้ำผิวดินโดยประเภทหินอุ้มน้ำและอัตราการไหลซึมแสดงได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 อัตราการไหลซึมของปริมาณน้ำฝนลงสู่ใต้ดิน

ประเภทหินอุ้มน้ำ	อัตราการไหลซึม(%ของฝนรายปี)
หินร่วน	10
หินแข็งน้ำมาก	5
หินแข็งน้ำปานกลาง	3
หินแข็งน้ำน้อย	2

ที่มา: วจี และ สมชัย (2541) อ้างโดย คณะกรรมการวิสามัญศึกษาแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่สัมฤทธิ์ผลในประเทศไทย (2546)

5.2 ปริมาณน้ำหมดไป

ปริมาณน้ำหมดไป (Depletion) ประกอบด้วย การระเหย (Evaporation: E)ปริมาณน้ำสิ้นสภาพ (Flow to sink: FS) ปริมาณน้ำที่เกิดมลภาวะ(Pollution) ปริมาณน้ำที่ถูกนำไปใช้เพื่อการผลิต (Incorporation into a product) สามารถประเมินองค์ประกอบได้ดังนี้

5.2.1 การใช้น้ำในกระบวนการ คำนวณจากผลรวมการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วย

ก. การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากรายงานการศึกษาแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรังและท่าจีน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ข. การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก สำหรับพื้นเกษตรน้ำฝนประเมินจากฝนใช้การที่ตกในพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก สำหรับพื้นที่ชลประทานประเมินจากปริมาณฝนใช้การที่ตกในพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกและประเมินปริมาณการใช้น้ำชลประทานจากแบบจำลอง MIKE BASIN

ค. การใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากรายงานการศึกษาแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรังและท่าจีน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ง. การใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์ สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากรายงานการศึกษาแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรังและท่าจีน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

5.2.2 การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์

การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง สามารถประเมินได้โดยอยู่ในรูปของการคายระเหยของพื้นที่ป่าไม้ตามลักษณะการใช้ที่ดินปี 2549

5.2.3 การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่มีประโยชน์

การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่มีประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังสามารถประเมินได้โดยอยู่ในรูปของ การคายระเหยของอ่างเก็บน้ำและการคายระเหยของพื้นที่เกษตรกรรมในช่วงที่ไม่มีการทำการเกษตร

5.3 ปริมาณน้ำไหลออก

ปริมาณน้ำไหลออก คือ ปริมาณน้ำทั้งหมดที่เหลือจากปริมาณน้ำที่หมดไปสามารถทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.3.1 ปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะ เป็นปริมาณน้ำที่ต้องไหลออกจากพื้นที่ด้วยข้อตกลงต่างๆ เนื่องจากลุ่มน้ำสะแกกรังไม่มีข้อกำหนดที่ต้องปล่อยน้ำ การประเมินปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะสำหรับการศึกษาครั้งนี้จึงมีเพียง ปริมาณเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ สามารถประเมินโดยใช้เปอร์เซ็นต์ที่ 15 ของปริมาณน้ำท่าหน้าแล้งต่ำสุด

5.3.2 ปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะเป็น ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่หรือบริเวณที่พิจารณา โดยน้ำส่วนนี้เป็นส่วนที่เหลือจากการสูญหาย และไม่มีข้อกำหนดผูกผัน สามารถแยกได้เป็นปริมาณน้ำที่ยังนำมาใช้ได้ (utilizable outflow) กำหนดประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ และปริมาณน้ำไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (Non-utilizable outflow) กำหนดโดยประมาณโดย 3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ

6. การสังเคราะห์ผลการทำบัญชีน้ำ

การสังเคราะห์ผลจากบัญชีน้ำ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำสะแกกรัง ข้อมูลองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารลุ่มน้ำสะแกกรังและข้อมูลด้านนโยบายการบริหารลุ่มน้ำสะแกกรัง เพื่อทราบถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ของลุ่มน้ำสะแกกรัง และศักยภาพในการพัฒนาในด้านนโยบาย สภาพพื้นที่ และการพัฒนาองค์กรการบริหารน้ำในสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำสะแกกรัง

7. กำหนดมาตรการและข้อเสนอแนะในการบริหารน้ำในลุ่มน้ำสะแกกรัง

การกำหนดมาตรการและข้อเสนอแนะในการบริหารน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังต้องมีความสอดคล้องกับนโยบายน้ำแห่งชาติ แผนรวมบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง รวมทั้งศึกษารายงานการศึกษาอื่นๆในลุ่มน้ำสะแกกรัง โดยนโยบายและข้อเสนอแนะต้องไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลและวิจารณ์

การประเมินน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรัง

การประเมินน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรังได้ทำการเลือกสถานีวัดน้ำฝนในเขตลุ่มน้ำสะแกกรัง จำนวน 8 สถานี ได้แก่ 12081 26262 26281 69012 69022 69032 69062 และ 69121 มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการต่อข้อมูลที่ขาดหายของสถานีน้ำฝน

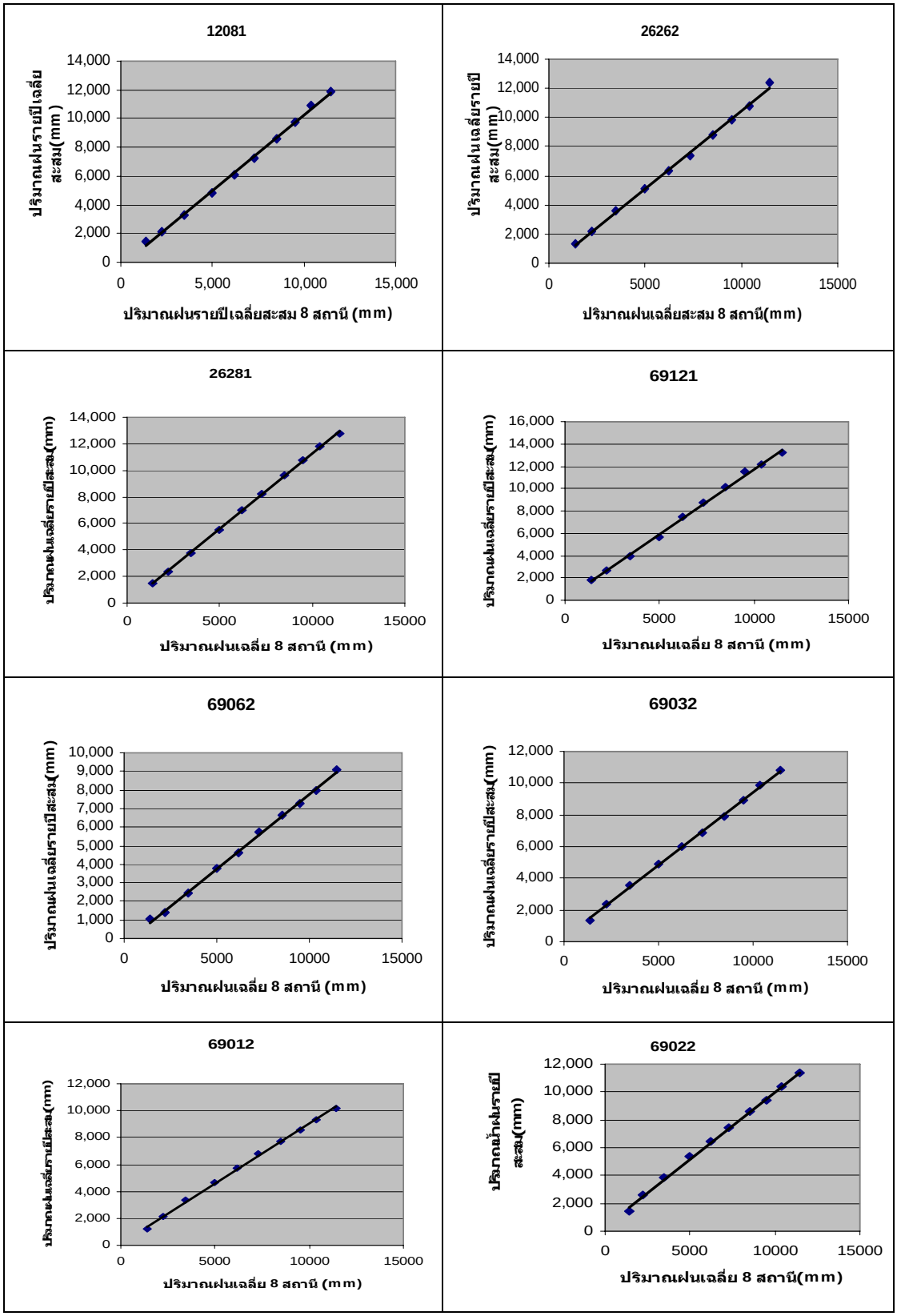
เนื่องจากสถานีน้ำฝนจำนวน 8 สถานี มีข้อมูลที่ขาดหายไปในบางช่วง จึงทำการต่อข้อมูลที่ขาดหายด้วยโปรแกรม HEC-4 และ ซึ่งได้แสดงผลไว้ในตารางภาคผนวกที่ ก5-ก12

2. ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของการต่อข้อมูล

ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลด้วย F-test ของการต่อข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนปรากฏว่า ทุกสถานีที่ทำการต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และผลทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลด้วย t-test ปรากฏว่าทุกสถานีที่ทำการต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงได้ดังตารางภาคผนวกที่ จ1-จ12 แสดงให้เห็นว่าการต่อข้อมูลน้ำในที่ขาดหายไปด้วยแบบจำลอง HEC-4 สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไปได้

3. การตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธี Double Mass Curved

ผลทดสอบข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธี Double Mass Curve ของข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยจำนวน 8 สถานี ของข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ผลปรากฏว่าทุกสถานีมีลักษณะเป็นเส้นตรง มีความลาดชันคงที่ซึ่งได้แสดงว่าข้อมูลน้ำฝนมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งแสดงกราฟของข้อมูลน้ำฝนไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธี Double Mass Curve

4. การคำนวณปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีธีเอสเสน

การคำนวณปริมาณน้ำฝนโดยใช้รูปเหลี่ยมธีเอสเสนแสดงได้ดังตารางที่ 17 และ ภาพที่ 8 ซึ่งจากผลการคำนวณปรากฏว่า ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณทั้งสิ้น 5,774.42 ล้านลูกบาศก์เมตรโดยแบ่งเป็น ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำแม่วง 1,224.83 ล้านลูกบาศก์เมตร ลุ่มน้ำคลองโพธิ์ 1,379 ล้านลูกบาศก์เมตร ลุ่มน้ำทับเสลา 990.71 ล้านลูกบาศก์เมตร ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง 2179.73 ล้านลูกบาศก์เมตร

การประเมินปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งบาดาล

1. การจำแนกชนิดหินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

การประเมินปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำบาดาลได้ทำการจำแนกชั้นหินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง ตามลักษณะการซึมน้ำ ออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1) หินร่วน ได้แก่ Colluvial Deposits Aquifer (Qcl) Old Terrace Deposits Aquifer (Qot) Terrace Deposits Aquifer (Ot) Floodplain Deposits Aquifer (Qfd)

2) หินแข็งน้ำมาก ได้แก่ Lower Khorat Aquifer (TRJIK) Permian Carbonate Aquifer (Pc)

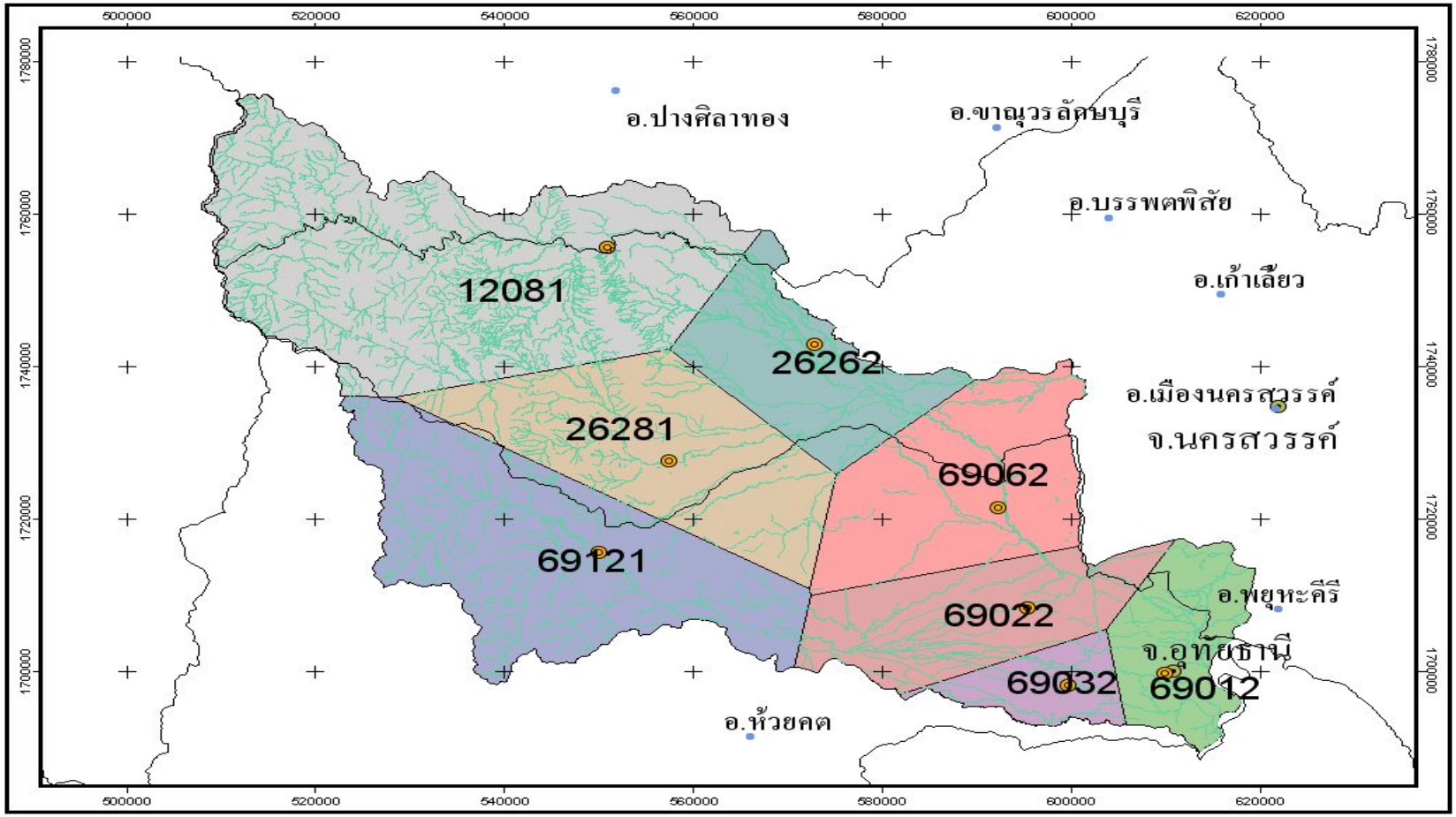
3) หินแข็งน้ำปานกลาง ไม่พบชั้นหินชนิดนี้ในลุ่มน้ำสะแกกรัง

4) หินแข็งน้ำน้อย ได้แก่ Cambrian Metamorphic Aquifer (Emm) Granitic Aquifer (Gr) Precambrian Metamorphic Aquifer (PEmm) Silurian-Devonian Metamophic Aquifer (SDmm) Volcanic Aquifer (Vc)

จากการจำแนกชั้นหินของลุ่มน้ำสะแกกรัง พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรัง มีพื้นที่หินร่วน 2,481.30 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 50.58 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดและบริเวณที่พบมาก คือ ตอนล่างของลุ่มน้ำสะแกกรัง มีหินแข็งน้ำน้อย 237.75 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 4.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดและบริเวณที่พบมาก อยู่บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ หินแข็งน้ำมาก 2,187.47 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 44.58 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดและบริเวณที่พบมาก คือ ตอนบนของลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 18 และภาพที่ 9

ตารางที่ 17 แสดงการคำนวณปริมาณฝนโดยวิธีธีเอสเสน

ลุ่มน้ำ	สถานีวัดน้ำฝน	พื้นที่ ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี มิลลิเมตร	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ล้านลูกบาศก์เมตร
แม่วง	12081	1,025.14	20.89	1,187.07	1,217.23
	26262	6.13	0.12	1,239.96	7.60
รวม		**1,031.27**	**21.02**	-	**1,224.83**
คลองโพธิ์	12081	149.36	3.04	1,187.07	177.30
	26262	47.97	0.98	1,187.07	59.48
	26281	538.33	10.97	1,276.90	687.39
	69121	121.81	2.48	1,319.39	160.71
	69062	286.85	5.85	907.75	260.39
	69022	29.76	0.61	1,137.39	33.85
รวม		**1,174.08**	**23.93**	-	**1,379.12**
ทับเสลา	12081	12.33	0.25	1,187.07	14.64
	26281	4.48	0.09	1,276.90	5.72
	69121	716.78	14.61	1,319.39	945.72
	69022	21.65	0.44	1,137.39	24.63
รวม		**755.24**	**15.39**	-	**990.71**
สะแกกรังตอนล่าง	12081	199.49	4.07	1,187.07	236.81
	26281	139.92	2.85	1,276.90	178.66
	69121	88.56	1.8	1,319.39	116.85
	69062	309.19	6.3	907.55	280.67
	69032	159.73	3.26	1,078.74	172.31
	69012	291.86	5.95	1,017.00	296.82
	69022	399.44	8.14	1,137.39	454.32
	26262	357.47	7.29	1,239.96	443.25
รวม		**1,945.66**	**39.65**	-	**2,179.73**
รวมทั้งสิ้น		**4906.52**	**100**	-	**5,774.72**



ภาพที่ 8 รูปเหลี่ยมธีเอสเสนของสถานีวัดน้ำฝน

2. การหาปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งบาดาล

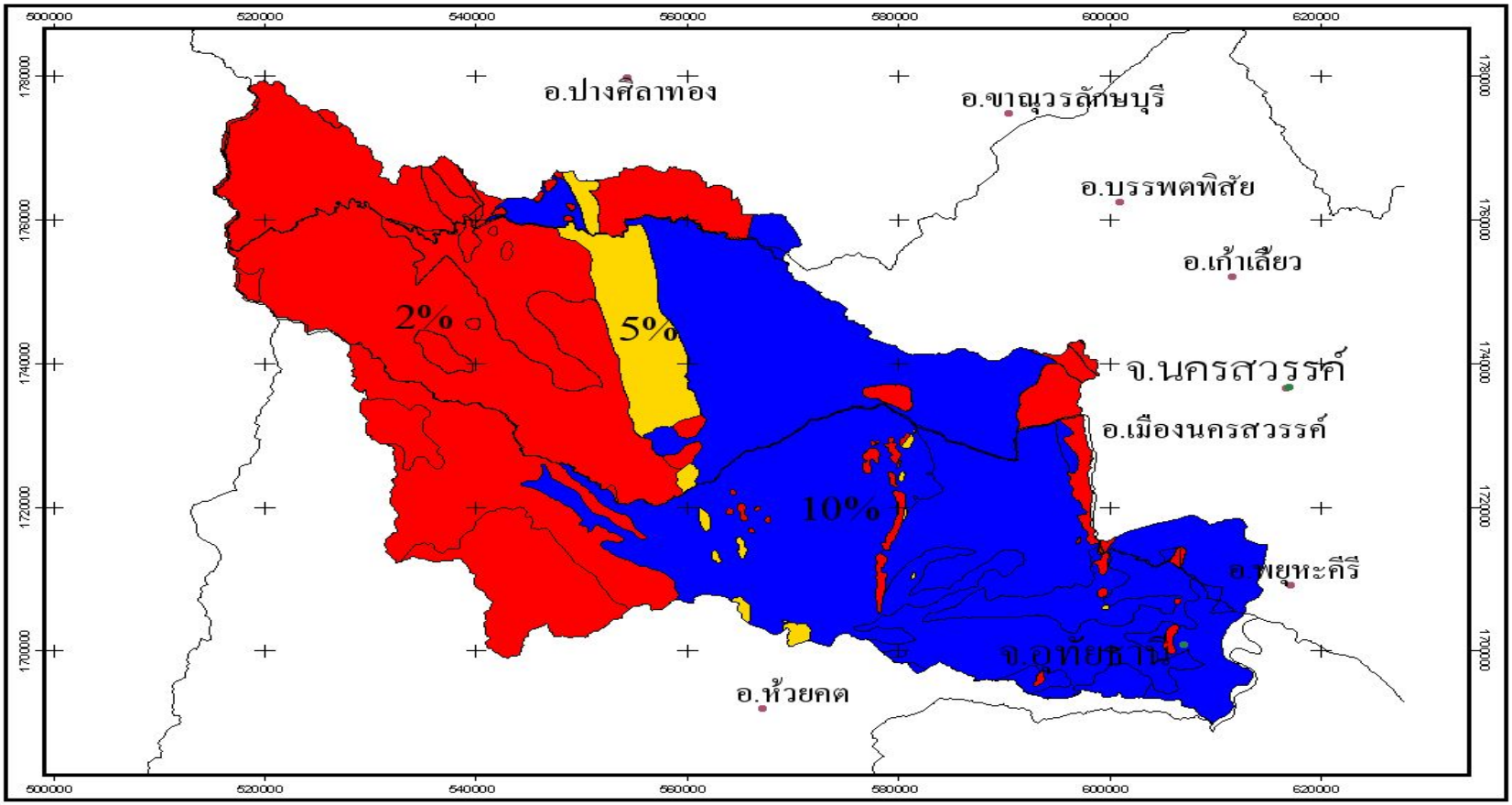
จากพื้นที่ชั้นหินของลุ่มน้ำสะแกรังสามารถประเมินปริมาณฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งบาดาล พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณฝนไหลซึมลงสู่แหล่งบาดาลทั้งสิ้น 428.23 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 18 แสดงพื้นที่ชั้นหินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลำดับ	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่(Km^2)	พื้นที่หินร่วน (Km2)	พื้นที่หินแข็งน้ำน้อย (Km2)	พื้นที่หินแข็งน้ำมาก (Km2)
1	แม่วง	1,031.54	67.74	61.68	902.12
2	คลองโพธิ์	1,174.08	630.96	59.37	483.75
3	ทับเสลา	755.24	128.97	10.62	615.65
4	สะแกกรังตอนล่าง	1,945.66	1,653.63	106.08	185.95
รวม		**4,906.52**	**2,481.30**	**237.75**	**2,187.47**

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำบาดาล

ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาล(ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี)			
	หินร่วน	หินแข็งน้ำน้อย	หินแข็งน้ำมาก	รวม
แม่วง	8.08	21.42	3.66	33.16
คลองโพธิ์	70.48	11.89	3.78	86.15
ทับเสลา	16.63	16.21	0.7	33.54
สะแกกรังตอนล่าง	185.20	3.92	6.58	195.70
รวม	**360.05**	**14.61**	**53.57**	**348.55**



ภาพที่ 9 การจำแนกชั้นอุ้มน้ำหินบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง

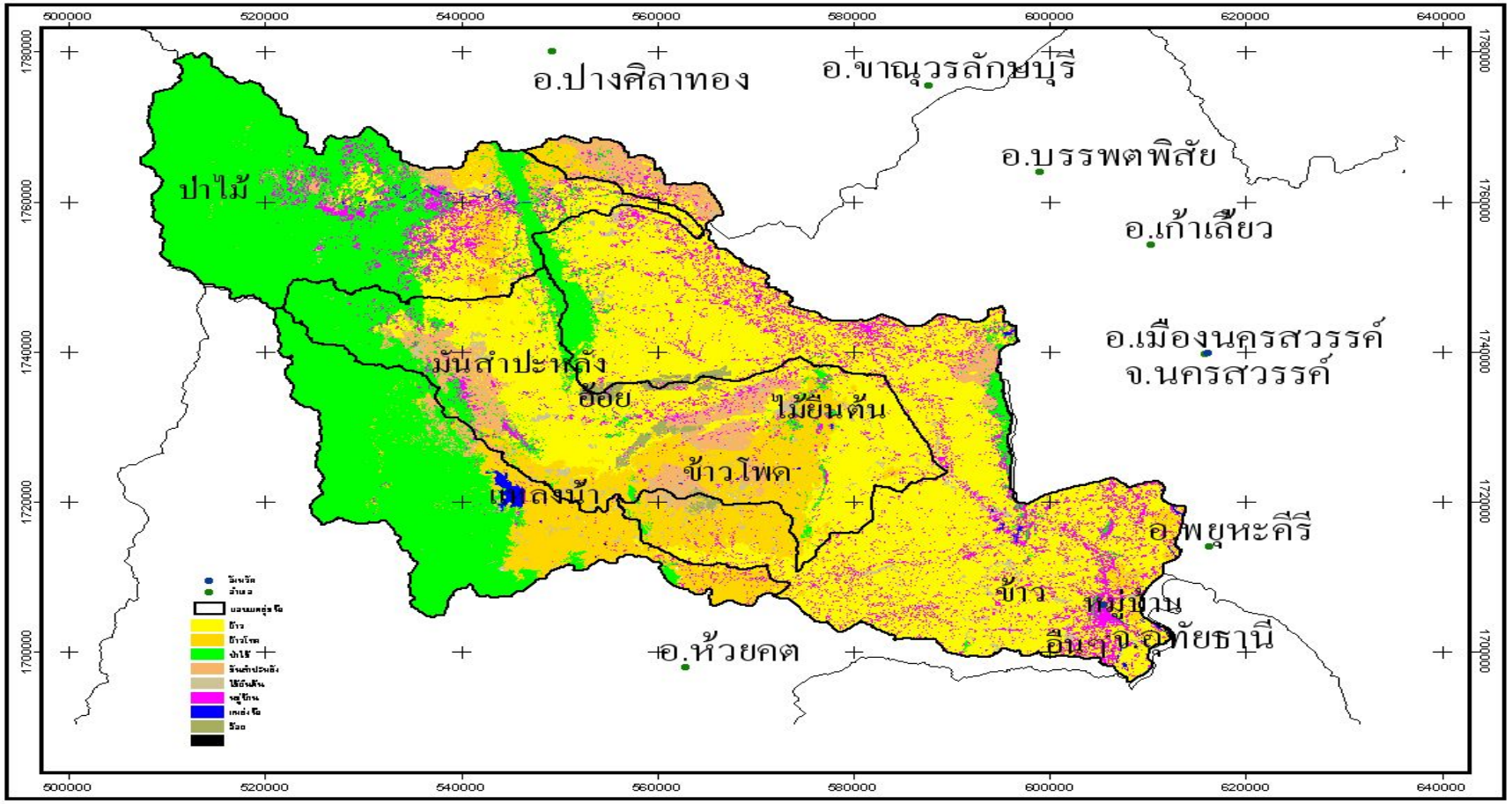
ลักษณะการใช้ที่ดินปี 2549

ลักษณะการใช้ที่ดินปี 2549 ของลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้นำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ปี 2549 มาแปรผลด้วยโปรแกรม ENVI ด้วยวิธีการ Supervise พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีพื้นที่อยู่อาศัย 402.94 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 8.21 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำสะแกกรัง พื้นที่การเกษตร 2,982 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 60.79 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าไม้ 1,499 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 30.56 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่บริเวณต้นน้ำ พื้นที่แหล่งน้ำ 19.59 ตารางกิโลเมตรคิดเป็น 0.40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่อื่นๆ 1.72 ตารางกิโลเมตรคิดเป็น 0.04 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด แสดงได้ดังตารางที่ 20 และรูปที่ 10

จากข้อมูลการใช้ที่ดินปี 2549 จะเห็นได้ว่าตอนบนลุ่มน้ำสะแกกรังจะเป็นพื้นที่ป่าไม้เป็นส่วนใหญ่และบริเวณตอนกลางและตอนล่างพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัย

ตารางที่ 20 แสดงรายละเอียดการใช้ที่ดินปี 2549

ลำดับ	รายละเอียด	พื้นที่ (Km2)				
		แม่วง	คลองโพธิ์	ทับเสลา	สะแกกรังตอนล่าง	รวม
1	พื้นที่อยู่อาศัย	89.22	57.14	8.89	247.69	402.94
2	พื้นที่การเกษตร	231.25	935.53	208.61	1,607.29	2,982.68
3	พื้นที่ป่า	707.65	180.41	528.00	83.53	1,499.59
4	พื้นที่แหล่งน้ำ	3.21	0.88	9.62	5.88	19.59
5	อื่นๆ	0.21	0.12	0.12	1.27	1.72
	รวม	**1,031.54**	**1,174.08**	**755.24**	**1,945.66**	**4,906.52**



ภาพที่ 10 ลักษณะการใช้ที่ดินปี 2549 ของลุ่มน้ำสะแกกรัง

การวิเคราะห์น้ำท่า

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาได้เลือกสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี คือ สถานี Ct.5B Ct.7 Ct.9 และ Ct.8 เนื่องจากมีข้อมูลที่ทำการวัดความต่อเนื่องในช่วงที่ทำการศึกษา โดยสามารถแสดงตำแหน่งของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษาได้ดังภาพ ที่ 12

1. การสร้างข้อมูลที่ขาดหายไปของสถานี Ct.8

เนื่องด้วยสถานี Ct.8 ได้มีการวัดข้อมูลในช่วงที่ทำการศึกษาเพียง 2 ปี (พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2545) จึงต้องมีการสร้างปริมาณน้ำท่าของสถานีดังกล่าวจากน้ำฝนโดยแบบจำลอง NAM ซึ่งใช้ข้อมูลฝนรายวันและการระเหยรายวันเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองและทำการสอบเทียบกับปริมาณน้ำท่ารายวันแล้วรวมเป็นรายเดือน มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

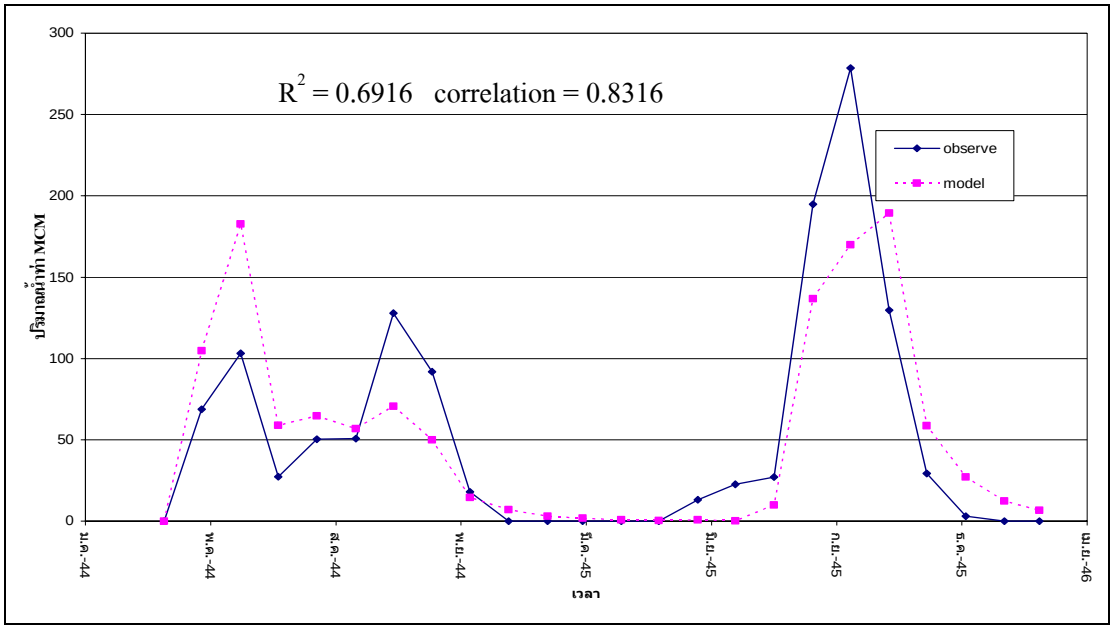
การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Ct.8 โดยสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ไว้ในดังตารางที่ 21 และผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและปริมาณน้ำท่าที่วัดจริงพบว่า ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 และช่วงเดือนพฤศจิกายน 2545 ถึงเดือนมีนาคม 2546 มีปริมาณน้ำที่คำนวณได้สูงกว่าปริมาณน้ำที่วัดได้จริง ช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนธันวาคม 2544 และช่วงเดือนกรกฎาคม 2545 ถึงเดือนตุลาคม 2545 มีปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ และช่วงเดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 มีปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ ซึ่งเมื่อมาพิจารณาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่คำนวณได้พบว่าไม่แตกต่างจากปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยที่ตรวจวัด แสดงได้ดังภาพที่ 11 และภาพที่ 12

1.2 การตรวจสอบทางสถิติของแบบจำลอง NAM

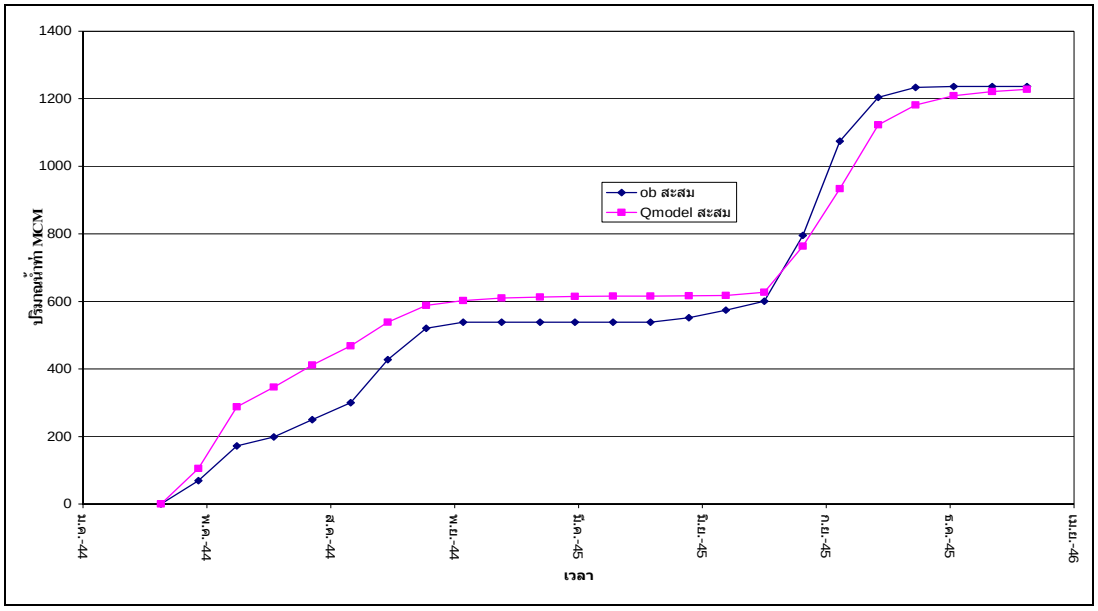
ได้ทำการตรวจสอบค่าทางสถิติของแบบจำลอง NAM พบว่า มี R^2 เท่ากับ 0.6916 และค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ เท่ากับ 0.8316 แสดงว่าการใช้พารามิเตอร์ของแบบจำลองสร้างน้ำท่ามีความน่าเชื่อถือพอใช้ได้

ตารางที่ 21 แสดงพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ที่ได้จากการปรับเทียบ

พารามิเตอร์	Ct.8
Umax	15.4
Lmax	214
CQOF	0.473
CKIF	223
CK1,2	49.5
TOF	0.762
TIF	0.23
TG	0.561
CKBF	1028
L/Lmax	0.2



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณน้ำรายเดือนที่วัดจริงและปริมาณน้ำรายเดือนจากแบบจำลอง NAM ของสถานี Ct.8



ภาพที่ 12 แสดงปริมาณน้ำท่าสะสมรายเดือนที่วัดจริงและปริมาณน้ำรายเดือนจากแบบจำลอง NAM ของสถานี Ct.8

1.3 การสร้างข้อมูลน้ำท่าของสถานี Ct.8

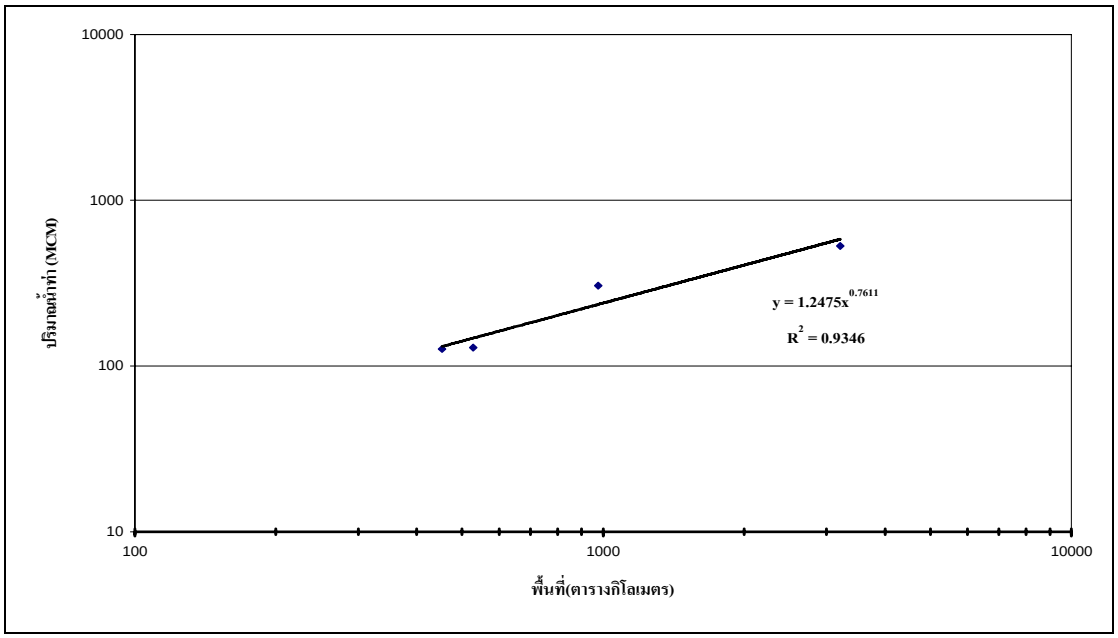
เมื่อทำการปรับเทียบพารามิเตอร์ทั้ง 15 พารามิเตอร์จาก NAM แล้ว จึงนำพารามิเตอร์ดังกล่าวมาสร้างข้อมูลน้ำท่าส่วนที่ขาดหายไปของสถานี Ct.8 แสดงผลไว้ในตารางภาคผนวก ก ที่ 15

2. การสร้างข้อมูลที่ขาดหายไปของ Ct.7

เนื่องด้วยข้อมูลของสถานีได้มีการขาดหายในบางช่วงเดือนของปีทำการศึกษา จึงได้นำโปรแกรม HEC-4 มาสร้างข้อมูลน้ำท่าของสถานี Ct.7 ที่ขาดหายไปและทำการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลด้วย F-test ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และผลทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลด้วย t-test ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงได้ดังตารางภาคผนวกที่ ง13-ง14 แสดงให้เห็นว่าการต่อข้อมูลน้ำท่าของสถานี Ct.7 ที่ขาดหายไปด้วยแบบจำลอง HEC-4 สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไปได้

3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับพื้นที่รับน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและพื้นที่รับน้ำเพื่อนำไปประกอบการทำข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง MIKE BASIN พบว่า มีความสัมพันธ์ คือ $Q = 1.2475A^{0.7611}$ โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำท่า หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตร และ A คือ พื้นที่รับน้ำ หน่วยตารางกิโลเมตร และมีค่า $R^2 = 0.9346$ แสดงได้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่าและพื้นที่รับน้ำ

การประเมินฝนใช้การ

การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินฝนใช้การโดยใช้เกณฑ์ของกรมชลประทาน ดังสมการที่ 12 และ 13 ผลการคำนวณพบว่า ลุ่มน้ำแม่วง มีฝนใช้การของข้าวเท่ากับ 834.72 มิลลิเมตร/ปี ฝนใช้การของพืชไร่เท่ากับ 558.62 มิลลิเมตรต่อปี ลุ่มน้ำคลองโพธิ์ มีฝนใช้การของข้าวเท่ากับ 837.13 มิลลิเมตรต่อปี ฝนใช้การของพืชไร่เท่ากับ 561.13 มิลลิเมตรต่อปี ลุ่มน้ำทับเสลา มีฝนใช้การของข้าวเท่ากับ 890.64 มิลลิเมตรต่อปี ฝนใช้การของพืชไร่ เท่ากับ 595.30 มิลลิเมตรต่อปี ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง มีฝนใช้การของข้าวเท่ากับ 810.04 มิลลิเมตรต่อปี ฝนใช้การของพืชไร่เท่ากับ 434.10 มิลลิเมตรต่อปี แสดงรายละเอียดได้ดังตารางภาคผนวกที่ จ1-จ8

การวิเคราะห์สมดุลน้ำ

การวิเคราะห์สมดุลน้ำในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลอง MIKE BASIN ในการวิเคราะห์และกำหนดผังน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังโดยกำหนด ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งพื้นที่ชลประทานขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ตามพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาต่างๆ ในลุ่มน้ำสะแกกรังและทำการปรับเทียบปริมาณน้ำท่ากับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำจำนวน 4 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำ Ct.5B Ct.7 Ct.9 และ Ct.8 ซึ่งสามารถแสดงผังน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำ ได้ดังภาพที่ 14

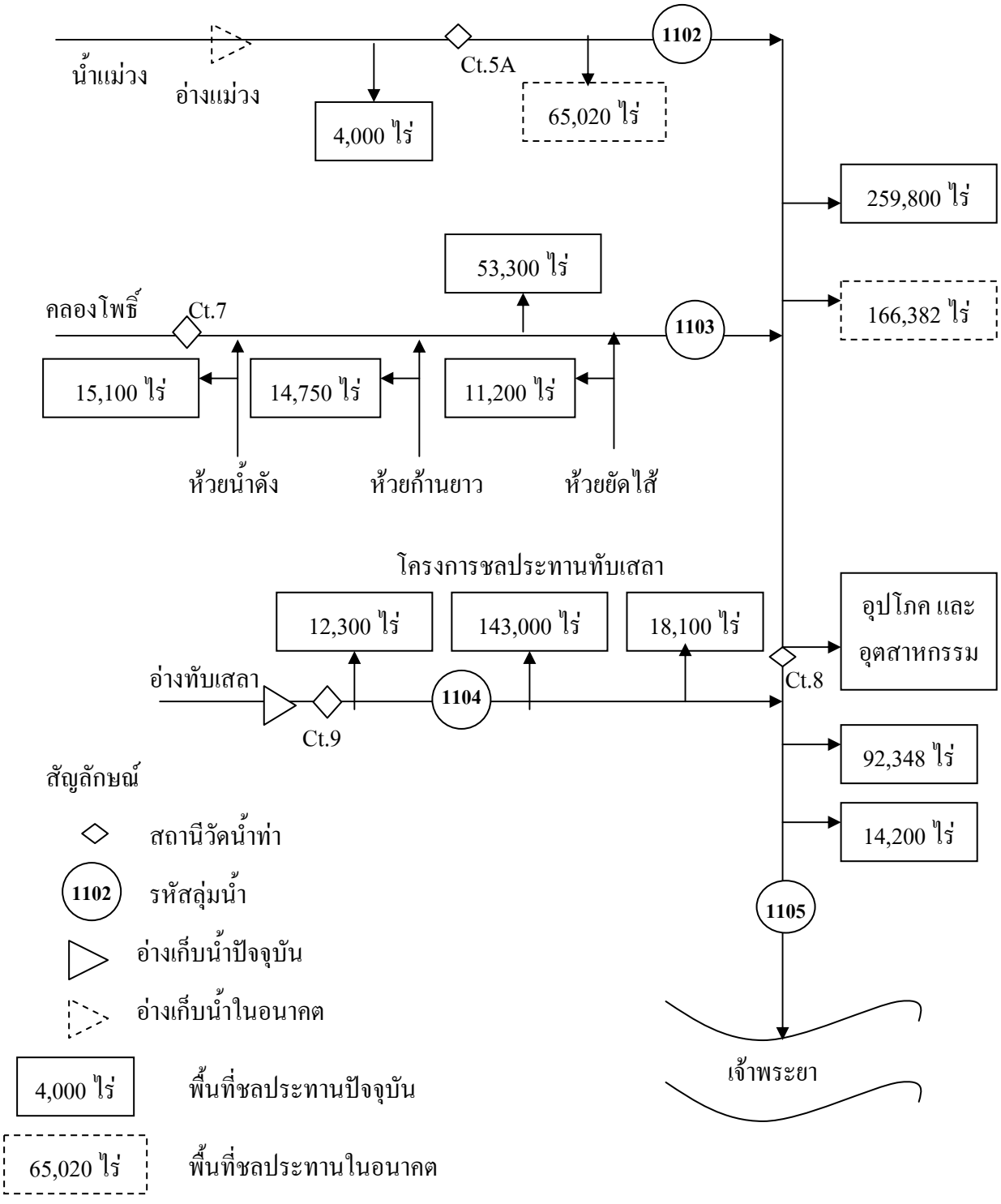
1. การปรับเทียบแบบจำลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองกับสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี ได้แก่ Ct.5A Ct.7 Ct.9 และ Ct.8 ซึ่งผลการสอบเทียบ พบว่า สถานีวัดน้ำ Ct.5B และ Ct.7 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9999 และ ค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ เท่ากับ 0.9999 สถานีวัดน้ำCt.9 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.7293 และค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ เท่ากับ 0.8540 และสถานีวัดน้ำ Ct.8 มีค่า R2 เท่ากับ 0.7144 และค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ เท่ากับ 0.8452 แสดงได้ดังตารางที่ 22 และภาพที่ 15 ถึง 18

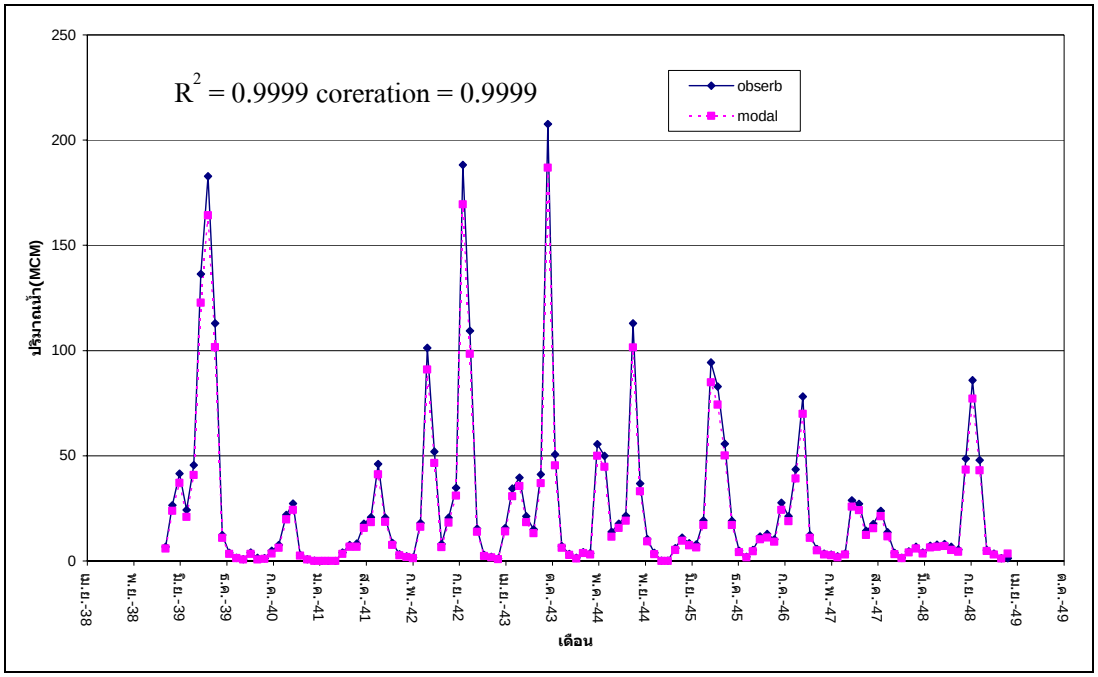
จากผลการปรับเทียบจะเห็นได้ว่า สถานีต้นน้ำ ได้แก่ Ct.5A และ Ct.7 ผลจากแบบจำลองไม่มีความแตกต่างจากผลจากการตรวจวัดมากนัก เนื่องจากมีพื้นที่เกษตรกรรมไม่มากจึงไม่มีการดักน้ำไปใช้ สำหรับสถานีท้ายน้ำ ได้แก่ Ct.9 และ Ct.8 ผลจากแบบจำลองมีความแตกต่างอยู่บ้าง เนื่องจากมีการนำน้ำไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่ทราบข้อมูลก่อนที่จะมีการตรวจวัดปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองจึงมากกว่าปริมาณน้ำที่ทำการตรวจวัด

ตารางที่ 22 แสดงการปรับเทียบของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำสะแกกรัง

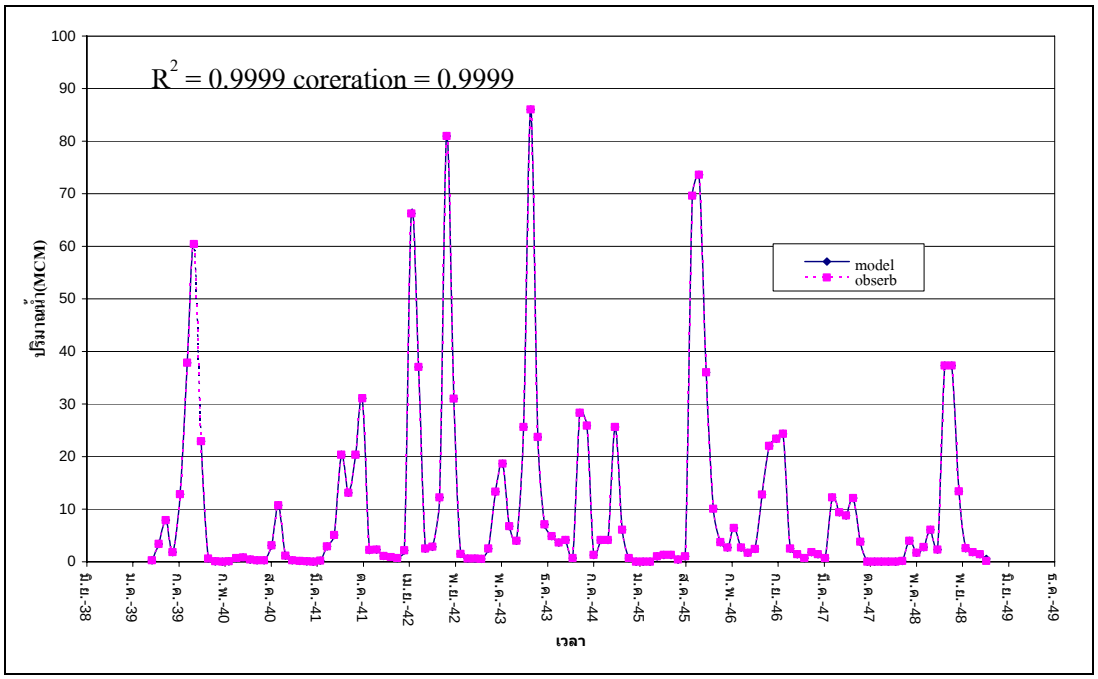
Sta	coreration	R^2
Ct.5B	0.9999	0.9999
Ct.7	0.9999	0.9999
Ct.9	0.8540	0.7293
Ct.8	0.8452	0.7144



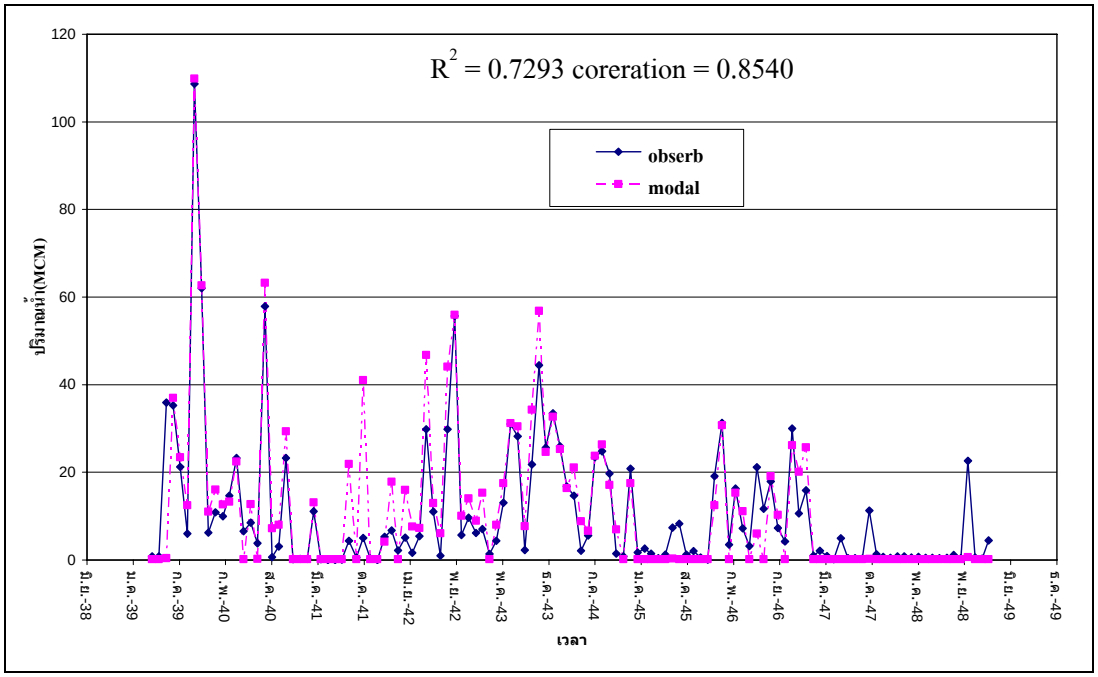
ภาพที่ 14 ผังน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ลุ่มน้ำสะแกกรัง



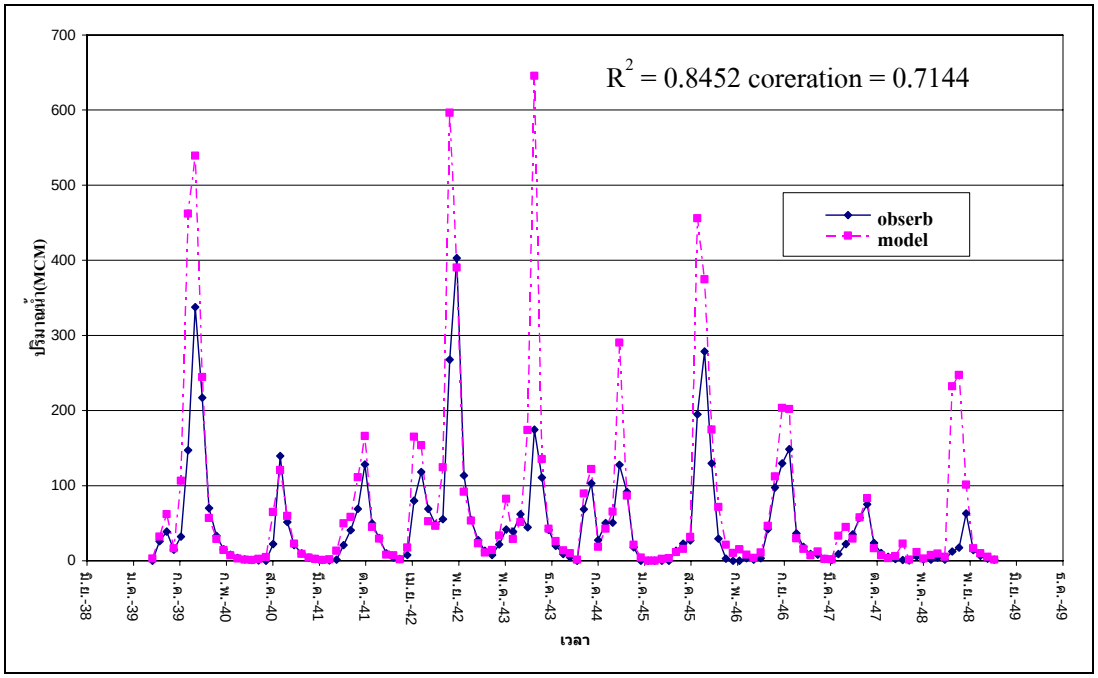
ภาพที่ 15 ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.5A



ภาพที่ 16 ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.7



ภาพที่ 17 ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.9



ภาพที่ 18 ผลการปรับเทียบของสถานี Ct.8

2. ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำ

2.1 กรณีสภาพปัจจุบัน

การวิเคราะห์สมดุลน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังในสภาวะปัจจุบัน พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำชลประทาน รวมทั้งสิ้น 392.62 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็น การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำแม่วง เท่ากับ 3.49 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำคลองโพธิ์ เท่ากับ 34.09 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำทับเสลา เท่ากับ 6.94 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง เท่ากับ 348.11 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 23

2.2 กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง

การวิเคราะห์สมดุลน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังสำหรับสถานการณ์อนาคต ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะในกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง พบว่า หากมีก่อสร้างเขื่อนแม่วง ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำชลประทาน รวมทั้งสิ้น 487.60 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็น การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำแม่วง เท่ากับ 55.82 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำคลองโพธิ์ เท่ากับ 34.10 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำทับเสลา เท่ากับ 6.94 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำชลประทานของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง เท่ากับ 390.74 ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 23 แสดงการใช้น้ำชลประทานจากแบบจำลอง MIKE BASIN (กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน)

ลุ่มน้ำ	พื้นที่ชลประทาน(ไร่)	น้ำชลประทาน (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
แม่วง	4,000	2.56	0.93	3.49
คลองโพธิ์	11,200	2.22	1.17	3.39
	14,750	2.62	1.35	3.97
	15,100	3.22	1.70	4.92
	53,300	14.65	7.15	21.80
ทับเสลา	12,300	5.17	1.77	6.94
สะแกกรังตอนล่าง	143,500	72.86	35.95	108.81
	259,800	90.24	48.74	138.98
	92,348	35.29	19.22	54.51
	14,200	8.62	4.85	13.47
	18,100	11.26	3.41	14.67
	อุปโภค บริโภคและอุตสาหกรรม	9.02	8.64	17.67
	รวม	**257.73**	**134.88**	**392.62**

หมายเหตุ พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา เมื่อพิจารณาระบบลุ่มน้ำอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง

ตารางที่ 24 แสดงการใช้น้ำชลประทานจากแบบจำลอง MIKE BASIN (กรณีสถานการณ์มีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง)

ลุ่มน้ำ	พื้นที่ชลประทาน(ไร่)	น้ำชลประทาน (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
แม่วง	4,000	2.38	0.86	3.24
	65,020	39.38	13.20	52.58
คลองโพธิ์	11,200	2.222	1.172	3.394
	14,750	2.627	1.356	3.983
	15,100	3.23	1.70	4.93
	53,300	14.645	7.147	21.792
ทับเสลา	12,300	5.17	1.77	6.94
สะแกกรังตอนล่าง	143,500	72.86	35.95	108.81
	259,800	74.05	37.22	111.27
	92,348	30.943	14.745	45.688
	14,200	8.62	4.55	13.17
	18,100	11.26	3.41	14.67
	166,382	51.96	28.23	80.19
	อุปโภค บริโภคและอุตสาหกรรม	8.97	7.97	16.94
	รวม	328.32	159.28	487.60

หมายเหตุ พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา เมื่อพิจารณาระบบลุ่มน้ำอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง

การประเมินน้ำตามข้อผูกพัน

เนื่องด้วยคณะกรรมการลุ่มน้ำเจ้าพระยาไม่มีข้อตกลงกับคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรัง เรื่องการใช้น้ำจากลุ่มน้ำสะแกกรัง ปริมาณน้ำตามข้อผูกพันจึงมีเพียงปริมาณน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ สามารถกำหนดโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 15 ของปริมาณน้ำหน้าแล้ง พบว่า กรณีสถานการณ์ปัจจุบันมีปริมาณน้ำตามข้อผูกผันเท่ากับ 57.48 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มีปริมาณน้ำตามข้อผูกผันเท่ากับ 56.52 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ปริมาณน้ำรักษาระบบนิเวศน์กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงน้อยกว่ากรณีปัจจุบันเนื่องจากกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงมีการนำน้ำจากระบบไปใช้จึงทำให้ปริมาณการไหลออก ณ จุดออกสะแกกรังตอนล่างมีปริมาณลดลงจึงทำให้ปริมาณน้ำสำหรับการรักษาระบบนิเวศน์ลดลง

บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. การวิเคราะห์บัญชีน้ำกรณีสภาพปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสภาพปัจจุบันแสดงไว้ในตารางที่ 25 และภาพที่ 19 มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ปริมาณน้ำไหลเข้าพื้นที่ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ ปริมาณน้ำใต้ดินแต่ไม่มีปริมาณน้ำไหลเข้าจากพื้นที่ข้างเคียง เนื่องจากลุ่มน้ำสะแกกรังเป็นบริเวณลุ่มน้ำตอนบน ซึ่งในการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการไหลเข้าของฤดูฝน 4,793.36 ล้านลูกบาศก์เมตรและการไหลเข้าของฤดูแล้ง 1,100.98 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมมีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด 5,894 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิของฤดูฝน 4,539.27 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิของฤดูแล้ง 1,006.52 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมมีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิทั้งหมด 5,545.79 ล้านลูกบาศก์เมตร

1.2 ปริมาณน้ำที่หมดไปหรือสูญหายไปในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกรัง จากผลการวิเคราะห์พบว่าภายในลุ่มน้ำมีการใช้น้ำในกระบวนการของมนุษย์และนอกกระบวนการ รวมทั้งสิ้น 4,424.51 ล้านลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วย การใช้ในกระบวนการ 2,026.06 ล้านลูกบาศก์เมตร การคายระเหย

จากพื้นที่ป่าไม้ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การคายระเหยจากอ่างเก็บน้ำและการคายระเหยจากพื้นที่ไม่ได้ทำการปลูกพืช 836.56 ล้านลูกบาศก์เมตร

1.3 ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณทั้งหมด 1,121.28 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะ 57.56 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ 1063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร

2. การวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีเขื่อนแม่วง

ผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสภาพปัจจุบันแสดงไว้ในตารางที่ 26 และภาพที่ 20 มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปริมาณน้ำไหลเข้าพื้นที่ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ ปริมาณน้ำใต้ดินแต่ไม่มีปริมาณน้ำไหลเข้าจากพื้นที่ข้างเคียง เนื่องจากลุ่มน้ำสะแกกรังเป็นบริเวณลุ่มน้ำตอนบน ซึ่งในการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการไหลเข้าของฤดูฝน 4,793.36 ล้านลูกบาศก์เมตรและการไหลเข้าของฤดูแล้ง 1,100.98 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมมีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งหมด 5,894 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิของฤดูฝน 4,565.33 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิของฤดูแล้ง 980.46 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมมีปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิทั้งหมด 5,545.79 ล้านลูกบาศก์เมตร

2.2 ปริมาณน้ำที่หมดไปหรือสูญหายไปในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกรัง จากผลการวิเคราะห์พบว่าภายในลุ่มน้ำมีการใช้น้ำในกระบวนการของมนุษย์และนอกกระบวนการ รวมทั้งสิ้น 4,495.78 ล้านลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วย การใช้ในกระบวนการ 2,170.44 ล้านลูกบาศก์เมตร การคายระเหยจากพื้นที่ป่าไม้ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การคายระเหยจากอ่างเก็บน้ำและการคายระเหยจากพื้นที่ไม่ได้ทำการปลูกพืช 763.45 ล้านลูกบาศก์เมตร

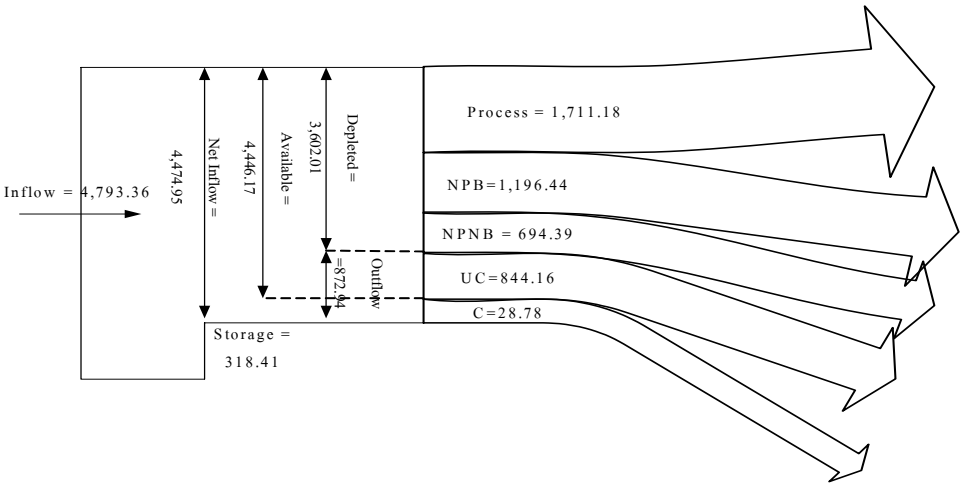
2.3 ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณทั้งหมด 1,050.01 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณน้ำไหลออกมีพันธะ 56.52 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำไหลออกไม่มีพันธะ 993.49 ล้านลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสภาพปัจจุบัน

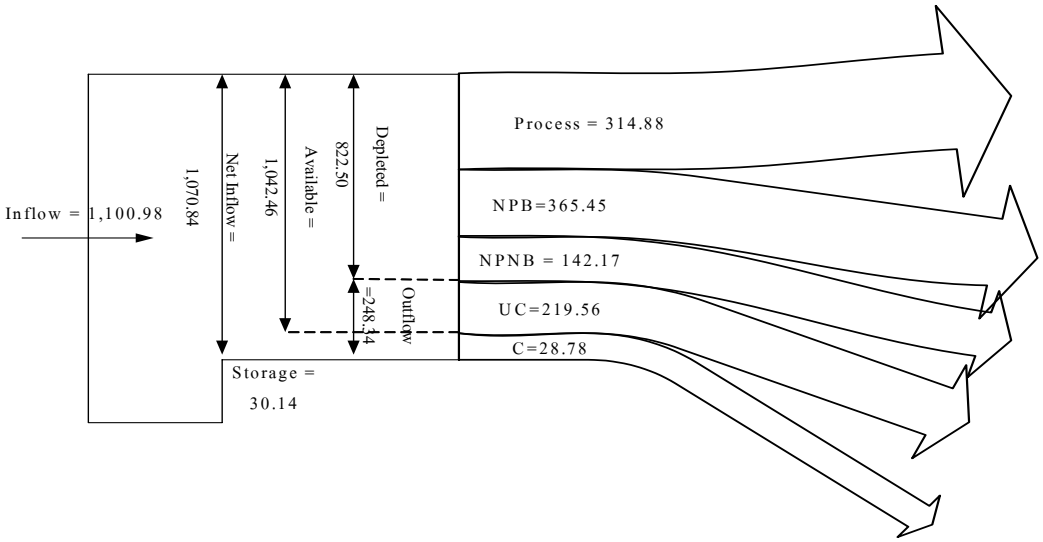
รายการ	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รวม
ปริมาณน้ำไหลเข้า	4,793.36	1,100.98	5,894.34
ฝน	4,733.36	1,040.98	5,774.34
ปริมาณน้ำใต้ดิน	60.00	60.00	120.00
ปริมาตรกักเก็บ	318.41	30.14	348.55
ผิวดิน	32.16	-32.16	0.00
บาดาล	286.25	62.30	348.55
ปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิ	4,474.95	1,070.84	5,545.79
การใช้น้ำในกระบวนการ	1,711.18	314.88	2,026.06
ฝนใช้การ	1,453.45	180.00	1,633.45
ชลประทาน	257.73	134.88	392.62
การใช้นอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์	1,196.44	365.45	1,561.89
การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์	694.39	142.17	836.56
ปริมาณน้ำไหลออก	872.94	248.34	1,121.28
ปริมาณน้ำไหลออกมีข้อผูกพัน	28.78	28.78	57.56
ปริมาณน้ำไหลออกไม่มีข้อผูกพัน	844.16	219.56	1,063.72
DF_{GI}	0.75	0.75	0.75
DF_{aw}	0.81	0.79	0.80
PF_{aw}	0.38	0.30	0.37
BU	0.65	0.65	0.65

ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง

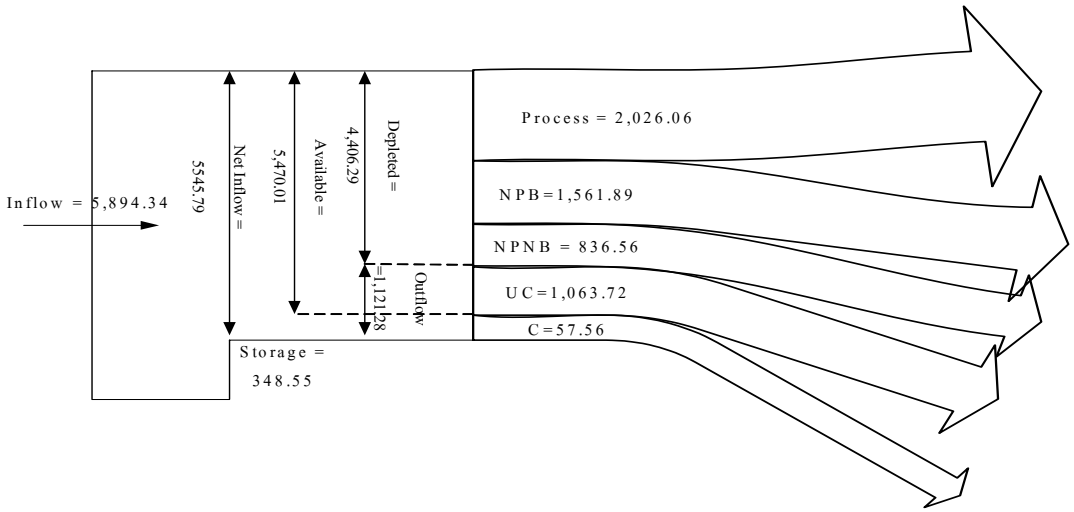
รายการ	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รวม
ปริมาณน้ำไหลเข้า	4,793.36	1,100.98	5,894.34
ฝน	4,733.36	1,040.98	5,774.34
base flow	60.00	60.00	120.00
ปริมาตรกักเก็บ	352.68	-4.13	348.55
ผิวดิน	66.43	-66.43	0.00
บาดาล	286.25	62.30	348.55
ปริมาณน้ำไหลเข้าสุทธิ	4,440.68	1,105.11	5,545.79
การใช้น้ำในกระบวนการ	1,824.42	346.02	2,170.44
ฝนใช้การ	1,496.10	186.74	1,682.84
ชลประทาน	328.32	159.28	487.60
การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์	1,196.44	365.45	1,561.89
การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์	620.29	143.16	763.45
ปริมาณน้ำไหลออก	799.53	250.48	1,050.01
ปริมาณน้ำไหลออกมีข้อผูกพัน	28.26	28.26	56.52
ปริมาณน้ำไหลออกไม่มีข้อผูกพัน	771.27	222.22	993.49
DF_{GI}	0.76	0.78	0.76
DF_{aw}	0.82	0.79	0.82
PF_{aw}	0.41	0.32	0.40
BU	0.68	0.66	0.68



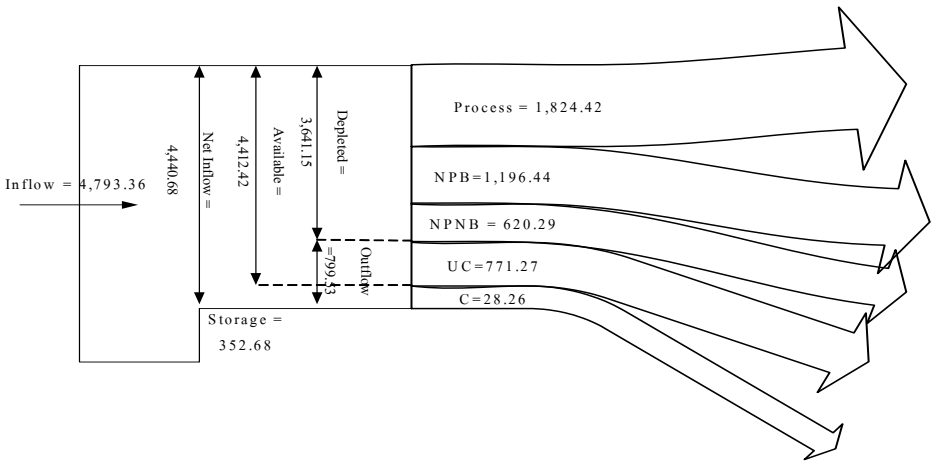
ภาพที่ 19 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบันฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)



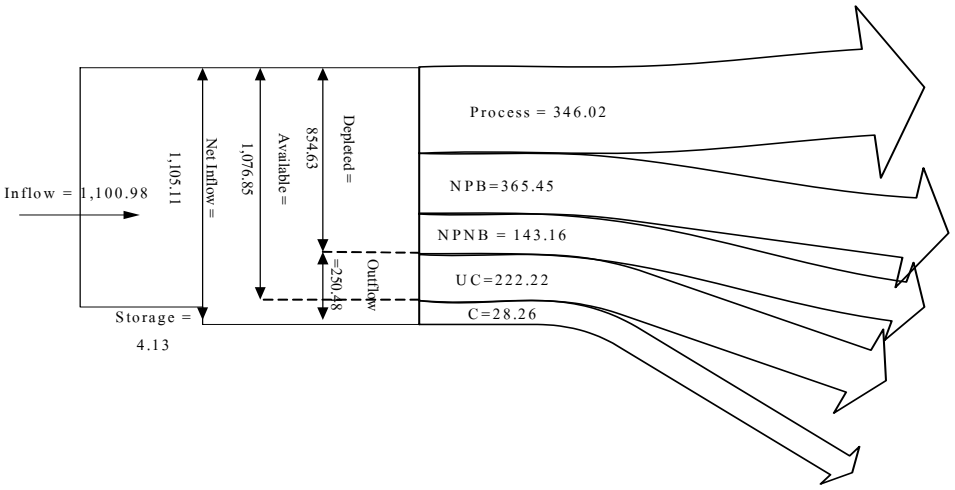
ภาพที่ 20 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบันฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)



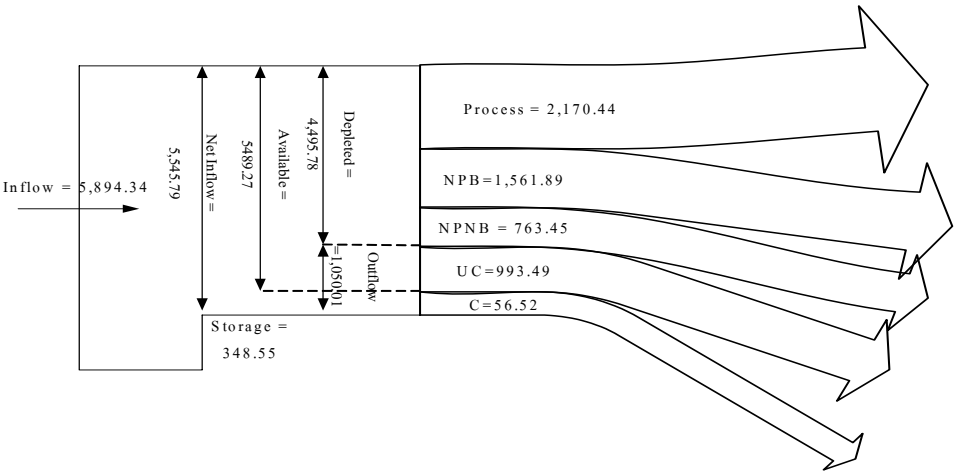
ภาพที่ 21 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีสถานภาพปัจจุบัน (รายปี)



ภาพที่ 22 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)



ภาพที่ 23 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)



ภาพที่ 24 แสดงการวิเคราะห์บัญชีน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงรายปี

ดัชนีของการวิเคราะห์บัญชีน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

จากผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำ จะได้ดัชนีบัญชีน้ำ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินสถานการณ์ของลุ่มน้ำ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พิจารณาดัชนีบัญชีน้ำทั้งหมด 4 ดัชนี มีรายละเอียดดังนี้

1. อัตราส่วนปริมาณน้ำที่หมดไปเทียบกับปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด (DF_{GI}) เป็นดัชนีแสดงปริมาณน้ำทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้ภายใน Domain จากผลการวิเคราะห์ พบว่า กรณีสภาพปัจจุบันมีค่า DF_{GI} เท่ากับ 0.75 กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงมีค่า DF_{GI} เท่ากับ 0.76 แสดงว่าสถานการณ์การใช้น้ำอยู่ในสภาวะยังสามารถพัฒนาแหล่งน้ำได้เล็กน้อย การกำหนดนโยบายจึงควรมีการปรับปรุงการส่งน้ำ การเพิ่มประสิทธิภาพชลประทาน

2. อัตราส่วนปริมาณน้ำที่หมดไปเทียบกับปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ (DF_{aw}) เป็นดัชนีที่แสดงปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ และหายไปจากพื้นที่พิจารณา จากผลการวิเคราะห์พบว่า กรณีสภาพปัจจุบัน มีค่า DF_{aw} เท่ากับ 0.80 และกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มี DF_{aw} เท่ากับ 0.82 แสดงว่า ปัจจุบันมีการใช้น้ำในลุ่มน้ำเกือบเต็มความสามารถ แต่ในอนาคตหากมีการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการก่อสร้างเขื่อนแม่วง ประสิทธิภาพการใช้น้ำในลุ่มน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอาจไม่คุ้มค่าสำหรับการลงทุน

3. อัตราส่วนการใช้น้ำในกระบวนการเทียบกับปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ (PF_{aw}) เป็นดัชนีแสดงปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ซึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการใช้น้ำของมนุษย์จากการวิเคราะห์พบว่า กรณีสภาพปัจจุบันมีค่า (PF_{aw}) เท่ากับ 0.37 และกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มี (PF_{aw}) เท่ากับ 0.40 แสดงว่าปัจจุบันลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย เนื่องจากพื้นที่ของลุ่มน้ำสะแกกรังเป็นพื้นที่ป่าไม้ถึง 1,499.59 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังทั้งหมด และมีพื้นที่เกษตรน้ำฝน 1,960.16 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 39.90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังทั้งหมด ซึ่งจะทำการเพาะปลูกข้าวเฉพาะฤดูฝน ซึ่งทำให้ไม่ได้ใช้พื้นที่ทำการเกษตรในฤดูแล้ง จึงไม่มีการใช้น้ำในกระบวนการ และกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง สามารถเพิ่มพื้นที่ชลประทานจากเดิม 1,022.52 ตารางกิโลเมตร เป็น 1,381.99 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเพิ่มพื้นที่ชลประทานทั้งสิ้น 359.47 ตารางกิโลเมตร การใช้น้ำในกิจกรรมของมนุษย์จึงเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์

4. อัตราส่วนปริมาณน้ำที่เกิดประโยชน์เทียบกับปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ หรือประสิทธิภาพลุ่มน้ำ (BU) เป็นดัชนีแสดงปริมาณของปริมาณน้ำที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งระเหยหรือหายไปจากพื้นที่ทั้งในกระบวนการ และการใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ จากผลการวิเคราะห์บัญชีน้ำ กรณีปัจจุบัน พบว่า มีค่า BU เท่ากับ 0.65 แสดงว่าสถานการณ์ปัจจุบันของลุ่มน้ำสะแกกรังสามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ 65 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่มีทั้งหมด และประสิทธิภาพการใช้น้ำของลุ่มน้ำแม่วงอยู่ในสถานภาพปานกลาง เพราะยังเหลือปริมาณน้ำที่ใช้งานได้แต่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์อีก 35 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มีค่า BU เท่ากับ 0.68 แสดงว่ากรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง สามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ 68 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำและยังเหลือปริมาณน้ำที่ใช้งานได้แต่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์อีก 32 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงการก่อสร้างเขื่อนแม่วงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้ 3 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ลักษณะชั้นดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. กลุ่มชุดดินที่พบในลุ่มน้ำสะแกกรัง

จากการตรวจสอบกลุ่มข้อมูลชั้นดินในพื้นที่เกษตรกรรมของลุ่มน้ำสะแกกรัง จำนวน 2982.68 ตารางกิโลเมตร พบว่า มีกลุ่มชุดดินทั้งหมดจำนวน 36 กลุ่มชุดดิน ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 8 กลุ่มตามความเหมาะสม ดังนี้

1.1 ชั้นดินที่เหมาะสมที่จะใช้ทำนาในช่วงฤดูฝน แต่สามารถปลูกพืชไร่ พืชผัก หรือพืชอื่นที่มีอายุสั้นได้ในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 2, 3, 6, 15, 16, 17, 18, 21, 25, 33, 59 มีพื้นที่ทั้งหมด 1,123.21 ตารางกิโลเมตร

1.2 ชั้นดินที่เหมาะสมที่ใช้ทำนา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 4, 5, 7 มีพื้นที่ทั้งหมด 247.94 ตารางกิโลเมตร

1.3 ชั้นดินที่พอปลูกข้าวและพืชไร่ได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 19 มีพื้นที่ทั้งหมด 9.8 ตารางกิโลเมตร

1.4 ไม่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 20 มีพื้นที่ทั้งหมด 4.65 ตารางกิโลเมตร

1.5 ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 24, 37, 44, 46, 49 มีพื้นที่ทั้งหมด 663.04 ตารางกิโลเมตร

1.6 ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลยืนต้น ไม่เหมาะสำหรับการทำนา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 27, 38, 40, 41, 52 มีพื้นที่ทั้งหมด 133.94 ตารางกิโลเมตร

1.7 ชั้นดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และไม้ผล ไม่เหมาะสำหรับการทำนา ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 28, 29, 31, 35, 36, 55, 56 มีพื้นที่ทั้งหมด 490.08 ตารางกิโลเมตร

1.8 ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับการปลูกป่า (ไม้เต็ง,รัง) เหมาะสำหรับการอนุรักษ์ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 47, 48, 62 มีพื้นที่ทั้งหมด 310.02 ตารางกิโลเมตร

โดยแสดงรายละเอียดของการจำแนกชั้นดินได้ดังตารางที่ 26

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้ชั้นดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจสอบข้อมูลชั้นดินของลุ่มน้ำสะแกกรังในพื้นที่เกษตรกรรม พบว่าควรเปลี่ยนลักษณะการใช้ที่ดินและรูปแบบการปลูกพืช ดังนี้

2.1 เปลี่ยนลักษณะการใช้ที่ดินเป็นเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ 663.04 ตารางกิโลเมตร

2.2 เปลี่ยนลักษณะการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่อนุรักษ์โดยปลูกป่าเศรษฐกิจ เช่น ไม้สัก พื้นที่ 310.02 ตารางกิโลเมตร

2.3 พื้นที่นอกเขตชลประทานที่ใช้ในการปลูกข้าว ในฤดูแล้งควรมีการปลูกพืชไร่ที่มีอายุสั้นในฤดูแล้ง เช่น ถั่วเหลือง หรือข้าวฟ่าง

ตารางที่ 27 แสดงพื้นที่กลุ่มชั้นดินในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลำดับ	รายละเอียด	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)				
		แม่วง	คลองโพธิ์	ทับเสลา	สะแกกรังตอนล่าง	รวม
1	มีเหมาะสมที่จะใช้ทำนาในช่วงฤดูฝน แต่สามารถปลูกพืชไร่ พืชผัก หรือพืชอื่นที่มีอายุสั้นได้ในช่วงฤดูแล้ง	33.91	295.7	27.74	765.86	1,123.21
2	ชั้นดินที่เหมาะสมที่ใช้ทำนา	-	31.34	5.61	210.99	247.94
3	ชั้นดินที่พอปลูกข้าวและพืชไร่ได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ	-	4.72	-	5.08	9.8
4	ไม่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช	0.21	-	-	4.44	4.65
5	ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	27.08	189.01	60.85	386.1	663.04
6	ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับปลูกไม้ผลยืนต้นไม่เหมาะสำหรับการทำนา	4.01	10.64	59.28	60.01	133.94
7	ชั้นดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และไม้ผลไม่เหมาะสำหรับการทำนา	119.91	180.61	27.06	162.5	490.08
8	ชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับการปลูกป่า(ไม้เต็ง,รัง) เหมาะสำหรับการอนุรักษ์	46.13	223.51	28.07	12.31	310.02
	รวม	**231.25**	**935.53**	**208.61**	**1,607.29**	**2,982.68**

สถานการณ์ของลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. ปริมาณน้ำฝน

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรัง ใช้ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 9 สถานี ระหว่างปี 2539-2548 ได้แก่ 12081 26262 26281 69012 69022 69032 69062 และ 69121 ซึ่งได้ทำการหาปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีธีเอสเสน พบว่าปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณเฉลี่ยรายปีทั้งสิ้น 5,774.72 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นปริมาณน้ำฝนในฤดูฝน 4,733.36 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำฝนในฤดูแล้ง 1,040 ล้านลูกบาศก์เมตร

2. ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ลุ่มน้ำสะแกกรังมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว คือ อ่างเก็บน้ำทับเสลา ความจุเก็บกักที่ระดับปกติเท่ากับ 160 ล้านลูกบาศก์เมตร รองรับพื้นที่ชลประทาน ทั้งหมด 143,000 ไร่ ซึ่งการดำเนินการปล่อยน้ำของอ่างทับเสลาเป็นการปล่อยน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำโดยมีคณะกรรมการการพิจารณาการเปิดและปิดประตูน้ำของเขื่อนทับเสลา (Joint Management Commitee) ประธานคณะกรรมการการพิจารณาการเปิดและปิดประตูน้ำของเขื่อนทับเสลาคือผู้ว่าราชการจังหวัดอุทัยธานี

ในอนาคตเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง จะเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่แห่งที่ 2 ของลุ่มน้ำสะแกกรัง มีความจุเก็บกักที่ระดับปกติ เท่ากับ 230 ล้านลูกบาศก์เมตร รองรับพื้นที่ชลประทานทั้งสิ้น 231,420 ไร่ ซึ่งปัจจุบันยังไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างได้เนื่องจากยังมีปัญหาด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม

3. ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำสะแกกรัง

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำสะแกกรัง การศึกษาใช้สถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานระหว่างปี 2539-2548 จำนวน 4 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า Ct.5B Ct.7 Ct.9 และCt.8 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ กรณีสถานการณ์ปัจจุบันและกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง

3.1 กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน

จากการศึกษาพบว่าสถานการณ์ปัจจุบันมีปริมาณน้ำท่า ณ จุดออกของลุ่มน้ำสะแกกรัง มีปริมาณน้ำท่า ทั้งสิ้น 1,121.28 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็น ปริมาณน้ำท่าหน้าฝน 872.94 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าหน้าแล้ง 248.34 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ต้องรักษาระบบนิเวศน์พบว่า ณ จุดออกของลุ่มน้ำสะแกกรัง ยังมีปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกไปโดยไม่มีพันธะ เท่ากับ 1,063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็น ปริมาณน้ำท่าไม่มีพันธะหน้าฝนเท่ากับ 844.16 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำท่าไม่มีพันธะในหน้าแล้งเท่ากับ 219.56 ล้านลูกบาศก์เมตร

3.2 กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง

จากการศึกษาพบว่ากรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงมีปริมาณน้ำท่า ณ จุดออกของลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณน้ำท่า ทั้งสิ้น 1,050.01 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็นปริมาณน้ำท่าหน้าฝน 799.53 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าหน้าแล้ง 250.48 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ต้องรักษาระบบนิเวศน์พบว่า ณ จุดออกของลุ่มน้ำสะแกกรัง ยังมีปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกไปโดยไม่มีพันธะ เท่ากับ 993.49 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกได้เป็น ปริมาณน้ำท่าไม่มีพันธะหน้าฝนเท่ากับ 771.27 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำท่าไม่มีพันธะในหน้าแล้งเท่ากับ 222.22 ล้านลูกบาศก์เมตร

4. ปริมาณน้ำฝนที่ซึมลงแหล่งน้ำบาดาล

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนที่ซึมลงแหล่งน้ำบาดาล โดยการจำแนกหินออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ หินร่วน หินแข็งน้ำมาก หินแข็งน้ำปานกลาง และหินแข็งน้ำน้อย พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาล ทั้งสิ้น 348.55 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็นปริมาณน้ำที่ซึมลงในแหล่งน้ำบาดาลในฤดูแล้ง 62.30 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำที่ซึมลงในแหล่งน้ำบาดาลในฤดูฝน 286.25 ล้านลูกบาศก์เมตร

5. การใช้น้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

5.1 กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน

ในสถานการณ์ปัจจุบันลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 4,424.51 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 2,026.06 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 836.56 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อมาพิจารณาเป็นรายฤดูกาล พบว่า ในฤดูฝนมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 3,666.33 ล้านลูกบาศก์เมตรแบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 1,711.18 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 1,196.44 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 758.15 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับฤดูแล้งมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 758.18 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 314.88 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 365.45 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 77.85 ล้านลูกบาศก์เมตร

5.2 กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง

ในอนาคตเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 4,495.78 ล้านลูกบาศก์เมตรแบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 2,170.44 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 763.45 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อมาพิจารณาเป็นรายฤดูกาล พบว่า ในฤดูฝนลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 3,774.01 ล้านลูกบาศก์เมตรแบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 1,824.42 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 1,196.44 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 753.15 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับฤดูแล้งมีการใช้น้ำทั้งสิ้น 721.77 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็น การใช้น้ำในกระบวนการ 346.02 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่เกิดประโยชน์ 365.45 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่เกิดประโยชน์ 10.30 ล้านลูกบาศก์เมตร

6. ลักษณะการใช้ที่ดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง

การศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจสอบการใช้ที่ดินโดยแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 2549 โดยโปรแกรม ENVI พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่เกษตรพบมากบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำสะแกกรัง พื้นที่ป่าไม้พบมากบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้ที่ดินของพื้นที่การเกษตรกรรมพบว่ามีพื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรกรรมจำนวน 972.84 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากศักยภาพดินควรมีการปรับการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จำนวน 663.04 ตารางกิโลเมตรและทำการอนุรักษ์เป็นพื้นที่ป่า จำนวน 310.2 ตารางกิโลเมตร

การวินิจฉัยลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. การวิเคราะห์บัญชีน้ำ

ลุ่มน้ำสะแกกรัง ปัจจุบันมีการใช้น้ำที่เกิดประโยน์ในลุ่มน้ำ จำนวน 65 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์อีก จำนวน 35 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนบนเป็นพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนล่างเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัย และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ จำนวน 65 เปอร์เซ็นต์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมของมนุษย์ จำนวน 37 เปอร์เซ็นต์และส่วนที่เหลือถูกนำไปใช้สำหรับป่าไม้จำนวน 28 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอนาคตเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง จะมีการใช้น้ำที่เกิดประโยชน์ในลุ่มน้ำ จำนวน 68 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด เนื่องจากมีการเพิ่มพื้นที่ชลประทานอีก 359.47 ตารางกิโลเมตร

2. การเกษตรกรรม

เมื่อพิจารณาพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังพบว่าพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำยังมีการปลูกพืชในฤดูฝน ส่วนฤดูแล้งมีการทำการเกษตรเฉพาะพื้นที่ชลประทาน เขตเกษตรน้ำฝนยังไม่ได้มีการปลูกพืชในฤดูแล้ง และเมื่อพิจารณาศักยภาพดินของลุ่มน้ำสะแกกรัง ยังพบว่า ลุ่มน้ำสะกรังยังมีการปลูกพืชที่ไม่หมาะสมกับศักยภาพดินซึ่งทำให้ได้ผลผลิตต่ำ จำนวน 972.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 32.62 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตร เนื่องจากศักยภาพดินเหมาะสำหรับ

การปรับเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และปรับเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ซึ่งควรมีการปรับปรุงการปลูกพืชให้เหมาะกับศักยภาพและในการปลูกพืชฤดูแล้งควรมีการปรับปรุงรูปแบบการปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อย

3. องค์กรที่เกี่ยวข้องกับบริหารน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

3.1 คณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรัง

ปัจจุบันการบริหารลุ่มน้ำสะแกกรังบริหารโดยคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรังตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พ.ศ.2550 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่ม 124 ตอนพิเศษ 84 ง วันที่ 13 กรกฎาคม 2550 โดยมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

1) เสนอความเห็นต่อคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ เกี่ยวกับการกำหนดนโยบาย แผนงาน โครงการ แนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการบริหารทรัพยากรน้ำ รวมทั้งการดำเนินงานใดๆ ของส่วนราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2) จัดทำแผนบริหารทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

3) ประสานการจัดทำแผนปฏิบัติการและแผนงบประมาณของส่วนราชการและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำให้เป็นไปตามแผนการบริหารทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำตามข้อ 2 และเป็นไปตามกรอบงบประมาณ

4) พิจารณาจัดลำดับความสำคัญ พร้อมทั้งกำหนดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน และกำหนดมาตรการการจัดสรรน้ำให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ด้วยยกความเป็นธรรมและมีประสิทธิภาพ

5) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานของส่วนราชการที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

6) ส่งเสริม สนับสนุน ให้คำแนะนำแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการบริหารทรัพยากรน้ำจากแหล่งน้ำขนาดเล็กให้เกิดประโยชน์และเป็นธรรม

7) ขอเอกสารข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำเพื่อรวบรวมสถิติ ข้อมูลความคิดเห็น ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการบริหารน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

8) ประนีประนอม ไกล่เกลี่ยข้อขัดแย้ง และแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ

9) ประสานการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรน้ำกับคณะกรรมการลุ่มน้ำอื่นที่เกี่ยวข้อง

10) เผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ รับฟังความคิดเห็นและสร้างความเข้าใจกับประชาชนเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรน้ำ

11) แต่งตั้งคณะอนุกรรมการหรือคณะทำงานเพื่อดำเนินการตามที่คณะกรรมการลุ่มน้ำมอบหมาย

12) ปฏิบัติการอื่นใดตามที่ กนช. มอบหมาย

ปัจจุบันประธานคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรัง คือ ผู้ว่าราชการจังหวัดอุทัยธานี และผู้อำนวยการสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 เป็นเลขานุการ ซึ่งจากอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมลุ่มน้ำสะแกกรังมีหลายหลายทั้งในด้านนโยบายลุ่มน้ำ ด้านการติดตามประเมินผล ด้านมวลชน แต่ปัจจุบันคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรังยังขาดความเข้มแข็งทั้งในเรื่องวิชาการและการติดตามประเมินผล เนื่องจากการจัดงบประมาณด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน ที่กรมทรัพยากรน้ำได้จากสำนักงบประมาณยังมีความไม่เพียงพอจึงทำให้ใน รอบ 1 ปี สามารถประชุมคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรังได้ 3 ครั้ง และยังไม่สามารถออกไปติดตามการใช้น้ำในพื้นที่ต่างๆ ได้ รวมถึงหากมีข้อพิพาทด้านการใช้น้ำคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรังขาดความรู้ด้านการระงับข้อพิพาทด้านการทรัพยากรน้ำ และการวิเคราะห์สถานะทรัพยากรน้ำในกรณีต่างๆ

3.2 กรมทรัพยากรน้ำ

กรมทรัพยากรน้ำ มีอำนาจหน้าที่ เสนอแนะในการจัดทำนโยบาย แผน มาตรการที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ บริหารจัดการ พัฒนา อนุรักษ์ฟื้นฟู รวมทั้งควบคุมดูแล กำกับ ติดตาม ประเมินผลและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ พัฒนาวิชาการ กำหนดมาตรฐาน และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านทรัพยากรน้ำ ทั้งระดับภาพรวมและระดับลุ่มน้ำ ซึ่งในปัจจุบัน กรมทรัพยากรน้ำยังไม่สามารถบริหารน้ำในลุ่มน้ำสะแกกรังได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากยังไม่มีกฎหมายด้านทรัพยากรน้ำรองรับเกี่ยวกับการอนุญาตการใช้น้ำ สิทธิการใช้น้ำ บทกำหนดโทษสำหรับผู้ใช้น้ำ และยังขาดการติดตามประเมินผลการใช้แผนแม่บทบริหารทรัพยากรน้ำอย่างเป็นรูปธรรม

3.3 กรมชลประทาน

กรมชลประทาน มีหน้าที่บริหารทรัพยากรน้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน ในปัจจุบันในเขตลุ่มน้ำสะแกรังมีพื้นที่โครงการขนาดใหญ่ คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา มีพื้นที่ส่งน้ำ 143,500 ไร่ นอกนั้นเป็นโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็ก 460,598 ไร่ สำหรับนอกเขตชลประทาน กรมชลประทานไม่สามารถเข้าไปดูแลได้ จึงทำให้การแก้ไขปัญหาในระดับลุ่มน้ำจึงไม่สามารถทำได้เพราะเกินกว่าขอบเขตหน้าที่ของกรมชลประทาน ยกเว้นได้รับการร้องขอจากผู้ว่าราชการจังหวัด ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าตามมาตรการระยะสั้น ไม่ได้เป็นการแก้ปัญหาระยะยาว

3.4 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีอำนาจหน้าที่ ควบคุมการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ต่างๆ และผู้ใช้น้ำบาดาลต้องขึ้นทะเบียนและชำระเงินเข้ากองทุนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งจากการตรวจสอบข้อมูลในปัจจุบัน พบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำบาดาล ประมาณ 44 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการขึ้นทะเบียนเท่านั้น ยังมีบ่อบาดาลอีกจำนวนมากที่เป็นบ่อเถื่อนไม่มีการขึ้นทะเบียนและสูบน้ำบาดาลไปใช้ ซึ่งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรมีการกวดขันจับกุมผู้กระทำความผิดดังกล่าว ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล 2520

3.5 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นหน่วยงานที่ตั้งขึ้น เมื่อปี 2542 ตามพระราชบัญญัติการกระจายอำนาจ มีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาด้านต่างๆ และการแก้ไขปัญหาในเขตพื้นที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้น ซึ่งปัจจุบันยังมีงบประมาณและบุคลากรไม่เพียงพอและขาดความชำนาญ สำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ

4. นโยบายภาครัฐสำหรับการบริหารน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

จากแผนรวมบริหารทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรังได้กำหนด วิสัยทัศน์ ของลุ่มน้ำสะแกกรังว่า การบริหารน้ำทั่วถึง คำนึงถึงความเป็นธรรม นำคุณภาพชีวิต มีส่วนร่วมของประชา รักษาสิ่งแวดล้อม และได้กำหนดยุทธศาสตร์การบริหารทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำสะแกกรังเป็น 2 ยุทธศาสตร์ คือ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการลุ่มน้ำ และยุทธศาสตร์การเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนในลุ่มน้ำ ซึ่งตามแผนรวมการบริหารทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้กำหนดแผนรองรับยุทธศาสตร์การบริหารจัดการลุ่มน้ำ จำนวน 19 โครงการ งบประมาณ 7,642.44 ล้านบาท และแผนรองรับยุทธศาสตร์การเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนมีจำนวน 2 โครงการ งบประมาณ 17,682.58 ล้านบาท

นอกจากแผนรวมระดับลุ่มน้ำที่เป็นโครงการการลงทุนขนาดใหญ่ ยังมีแผนงานโครงการระดับท้องถิ่นซึ่งดำเนินงานโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อีกจำนวน 830 โครงการ งบประมาณ 851.41 ล้านบาท

ซึ่งจากนโยบายภาครัฐของแผนบริหารทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำสะแกกรัง เน้นด้านการลงทุนในการก่อสร้างการเก็บน้ำ การเพิ่มน้ำต้นทุนจากลุ่มน้ำต่างๆ ซึ่งเป็นการบริหารโดยวิธีการพยายามจัดหาน้ำด้านความต้องการน้ำ แต่ไม่ได้สนใจควบคุมการบริหารน้ำโดยควบคุมการใช้น้ำให้เป็นไปตามศักยภาพ เช่น ปลูกพืชให้เหมาะสมกับศักยภาพ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยในภาคเกษตรกรรมติดตั้งระบบให้น้ำหยด ซึ่งรัฐบาลควรมีการลงทุนให้ ภาคอุตสาหกรรมควรมีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการปลูกพืชฤดูแล้งที่ใช้น้ำน้อย เช่น ข้างฝ่างหรือถั่งเหลือง

การกำหนดแนวทางและข้อเสนอแนะบริหารน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

1. ปัญหาการบริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำสะแกกรัง

นอกจากการวินิจฉัยลุ่มน้ำสะแกกรัง แล้วเมื่อตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการบริหารลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลรูปแบบการปลูกพืช ข้อมูลด้านอุตุอุทกวิทยา พบว่าลุ่มน้ำสะแกกรังมี ปัญหาดังนี้

1.1 พื้นที่ป่าไม้มีการบุกรุกเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก โดยพื้นที่ป่าไม้ในปี 2543 มีพื้นที่ 1,582.74 ตารางกิโลเมตร แต่พื้นที่ป่าไม้ในปี 2549 มีจำนวนลดลงเหลือ 1,499.99 ตารางกิโลเมตร ซึ่งลดลง 83.15 ตารางกิโลเมตรในระยะเวลา 6 ปี คิดเป็น 5.25 % ของพื้นที่ป่าไม้ปี 2543

1.2 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสมกับศักยภาพดิน จำนวน 972.84 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากมีการทำการเกษตรในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตรซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตต่ำ เพราะชั้นดินเหมาะสำหรับการใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จำนวน 663.04 ตารางกิโลเมตร และเหมาะสำหรับการอนุรักษ์ปลูกป่า เช่น ไม้เต็งและไม้รัง จำนวน 310.04 ตารางกิโลเมตร

1.3 แหล่งเก็บกักน้ำไม่เพียงพอ เนื่องจากในปัจจุบัน ลุ่มน้ำสะแกกรังมีแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว คือ อ่างเก็บน้ำทับเสลา ความจุของอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ 160 ล้านลูกบาศก์เมตร รองรับพื้นที่ชลประทานได้ 143,500 ไร่ ซึ่งเมื่อเทียบกับพื้นที่การเกษตรทั้งหมดในลุ่มน้ำสะแกกรัง คือ 4,772,288 ไร่ และการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ของลุ่มน้ำสะแกกรังอีกแห่งคือการก่อสร้างเขื่อนแม่วง ยังไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างได้เนื่องจากติดปัญหาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

1.4 การบริหารจัดการอ่างทับเสลา ดำเนินการปล่อยน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำโดยมีคณะกรรมการการพิจารณาการเปิดและปิดประตูน้ำของเขื่อนทับเสลา (Joint Management Commitee) ประธานคณะกรรมการการพิจารณาการเปิดและปิดประตูน้ำของเขื่อนทับเสลาคือผู้ว่าราชการจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งเป็นการบริหารอ่างเก็บน้ำโดยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน

1.5 ปริมาณน้ำบาดาลที่ซึมลงในบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง มีปริมาณมากถึง 348.55 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี แต่ยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ และการใช้น้ำบาดาลในปัจจุบันจากการตรวจสอบข้อมูล พบว่า มีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 44 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการขึ้นทะเบียนบ่อบาดาลเท่านั้น ยังมีบ่อบาดาลอีกจำนวนมากที่เป็นบ่อเถื่อนไม่มีการขึ้นทะเบียนและสูบน้ำไปใช้ ทำให้การประเมินปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถสูบไปใช้ได้ ยังไม่สมบูรณ์

1.6 ปริมาณน้ำไหลออกจากลุ่มน้ำโดยไม่มีพันธะมีปริมาณทั้งสิ้น 1,063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งควรนำปริมาณน้ำส่วนนี้กลับมาใช้ประโยชน์

1.7 ในพื้นที่เกษตรน้ำฝนพื้นที่ปลูกข้าวและข้าวโพดได้ใช้ประโยชน์เฉพาะฤดูฝน ส่วนฤดูแล้งไม่ได้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ทำให้ไม่มีผลผลิตในหน้าแล้ง เนื่องจากการขาดแคลนน้ำ

1.8 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำยังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำและข้อมูลยังขาดความต่อเนื่องในการวัด ทำให้ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอและน่าเชื่อถือสำหรับการบริหารน้ำ

2. แนวทางการบริหารน้ำของลุ่มน้ำสะแกกรัง

2.1 ควรมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าไม้ในลุ่มน้ำสะแกกรังโดยใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น การรณรงค์ให้ความรู้กับประชาชนให้เห็นความสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ การกวดขันของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องด้านป่าไม้ เช่น กรมป่าไม้ และกรมอุทยาน สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ไม่ให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ การฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้เดิม การปลูกหญ้าแฝก และมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น การสร้างฝายต้นน้ำลำธาร

2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสมจำนวน 972.84 ตารางกิโลเมตร ควรมีการสนับสนุนให้มีการปลูกป่าเศรษฐกิจ หรือมีการจัดการพื้นที่ดังกล่าวให้เป็นป่าชุมชน โดยการปลูกไม้เต็งและไม้รัง จำนวน 309.90 ตารางกิโลเมตร และมีการปรับปรุงเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จำนวน 662.94 ตารางกิโลเมตร

2.3 เพิ่มแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง ซึ่งควรเป็นแหล่งน้ำขนาดเล็กภายในหมู่บ้านต่างๆ เช่น สระน้ำภายในชุมชนซึ่งตามภารกิจการถ่ายโอนกิจกรรมนี้ควรให้องค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนกรมทรัพยากรน้ำและกรมชลประทานควรเป็นหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนทางวิชาการและติดตามประเมินผล แต่สำหรับแหล่งเก็บกักขนาดใหญ่อย่างเช่น เขื่อนแม่วง หากต้องมีการก่อสร้างควรมีการทบทวนการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความคุ้มทุนของตัวเขื่อน รวมถึงความเห็นของคณะกรรมการลุ่มน้ำสะแกกรังและประชาชนในพื้นที่เพื่อเป็นข้อมูลศึกษาเบื้องต้นสำหรับการจัดทำแผนพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กต่อไป

2.4 ควรจัดทำมาตรการและข้อตกลงการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำทับเสลาในสภาวะต่างๆ ทั้งปกติและวิกฤต ระหว่างผู้ใช้น้ำ เพื่อเป็นกติกาการใช้ทรัพยากรน้ำและป้องกันการแย่งน้ำในปีที่มีน้ำน้อย

2.5 ควรมีการพิจารณาให้มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ร่วมกับน้ำผิวดินโดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่างสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำต่างๆเพราะปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถสูบขึ้นมาใช้โดยไม่มีผลกระทบต่อการทรุดตัวของชั้นดิน มีปริมาณมากถึง 348 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงเรื่องของคุณภาพและมีการทดสอบปริมาณน้ำจริงในสนาม รวมถึงกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรตรวจสอบบ่อบาดาลที่ยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนให้มาขึ้นทะเบียนเพื่อทราบข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลอย่างถูกต้องต่อไป

2.6 ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่างโดยไม่มีพันธะ จำนวน 1,063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น พัฒนาโครงการชลประทานขนาดเล็ก

2.7 พื้นที่เกษตรน้ำฝนในช่วงหน้าแล้งที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกควรมีการใช้ที่ดินในการปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยและอายุสั้น เช่น ข้าวฟ่าง ถั่วเขียว หรือ มันสำปะหลัง

2.8 ควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนและวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกรังให้มีจำนวนมากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อที่จะได้มีข้อมูลสำหรับการบริหารน้ำที่ถูกต้องและแม่นยำขึ้น รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพของสถานีวัดน้ำที่มีอยู่เดิมด้วยระบบดาวเทียมเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณที่ทันต่อสถานการณ์และมีความแม่นยำกว่าที่ใช้คนบันทึกข้อมูล

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิเคราะห์บัญชีน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้ทำการประเมินองค์ประกอบต่างๆ ของบัญชีน้ำทั้งจากแบบจำลองและหลักการทฤษฎีต่างๆ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าในพื้นที่ทั้งหมด ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดปริมาณน้ำไหลเข้า คือปริมาณน้ำฝน และปริมาณการไหลเข้าของปริมาณน้ำใต้ดิน ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีปริมาณน้ำไหลเข้าทั้งสิ้น 5,894.34 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น ปริมาณฝน 5,774.34 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณการไหลเข้าของปริมาณน้ำใต้ดิน 120 ล้านลูกบาศก์เมตร

2. การใช้น้ำในกระบวนการ ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดการใช้น้ำในกระบวนการ คือ ปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทาน ซึ่งในการศึกษาได้กำหนดไว้ 2 สถานการณ์ คือ กรณีสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำสะแกกรัง และกรณีสภาพที่มีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน มีการใช้น้ำในกระบวนการทั้งสิ้น 2,026.06 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยจำแนกได้เป็น ปริมาณฝนใช้การ 1,633.45 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำชลประทาน 392.62 ล้านลูกบาศก์เมตร กรณีสถานการณ์มีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มีการใช้น้ำในกระบวนการทั้งสิ้น 2,170.44 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยจำแนกได้เป็น ปริมาณฝนใช้การ 1,682.84 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำชลประทาน 487.60 ล้านลูกบาศก์เมตร

3. การใช้น้ำนอกกระบวนการ ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดการใช้นอกกระบวนการแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ และการใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่มีประโยชน์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำสะแกกรังมีการใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ 1,561.89 ล้านลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่มีประโยชน์กรณีสภาพปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 836.56 ล้านลูกบาศก์เมตร และการใช้น้ำนอกกระบวนการที่ไม่มีประโยชน์ของกรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงมีค่าเท่ากับ 763.45 ล้านลูกบาศก์เมตร

4. ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลออกจากพื้นที่ใน 2 สถานการณ์ คือ กรณีสถานการณ์ปัจจุบัน และ กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วงจากการศึกษาพบว่า กรณีสถาการณ์ปัจจุบัน มีปริมาณน้ำไหลออกทั้งสิ้น 1,121.28 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกเป็นปริมาณน้ำมีพันธะ 57.56 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไม่มีพันธะ 1063.72 ล้านลูกบาศก์เมตร กรณีมีการก่อสร้างเขื่อนแม่วง มีปริมาณน้ำไหลออกทั้งสิ้น 1,050.01 ล้านลูกบาศก์เมตร จำแนกเป็นปริมาณน้ำมีพันธะ 56.52 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไม่มีพันธะ 993.49 ล้านลูกบาศก์เมตร

5. จาการวิเคราะห์บัญชีลุ่มน้ำสะแกกรังพบว่าลุ่มน้ำสะแกกรังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงจากการพัฒนาแหล่งน้ำไปสู่การจัดสรรน้ำนโยบายการบริหารลุ่มน้ำสะแกกรังที่เสนอในการศึกษาครั้งนี้จึงเน้นไปที่การปรับปรุงระบบการบริหารจัดการน้ำและการบริหารอ่างเก็บน้ำ การเปลี่ยนรูปแบบการปลูกพืช และการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าต้นน้ำ

ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์บัญชีน้ำ เป็นการมองในภาพรวมของการประเมินศักยภาพในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ ในการศึกษาและจัดทำบัญชีน้ำครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการในเรื่องการประเมินองค์ประกอบต่างๆ ของบัญชีน้ำ ซึ่งในอนาคตหากมีการศึกษาบัญชีน้ำในลุ่มน้ำสะแกกรังหรือลุ่มน้ำอื่นๆ ควรพัฒนาการศึกษาด้านบัญชีน้ำ ดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ณ จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นสถานีตรวดวัดภูมิอากาศที่อยู่ใกล้ที่สุดของลุ่มน้ำสะแกกรังแต่ไม่ได้อยู่ภายในลุ่มน้ำสะแกกรัง ซึ่งหากในอนาคตมีสถานีตรวจวัดภูมิอากาศภายในลุ่มน้ำสะแกกรังควรใช้ข้อมูลภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดที่ตั้งขึ้นภายในลุ่มน้ำสะแกกรัง จะมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลดีกว่าสถานีตรวจอากาศนครสวรรค์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าของลุ่มน้ำสะแกกรังในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวนจำกัด ซึ่งหากในอนาคตมีการตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนและน้ำท่าของลุ่มน้ำสะแกกรังมากกว่านี้ ควรนำข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนและน้ำท่าที่ตั้งขึ้นใหม่มาพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อให้การวิเคราะห์บัญชีน้ำมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. การใช้น้ำนอกกระบวนการที่มีประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินการคายระเหยของพื้นที่ป่าไม้โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ หากจะให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นควรมีตรวจวัดค่าการระเหยของพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำใต้ดินควรมีการใช้แบบจำลองด้านน้ำใต้ดินร่วมกับแบบจำลองด้านน้ำผิวดินเพื่อสามารถจำลองสถานการณ์ทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำได้ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงและมีความเชื่อถือมากกว่าการใช้แบบจำลองด้านน้ำผิวดินเพียงอย่างเดียว

5. การถอดแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดินในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการสำรวจภาคสนาม สำหรับการศึกษาครั้งต่อไปหากต้องมีการใช้แผนที่ดาวเทียมเพื่อทำการศึกษา ควรมีการสำรวจภาคสนามเพื่อสอบวัดความน่าเชื่อถือของการใช้แผนที่ดาวเทียมและเพื่อให้การวิเคราะห์บัญชีน้ำมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2540ก. **รายงานหลัก เล่มที่ 2 โครงการชลประทานระบบท่อส่งลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** ม.ป.ท.

_____. 2540ข. **การทบทวนการศึกษาความเหมาะสมโครงการเขื่อนแม่วง จังหวัดนครสวรรค์.** ม.ป.ท.

กรมทรัพยากรน้ำ. 2549. **โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรังและท่าจีน.** ม.ป.ท.

กานดา คงธรรม. 2545. **การศึกษาพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM สำหรับลุ่มน้ำน่าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัลยาณี สุวรรณประเสริฐ. 2548. **คู่มือการใช้งานโปรแกรม ENVI เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ.** กรมทรัพยากรน้ำ

เกษม จันทร์แก้ว และคณะ. 2528. **สมดุลของน้ำจากพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

จักรพงษ์ แต้วิจิตร. 2547. **การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและประยุกต์ใช้วิธีเจนิติกอัลกอริทึ่มเพื่อหาโค้งปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสม: กรณีศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการวิสามัญศึกษาแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่สัมฤทธิ์ผลในประเทศไทย. 2546. **รายงานการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่สัมฤทธิ์ผลในประเทศไทย.** ม.ป.ท.

จารึก วัฒนาโกศัย. 2534. **ผลกระทบต่อโครงการเจ้าพระยาในการพัฒนาแหล่งน้ำบนลุ่มน้ำสะแกกรัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉลอง เกิดพิทักษ์. 2538. **การจัดการลุ่มน้ำในประเทศไทย**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 189 น.

ไชยวัฒน์ เจริญจิระตระกูล. 2548. **การวิเคราะห์บัญชีน้ำในโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกตอนบน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดิเรก ทองอร่าม. 2526. ความต้องการน้ำชลประทาน และค่าชลภาระในการออกแบบระบบส่งน้ำ, น. 7-104 *ใน* คณะกรรมการจัดสัมมนาทางวิชาการ (ผู้รวบรวม). **เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน**. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ และคณะ. 2544. **โครงการการประยุกต์ใช้ข้อมูลงานวิจัยการเปลี่ยนแปลงของป่าเขตร้อนและผลกระทบเพื่อการจัดการระบบนิเวศป่าเขตร้อนแบบผสมผสาน.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ**.**

บัญชา ขวัญยืน. 2541. **การจัดการเรื่องน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยพงษ์ ทองดีนอก. 2544. **การประเมินค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธี Bowen ratio ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายรูปแบบของจังหวัดสุโขทัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัสสร ฉวีวงษ์. 2548. **บัญชีน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน:การประเมินน้ำปริมาณน้ำใต้ดิน**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด และคณะ. 2544. **แนวนโยบายการจัดการน้ำสำหรับประเทศไทย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ยุพิน จันดา. 2542. **การพยากรณ์สภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2538. **การจัดการเรื่องน้ำขั้นสูง**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิบูลย์ บุญยธโรกุล . 2526. **หลักการชลประทาน** . ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิโรจน์ ชัยธรรม. 2528. **อุทกวิทยา.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิษุวัฒน์ แต้สมบัติ. 2546. **การศึกษาวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดของลุ่มน้ำคลองท่าตะเภาและลุ่มน้ำคลองชุมพรโดยแบบจำลองทางอุทกวิทยา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วีรพล แต้สมบัติ. 2538. **หลักอุทกวิทยา.** สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิชาการสารสนเทศภูมิวิศวกรรม. 2545. **คู่มือการใช้งานโปรแกรม Arcview 3.1**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมเกียรติ ตั้งจตุพร. 2536. **การศึกษาเพื่อการพัฒนาการชลประทานบนลุ่มน้ำชีตอนบน**.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ. 2546. **วิศวกรรมอุทกวิทยา**. สำนักพิมพ์ไลบราลี่นายน์ พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

สุประภาพ พัฒน์สิงหเสนีย์. 2547. **การเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ อนุกูลอำไพ. 2546. **การบริหารจัดการน้ำแบบผสมผสาน**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี.วี. ออฟเซ็ต แปลจาก Global Water Partnership Technical Advisory Committee. **Intergrated Water Resource Management** .

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย และบัญชา ขวัญยืน. 2545. การจัดทำบัญชีน้ำในลุ่มน้ำแม่น้ำแม่กลอง. **วิศวกรรมสาร มก.** 46: 122-133

อนุรักษ์ ดอกกลาง. 2544. **การศึกษาการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยหลวง**.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Arcelus, E.A. 2000. Coupling Two Hydrological Models to Compute Runoff in Ungauged Basin. **Journal of Hydrology.** 101(2000): 301- 309.

Molden, D. 1997**.** Accoutting for water use and productivity**. SWMI. Paper 01**. international water management institute,Colombo,Sri Lanka

Molden, D., R. Sakthivadivel and Zaigham HaBib. 2001. Basin-Level Use Productivity of water : Examples from south Asia**. Reseach report 49**. international water management institute, Colombo, Sri Lanka.

Danish Hydraulic Institude. 2001a. **MIKE 11 Reference Manual.** Hϕrsholm.

_____. 2001b. **MIKE 11 User Guide.** Hϕrsholm.

_____. 2005. **MIKE BASIN User's Guide**. Hϕrsholm.

Peranginangin N., R. Sakthivadivel, N.R. Scott, E.Kendy and T.S.Steenhuis. 2003. Water Accouting for conjunctive groundwater/surface water management : case of the Singkarak-ombilin River basin, Indonesia. **Journal of Hydrology**. 205: 1-22.

Poomthaisong, A. 1997. **Flood control investigation of the upper Nam River Yom and Yao tributaries.** M.S. Thesis, Asian Institute of Technology.

Taesombut, V. , K. Pongput, S. Aekaraj, S. Kaysavawng and E.Biltonen. 2002. **Regional Study on the Development of Effective water Management Institution : A Case Study of the Bang Pakong River Basin** , Thailand Research Fund(TPF), Bangkok.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อุตุ อุทกวิทยา

ตารางผนวกที่ ก1 แสดงความชื้นสัมพันธ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์

หน่วย เปอร์เซ็นต์

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2539	59	69	75	79	83	84	82	76	65	63	64	63
2540	68	80	80	75	78	85	83	81	71	66	61	64
2541	68	69	66	76	76	84	82	76	69	68	62	59
2542	62	71	75	79	81	83	81	77	72	69	64	60
2543	76	81	77	77	79	83	85	81	70	69	66	62
2544	76	79	80	80	79	82	84	75	72	69	63	72
2545	63	79	78	78	79	83	85	75	71	69	67	65
2546	63	76	78	75	78	86	82	79	78	71	71	71
2547	65	69	78	82	81	85	80	72	64	66	68	61
2548	57	72	75	81	78	83	75	68	65	67	66	63
เฉลี่ย	**65.7**	**74.5**	**76.2**	**78.2**	**79.2**	**83.8**	**81.9**	**76**	**69.7**	**67.7**	**65.2**	**64**

ตารางผนวกที่ ก2 แสดงความเร็วลมของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์

หน่วย Knot

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2539	4.5	2.5	2.2	1.7	1.1	0.6	0.5	0.8	0.8	0.7	2	3.6
2540	2	0.9	1.1	3.1	1.3	1.3	0.7	0.6	0.9	1.2	1.5	3.9
2541	2.4	2.9	2.8	3.2	1.8	0.4	0.4	0.6	1	1.1	2.8	4.4
2542	4.4	2.6	1.8	1.3	1	0.6	0.6	0.7	1	1.2	1.8	3.3
2543	1.5	1.5	1.3	1.8	1.9	0.4	0.5	0.5	1	0.9	1.5	2.1
2544	1.7	1.2	1.5	1.3	0.8	1.1	0.5	0.9	0.9	1.3	2	1.5
2545	3.4	1.9	1.4	1.9	1.4	0.5	0.9	1	1.2	1.5	2.4	4.2
2546	3.1	3	2	3	2	1	0.8	0.9	0.7	1.1	1.4	2
2547	2.9	1.9	1.8	1.6	1.3	0.6	1	1	1.3	1.2	2.3	3.7
2548	3.5	2.5	2.2	1	1.3	1.1	1	1.1	0.7	1.6	3.4	3.3
เฉลี่ย	**2.94**	**2.09**	**1.81**	**1.99**	**1.39**	**0.76**	**0.69**	**0.81**	**0.95**	**1.18**	**2.11**	**3.2**

ตารางผนวกที่ ก3 แสดงการระเหยจากถาดวัด Class-A ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครสวรรค์

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	197.20	168.20	144.90	157.90	140.00	124.20	118.00	108.50	109.20	122.20	144.10	222.60	1,757.00
2540	187.50	208.00	198.20	155.40	152.20	132.00	120.60	114.40	137.10	128.60	151.40	206.50	1,891.90
2541	243.60	221.50	179.30	160.60	153.00	131.00	120.40	111.80	116.50	136.10	180.50	240.60	1,994.90
2542	160.70	139.30	139.10	161.40	130.60	127.70	102.30	102.00	101.50	127.50	144.60	212.30	1,649.00
2543	159.10	160.30	139.10	131.40	132.50	121.90	102.80	111.50	123.80	123.00	137.50	196.10	1,639.00
2544	230.00	150.90	143.50	148.50	130.50	126.80	109.80	108.80	124.00	130.20	139.70	143.30	1,686.00
2545	208.80	155.50	160.50	147.60	141.90	99.00	132.00	104.10	110.00	119.90	137.10	187.70	1,704.10
2546	201.40	181.10	144.80	131.40	127.50	118.40	122.90	126.20	124.10	117.10	122.60	154.00	1,671.50
2547	234.70	178.30	147.60	138.80	144.70	138.40	135.80	139.90	120.90	116.70	135.70	197.20	1,828.70
2548	180.40	183.30	179.70	140.60	138.90	113.50	123.80	103.80	109.30	125.60	163.40	189.80	1,752.10
เฉลี่ย	**200.34**	**174.64**	**157.67**	**147.36**	**139.18**	**123.29**	**118.84**	**113.1**	**117.64**	**124.69**	**145.66**	**195.01**	**1,757.42**

ตารางผนวกที่ ก4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 12081 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	64.80	269.80	139.80	86.70	223.80	351.70	129.90	86.30	0.00	0.00	0.00	58.80	1,411.60
2540	40.30	69.40	23.40	99.60	54.40	263.00	96.90	22.70	0.00	0.00	0.00	40.50	710.20
2541	32.90	171.80	175.20	173.30	216.40	121.70	117.90	54.90	0.00	7.50	1.50	61.40	1,134.50
2542	170.10	136.30	188.20	168.60	138.00	155.50	364.50	139.60	0.00	0.00	74.40	57.00	1,592.20
2543	50.60	168.80	220.20	112.90	96.70	154.90	279.80	0.00	0.00	0.00	0.00	102.30	1,186.20
2544	35.80	432.40	166.10	45.80	156.30	153.50	153.50	12.90	0.00	12.30	2.90	66.70	1,238.20
2545	53.60	75.30	177.30	122.00	175.20	339.50	175.90	69.30	23.90	2.60	45.00	77.90	1,337.50
2546	86.10	95.70	132.90	275.40	149.40	254.20	63.90	0.00	0.00	6.40	88.90	4.70	1,157.60
2547	11.40	261.90	149.00	178.50	136.60	217.40	11.50	0.00	0.00	0.00	14.00	116.10	1,096.40
2548	156.00	162.90	99.50	128.80	82.80	0.00	98.20	174.70	5.10	0.00	73.40	24.90	1,006.30
เฉลี่ย	70.16	184.43	147.16	139.16	142.96	201.14	149.20	56.04	2.90	2.88	30.01	61.03	1,187.07

ตารางผนวกที่ ก5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 26262 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ธ.ค.	รายปี
2539	63.10	218.40	147.50	65.60	226.00	268.70	93.80	107.30	0.00	62.00	44.60	0.00	1,297.00
2540	54.90	84.20	18.70	90.70	27.40	321.10	105.80	15.00	0.00	1.60	142.10	0.30	861.80
2541	79.80	269.90	156.40	192.20	85.80	193.70	114.90	74.70	0.00	163.50	78.20	0.00	1,409.10
2542	158.20	309.60	151.90	144.50	120.00	173.60	336.80	54.70	11.90	1.20	39.20	4.60	1,506.20
2543	259.30	181.60	138.80	76.60	79.50	189.10	258.50	15.00	7.00	57.60	28.50	4.70	1,296.20
2544	20.00	226.90	141.20	94.00	98.40	142.00	140.80	26.70	27.20	0.50	44.50	3.50	965.70
2545	21.80	191.40	228.90	53.80	256.90	223.10	302.50	38.40	22.80	2.70	56.50	17.30	1,416.10
2546	10.70	111.20	144.70	259.20	208.00	214.80	73.40	0.00	5.80	20.60	65.60	0.00	1,114.00
2547	30.00	205.80	102.70	215.70	60.90	192.20	3.70	0.00	19.70	45.40	7.50	0.00	883.60
2548	269.00	225.00	422.70	60.60	97.80	326.60	80.40	93.00	0.00	45.30	25.50	4.00	1,649.90
เฉลี่ย	96.68	202.40	165.35	125.29	126.07	224.49	151.06	42.48	9.44	40.04	53.22	3.44	1,239.96

หมายเหตุ 225.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก6 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 26281 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	108.50	218.30	134.90	106.70	288.30	254.80	252.80	98.60	0.00	0.00	0.00	63.00	1,525.90
2540	44.30	111.40	54.70	90.90	69.80	248.20	121.50	15.10	0.00	0.00	87.00	0.00	842.90
2541	53.50	198.30	184.20	190.20	222.10	257.70	99.90	66.90	30.80	7.80	3.10	101.40	1,415.90
2542	156.70	393.00	195.60	76.00	141.70	160.30	341.80	152.40	5.70	1.30	84.40	3.40	1,712.30
2543	120.50	208.30	212.00	77.40	188.90	233.50	334.30	17.60	2.70	20.60	5.20	89.50	1,510.50
2544	7.80	445.70	174.00	57.60	133.50	166.40	191.90	10.20	0.10	32.80	15.00	4.20	1,239.20
2545	8.20	84.70	79.50	52.00	234.30	339.90	334.70	39.70	7.00	0.00	78.00	131.20	1,389.20
2546	59.60	77.70	172.20	259.30	143.20	227.90	83.50	0.00	0.00	20.70	100.70	18.10	1,162.90
2547	4.50	301.90	119.50	237.20	120.30	140.00	17.50	0.50	0.00	0.00	8.50	57.80	1,007.70
2548	134.60	100.50	70.60	66.10	121.00	0.00	221.40	118.40	14.10	0.00	34.20	81.60	962.50
เฉลี่ย	69.82	213.98	139.72	121.34	166.31	202.87	199.93	51.94	6.04	8.32	41.61	55.02	1,276.90

ตารางผนวกที่ ก7 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69012 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	93.90	186.10	171.30	113.00	74.40	239.90	180.10	112.30	0.00	0.00	4.80	29.20	1,205.00
2540	115.80	89.00	46.00	128.90	55.70	199.30	246.60	16.20	0.00	0.00	0.00	0.00	897.50
2541	115.80	181.00	147.80	135.90	124.40	151.10	148.80	61.00	19.50	0.00	152.80	0.00	1,238.10
2542	157.10	264.00	54.90	154.20	172.20	201.70	268.80	24.80	0.00	1.70	0.00	21.50	1,320.90
2543	62.30	150.80	144.70	61.40	202.60	216.00	249.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,087.10
2544	0.00	242.80	185.10	61.20	154.20	201.60	133.50	23.80	0.00	0.00	0.00	47.50	1,049.70
2545	9.40	108.20	164.90	107.10	99.00	292.80	88.40	13.20	12.60	18.30	0.00	13.40	927.30
2546	5.20	0.00	129.30	68.60	224.50	256.40	116.20	0.00	0.00	0.00	5.00	66.70	871.90
2547	0.70	187.30	36.10	151.70	129.50	206.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	716.50
2548	17.00	52.90	136.00	74.00	82.10	266.30	133.30	52.60	4.00	0.00	0.00	37.80	856.00
เฉลี่ย	57.72	146.21	121.61	105.60	131.86	223.13	157.00	30.39	3.61	2.00	16.26	21.61	1,017.00

หมายเหตุ 74.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก8 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69022 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย: มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	54.70	316.30	242.10	84.90	59.50	220.30	204.70	201.70	0.00	0.00	33.40	44.80	1,462.40
2540	138.80	73.10	85.00	128.80	77.10	307.80	216.80	0.70	0.00	0.00	0.00	87.70	1,115.80
2541	32.10	197.10	198.20	256.70	196.10	162.90	105.80	43.00	23.70	0.00	13.00	0.00	1,228.60
2542	261.60	260.00	66.50	121.70	146.00	295.50	312.20	35.50	2.20	1.20	13.90	9.40	1,525.70
2543	187.40	107.90	148.70	67.60	162.90	178.10	165.70	19.70	0.00	0.00	32.70	2.90	1,073.60
2544	31.20	206.80	128.30	123.80	62.60	183.40	195.20	11.20	0.00	0.80	13.00	60.00	1,016.30
2545	77.00	109.00	151.00	85.50	137.80	243.70	227.50	70.50	6.00	1.00	0.00	92.00	1,201.00
2546	18.30	22.00	199.30	174.10	74.50	244.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.50	31.90	782.60
2547	0.00	232.50	59.10	160.00	128.00	295.80	19.00	1.00	0.00	1.50	81.20	0.00	978.10
2548	57.60	96.30	64.10	84.40	236.90	246.60	100.10	71.00	4.00	0.00	21.30	7.50	989.80
เฉลี่ย	85.87	162.10	134.23	128.75	128.14	237.81	154.70	45.43	3.59	0.45	22.70	33.62	1,137.39

หมายเหตุ 77.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก9 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69032 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	112.00	320.50	131.20	97.70	104.70	287.70	143.90	126.10	0.00	0.00	4.30	34.30	1,362.40
2540	188.20	84.90	99.00	77.00	91.10	258.20	172.60	0.60	0.00	0.00	0.00	39.00	1,010.60
2541	29.40	145.40	268.70	154.60	196.30	144.10	84.40	77.90	1.40	0.00	36.30	16.80	1,155.30
2542	241.50	211.40	94.90	150.50	83.00	272.10	238.80	26.80	4.30	1.10	10.00	7.70	1,342.10
2543	142.40	155.20	106.70	121.00	193.80	143.00	220.50	0.80	0.00	0.00	34.50	0.00	1,117.90
2544	34.90	136.10	242.80	109.80	56.10	166.50	136.10	8.00	0.00	0.00	1.60	23.60	915.50
2545	28.60	151.10	199.00	109.00	63.10	256.70	91.30	18.30	10.40	18.90	0.00	77.60	1,024.00
2546	16.10	63.70	135.80	95.90	206.00	256.50	101.50	0.00	0.00	0.00	31.10	54.50	961.10
2547	20.20	130.50	103.50	165.40	163.20	302.80	0.00	0.00	0.00	0.50	74.20	0.00	960.30
2548	53.20	95.00	155.80	70.20	120.90	254.20	92.30	66.40	3.00	0.00	0.00	27.20	938.20
เฉลี่ย	86.65	149.38	153.74	115.11	127.82	234.18	128.14	32.49	1.91	2.05	19.20	28.07	1,078.74

หมายเหตุ 0.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก10 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69062 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	73.40	80.50	76.10	78.20	88.20	174.60	327.80	40.30	0.00	0.00	5.50	77.00	1,021.60
2540	69.90	16.90	0.00	47.00	17.80	101.80	85.60	0.00	0.00	0.00	0.00	41.30	380.30
2541	45.50	40.90	157.70	274.90	114.80	191.50	116.10	84.00	7.50	0.00	1.00	23.70	1,057.60
2542	80.80	244.60	83.20	86.00	113.90	308.20	295.80	33.00	7.50	0.00	13.20	38.50	1,304.70
2543	167.70	124.80	88.60	18.80	113.00	134.10	112.60	0.00	0.00	0.00	74.40	0.00	834.00
2544	21.70	252.10	129.30	78.20	81.80	138.60	340.70	17.10	0.00	0.00	0.00	57.20	1,116.70
2545	13.30	72.60	77.70	9.70	113.50	147.30	272.90	85.90	48.90	0.00	3.50	66.30	911.60
2546	71.70	5.70	31.70	144.20	86.20	184.00	66.70	0.00	0.00	0.00	0.00	31.60	621.80
2547	6.50	61.20	59.20	82.10	94.10	172.90	194.00	0.00	0.00	6.50	19.80	3.50	699.80
2548	183.90	160.10	64.50	34.10	44.80	313.80	161.00	80.10	16.80	0.00	20.50	49.80	1,129.40
เฉลี่ย	73.44	105.94	76.80	85.32	86.81	186.68	197.32	34.04	8.07	0.65	13.79	38.89	907.75

หมายเหตุ 86.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก11 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี 69121 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	144.00	363.60	156.40	71.10	172.00	374.40	285.90	200.00	0.00	0.00	7.20	34.40	1,809.00
2540	27.70	62.00	42.90	61.40	84.30	304.50	223.00	24.40	0.00	0.00	6.00	3.80	840.00
2541	30.40	222.60	188.80	136.00	180.60	242.80	73.20	109.00	12.20	3.30	1.60	51.60	1,252.10
2542	173.40	293.90	175.10	192.30	151.20	239.90	353.10	113.40	6.00	1.10	102.40	1.00	1,802.80
2543	199.60	184.30	329.90	67.20	177.30	273.10	359.60	14.60	0.00	0.00	15.50	114.50	1,735.60
2544	26.30	465.20	129.50	78.40	128.10	137.50	268.50	29.90	0.00	20.80	7.80	10.40	1,302.40
2545	57.70	182.30	107.60	69.00	148.40	337.50	233.80	78.30	10.10	0.00	78.80	101.90	1,405.40
2546	126.50	53.00	217.00	324.90	172.00	227.40	105.50	0.00	0.00	63.10	79.20	23.70	1,392.30
2547	12.50	203.20	106.10	178.50	141.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	641.30
2548	46.00	195.00	83.00	53.00	139.00	13.00	290.00	173.00	5.00	0.00	3.00	13.00	1,013.00
เฉลี่ย	84.41	222.51	153.63	123.18	149.39	215.01	219.26	74.26	3.33	8.83	30.15	35.43	1,319.39

หมายเหตุ 141.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก12 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.5A ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	6.76	26.54	41.48	24.25	45.53	136.34	182.77	112.89	12.26	3.88	1.59	0.92	595.21
2540	4.01	1.52	1.39	4.83	7.58	21.92	27.32	2.93	0.85	0.11	0.00	0.00	72.46
2541	0.00	4.06	7.63	8.27	17.66	20.73	46.05	20.65	8.53	3.13	2.22	1.69	140.62
2542	18.03	101.26	51.91	8.07	20.52	34.76	188.24	109.41	15.44	2.80	2.01	1.10	553.55
2543	15.65	34.39	39.70	21.24	15.08	41.17	207.57	50.60	7.14	3.32	1.51	4.16	441.53
2544	3.70	55.50	49.90	13.80	17.70	21.50	112.90	36.80	10.50	3.80	0.10	0.10	326.30
2545	6.10	11.20	8.40	8.00	19.20	94.30	82.80	55.70	19.00	4.90	2.00	5.20	316.80
2546	11.70	12.90	10.30	27.70	21.20	43.50	78.10	12.40	5.80	3.60	3.00	2.20	232.40
2547	3.60	28.80	27.10	14.40	17.60	23.80	13.60	3.80	1.60	4.60	6.70	4.00	149.60
2548	7.20	7.80	8.10	6.70	5.40	48.70	86.00	47.90	5.30	3.60	1.30	1.30	229.30
เฉลี่ย	7.68	28.4	24.59	13.73	18.75	48.67	102.54	45.31	8.64	3.37	2.04	2.07	305.78

ตารางผนวกที่ ก13 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.7 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	0.28	3.40	7.92	1.83	12.86	37.83	60.43	22.88	0.58	0.05	0.00	0.09	148.15
2540	0.70	0.78	0.42	0.26	0.29	3.14	10.76	1.18	0.29	0.12	0.07	0.00	18.01
2541	0.22	2.90	5.07	20.36	13.14	20.36	31.08	2.21	2.30	1.06	0.91	0.69	100.30
2542	2.15	66.25	37.03	2.52	2.84	12.23	80.97	30.99	1.51	0.63	0.59	0.55	238.26
2543	2.47	13.28	18.66	6.73	4.00	25.61	86.02	23.71	7.07	4.87	3.68	4.11	200.21
2544	0.70	28.30	25.90	1.30	4.10	4.10	25.60	6.10	0.70	0.00	0.00	0.00	96.80
2545	1.00	1.30	1.30	0.40	1.00	69.60	73.60	36.00	10.10	3.70	2.70	6.40	207.10
2546	2.70	1.70	2.40	12.80	22.00	23.40	24.30	2.50	1.40	0.70	1.80	1.40	97.10
2547	0.70	12.20	9.40	8.80	12.10	3.80	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.14	47.16
2548	4.00	1.70	2.80	6.10	2.30	37.30	37.30	13.40	2.60	1.80	1.40	0.52	111.22
เฉลี่ย	1.49	13.18	11.09	6.11	7.46	23.74	43.01	13.9	2.66	1.29	1.12	1.39	126.43

หมายเหตุ 0.00 หมายถึง ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยโปรแกรม HEC-4

ตารางผนวกที่ ก14 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.9 ระหว่างปี 2539-2548

หน่วย : ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	0.84	0.83	35.92	35.23	21.27	6.02	108.61	62.01	6.22	10.88	9.97	14.66	312.46
2540	23.31	6.57	8.54	3.81	57.89	0.61	3.05	23.24	0.14	0.26	0.22	11.13	138.77
2541	0.19	0.03	0.03	0.11	4.34	0.57	5.04	0.33	0.03	5.27	6.76	2.15	24.85
2542	5.13	1.60	5.42	29.81	11.05	0.99	29.82	55.74	5.69	9.66	6.15	7.07	168.13
2543	1.35	4.36	13.03	31.03	28.20	2.30	21.83	44.44	25.61	33.45	25.92	16.80	248.32
2544	14.70	2.10	5.60	23.40	24.80	19.70	1.50	0.80	20.80	1.70	2.60	1.50	119.20
2545	0.40	1.20	7.40	8.30	1.20	2.00	0.60	0.10	19.10	31.30	3.50	16.30	91.40
2546	7.20	3.20	21.20	11.70	17.90	7.30	4.20	30.00	10.60	15.90	1.00	2.10	132.30
2547	0.90	0.20	4.91	0.40	0.40	0.30	11.30	1.30	0.70	0.50	0.80	0.80	22.51
2548	0.60	0.70	0.50	0.50	0.40	0.50	1.10	0.40	22.60	0.60	0.30	4.50	32.70
เฉลี่ย	**5.46**	**2.08**	**10.26**	**14.43**	**16.75**	**4.03**	**18.71**	**21.84**	**11.15**	**10.95**	**5.72**	**7.70**	**129.06**

ตารางผนวกที่ ก15 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานี Ct.8

หน่วย ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	0.00	25.93	38.60	14.61	32.39	147.10	337.75	217.21	69.96	33.26	14.90	8.25	939.96
2540	3.88	1.95	0.92	0.46	0.22	22.35	139.74	51.37	20.86	10.03	4.49	2.49	258.76
2541	1.17	0.59	1.20	20.75	40.66	69.12	128.11	49.73	30.13	9.90	4.44	2.46	358.26
2542	7.37	80.12	118.23	69.08	48.41	55.48	267.65	402.88	113.49	54.32	27.34	13.22	1,257.59
2543	7.40	21.98	41.56	38.94	62.13	44.58	174.71	110.63	41.00	19.67	8.81	4.88	576.29
2544	0.00	68.69	103.09	27.27	50.28	50.79	127.92	91.91	18.04	0.00	0.00	0.00	537.99
2545	0.00	0.00	13.11	22.69	27.19	194.80	278.64	129.65	29.26	2.97	0.00	0.00	698.31
2546	3.15	1.59	3.37	42.20	97.25	129.46	148.45	36.64	18.40	8.85	8.00	2.15	499.51
2547	1.01	9.04	22.32	35.22	57.16	75.39	23.71	10.23	5.15	2.48	1.11	0.61	243.43
2548	5.86	2.05	1.23	4.30	1.60	12.21	17.43	62.92	14.14	6.62	2.93	1.62	132.91
เฉลี่ย	**2.98**	**21.19**	**34.36**	**27.55**	**41.73**	**80.13**	**164.41**	**116.32**	**36.04**	**14.81**	**7.20**	**3.57**	**550.30**

หมายเหตุ 0.00 เป็นข้อมูลที่สร้างจากแบบจำลอง NAM

ภาคผนวก ข

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM

1) U_{max}: Maximum Water Content in Surface Storage หมายถึงค่าสูงที่สุดของปริมาณน้ำที่ขังไว้บนผิวดินในลักษณะของแอ่งน้ำตื้น ๆ หรือหลุมบ่อตื้น โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร

2) L_{max}: Maximum Water Content in Root Zone Storage หมายถึงปริมาณความชื้นสูงสุดในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีค่าเท่ากับผลต่างของจุดอิ่มตัวของการอุ้มน้ำ (Field Capacity) และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (Wilting Point) ของดินคูณกับค่าความลึกใช้การของรากพืช ซึ่งค่าเหล่านี้จะประมาณจากข้อมูลดิน มีค่าโดยประมาณ 100-250 มิลลิเมตร

3) CQOF: Overland Flow Runoff Coefficient หมายถึงพารามิเตอร์ที่ใช้แบ่ง Excess Rainfall ระหว่าง Overland Flow Runoff และ Infiltration ซึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์นี้ได้โดยตรงจากข้อมูลดิน แต่จะสามารถประมาณความสัมพันธ์ได้คือ ถ้าลุ่มน้ำมีความลาดชันน้อย รวมทั้งมีลักษณะเป็นดินหยาบหรือดินทราย และมีชั้นดินอุ้มน้ำไว้ไม่ลึก ค่า CQOF จะมีค่าต่ำถ้าดินในลุ่มน้ำเป็นดินที่มีค่าความซึมต่ำ เช่น ดินเหนียวหรือหินจะมีค่า CQOF สูง โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.90

4) CKIF: Time Constant for Interflow เป็นพารามิเตอร์นี้ไม่มีความสำคัญมากนักเนื่องจาก Interflow ไม่ใช่ตัวหลักที่ทำให้เกิด Streamflow โดย Interflow จะมีค่าลดลงเมื่อ CKIF มีค่าสูงขึ้น ค่าที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 500-1,000 ชั่วโมง

5) TOF: Root Zone Threshold Value for Overland Flow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Overland Flow ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีน้ำมากและน้ำน้อยสลับกัน โดยจะเกิด Overland Flow ก็ต่อเมื่อความชื้นในเขตรากพืช (Root Zone) ต้องมากกว่าค่า TOF ค่านี้มีผลอย่างมากต่อเวลาเริ่มต้นของการเกิด Overland Flow หลังจากช่วงน้ำน้อย ปกติจะใช้ค่า 0-70 เปอร์เซ็นต์ของ L_{max}

6) TIF: Root Zone Threshold Value for Interflow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Interflow มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF มีความสำคัญไม่มากนัก ส่วนมากจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์

7) TG: Root Zone Threshold Value for Groundwater Recharge หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Groundwater Recharge มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF เป็นแฟคเตอร์สำคัญในการปรับเทียบแบบจำลอง

8) CK_1, CK_2: Time Constant for Routing Interflow and Overland Flow หมายถึงพารามิเตอร์เพื่อการอธิบายรูปร่างของกราฟน้ำท่า สำหรับ Overland Flow, Interflow และระยะเวลาการเกิด Peak โดยทั่วไปจะกำหนดให้มีค่าเท่ากัน ทำให้เหลือพารามิเตอร์ระหว่างการปรับเทียบแบบจำลองเพียงตัวเดียว

9) Sy: Specific Yield หมายถึง ค่า Specific Yield ของแหล่งเก็บกักน้ำใต้ดินอาจจะกำหนดจากข้อมูลอุทกธรณีวิทยา หรือ Pumping Test โดยทั่วไปอาจประเมินจากชนิดดิน สำหรับดินเหนียวมีค่า 1-10 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายมีค่า 10-30 เปอร์เซ็นต์

10) CKBF: Time Constant for Routing Baseflow หมายถึงค่าที่ประมาณจาก Baseflow Recession Curve ในช่วงเริ่มต้นของฤดูแล้ง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 500-5,000 ชั่วโมง

11) $GWLBF_0$: Maximum Groundwater Depth Causing Baseflow หมายถึงค่าความลึกมีหน่วยเป็นเมตร แปรผันอยู่ระหว่างค่าระดับผิวดินเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำกับระดับน้ำต่ำสุดที่จุดไหลออกสู่ลำน้ำ ที่ระดับน้ำใต้ดินเกือบถึงระดับผิวดินจะได้ค่าที่เหมาะสมคือ $GWLBF_0$ มีค่า 20 เมตร และค่า Sy ใช้ค่า 0.5 โดยมีข้อกำหนดว่าระดับน้ำใต้ดินต้องอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินเฉลี่ย เพราะฉะนั้นค่า Baseflow คำนวณได้จากค่าเริ่มต้นค่านี้

12) $GWLFL_1$: Groundwater Depth for Unit Capillary Flux หมายถึงค่าความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (Groundwater Table) ที่จะทำให้เกิด Upward Capillary เท่ากับ 1 มม./วัน ในเงื่อนไขที่ Lower Zone Storage อยู่ในสภาพที่แห้งสนิท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินด้วย โดย $GWLFL_1$ มีค่าเป็นศูนย์ที่ Zero Capillary Flux

ภาคผนวก ค

อ่างเก็บน้ำ

ข้อมูลทั่วไปของอ่างเก็บน้ำทับเสลา

1.อ่างเก็บน้ำ

- ระดับน้ำสูงสุด	+ 156.98 ม. (รทก.) ที่ปริมาณน้ำ 190 ล้าน ลบ.ม.
- ระดับน้ำเก็บกัก	+ 155.00 ม. (รทก.) ที่ปริมาณน้ำ 160 ล้าน ลบ.ม.
- ระดับน้ำต่ำสุด	+ 142.00 ม. (รทก.) ที่ปริมาณน้ำ 17 ล้าน ลบ.ม.
- ระดับท้องน้ำ	+ 133.30 ม. (รทก.)
- ระดับสันเขื่อน	+ 159.90 ม. (รทก.)
- พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	19 ตารางกิโลเมตร
- ปริมาณน้ำใช้งาน	143 ล้าน ลบ.ม.

2. ท่อส่งลงลำน้ำเดิม(River Outlet)

- ชนิด	ท่อ คอนกรีตเสริมเหล็กรูปสี่เหลี่ยม
- ที่ตั้ง	กม.3+050
- ระดับธรณีปากทางน้ำเข้า	+ 139.75 ม.(รทก.)
- ขนาดภายในท่อด้านเหนือน้ำ	3.50 + 3.00
- ขนาดภายในท่อด้านท้ายน้ำ	2.50 + 2.00
- ความยาวท่อ	206
- ระบายน้ำสูงสุดได้ประมาณ	33.50 ลบ.ม./วินาที

3. อาคารระบายน้ำล้น

- ชนิด	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมีบานระบายโค้ง
- ขนาดช่องระบายน้ำ	12.50 จำนวน 3 ช่อง
- ระดับทางระบายน้ำ 1 (ฝาย)	+ 150.34 ม.(รทก.)
- ระบายน้ำได้สูงสุดประมาณ	1,020 ลบ.ม./วินาที

4. อาคารระบายน้ำล้นฉุกเฉิน

- ชนิด	ฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ขนาดช่องระบายน้ำ	12.50 ม. จำนวน 6 ช่อง
- ระดับสันฝาย	+ 155.00 ม. (รทก.) ที่ปริมาณน้ำ 160 ล้าน ลบ.ม.

- ความยาว 75.00 ม.(12.50 จำนวน 6 ช่อง)
- ระบายน้ำได้สูงสุด 398.76 ลบ.ม./วินาที

ตารางผนวกที่ ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความจุอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำ ของเขื่อนทับเสลา

ระดับ (ม.รทก.)	ความจุอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวอ่างฯ (ตร.กม.)
133.30	0.00	0.00
134.00	0.00	0.00
135.00	0.00	0.40
136.00	1.50	0.75
138.00	4.00	1.70
140.00	8.50	2.90
141.00	11.50	3.65
142.00	15.00	4.40
143.00	19.00	5.30
144.00	25.00	6.25
145.00	31.00	7.20
146.00	39.00	8.40
147.00	47.50	9.60
148.00	57.00	10.75
149.00	68.00	12.00
150.00	80.00	13.10
151.00	92.00	14.25
152.00	107.00	15.50
153.00	124.00	16.60
154.00	140.00	17.80
155.00	160.00	19.00

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ระดับ (ม.รทก.)	ความจุอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวอ่างฯ (ตร.กม.)
156.00	179.00	20.00
157.00	198.00	21.20
157.60	212.00	22.00

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ข้อมูลทั่วไปของอ่างเก็บน้ำแม่วงตอนบน

1. อ่างเก็บน้ำ

- พื้นที่รับน้ำลงอ่างฯ612.00 ตร.กม.
- ความจุอ่างฯ ที่ระดับ Dead Storage20 ล้านลูกบาศก์เมตร
- ความจุอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก250.0 ล้านลูกบาศก์เมตร
- ความจุอ่างฯ ที่ระดับน้ำใช้งาน 230.0 ล้านลูกบาศก์เมตร
- ความจุของ Flood Surcharge 62.0 ล้านลูกบาศก์เมตร
- ระดับท้องน้ำ+154.00 ม.รทก.
- ระดับธรณี Canal Outlet ฝั่งซ้าย + 180.00 ม.รทก.
- ระดับน้ำเก็บกัก +204.50 ม.รทก.
- ระดับน้ำนองสูงสุด +207.50 ม.รทก.
- ระดับสันเขื่อน +211.0 ม.รทก.
- พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำเก็บกัก 11,000 ไร่
- พื้นที่ผิวอ่างฯ ที่ระดับน้ำนองสูงสุด 12,375 ไร่

2. เขื่อน

- ประเภท เขื่อนหินถม Center-cored rockfill type
- ระดับสันเขื่อน +211.0 ม.รทก.

- ความกว้างของสันเขื่อน 10.0 ม.
- ความยาวของสันเขื่อน 730.0 ม.
- ส่วนสูงที่สุด 57.0 ม.
- ลาดเขื่อน : ด้านเหนือน้ำ 1 : 1.75
  ด้านท้ายน้ำ 1 : 1.8
- ส่วนกว้างที่สุดของฐานเขื่อน 212 ม.
- ปริมาณวัสดุถมอัดแน่นร่องแกนและตัวเขื่อน 2,500,000 ลบ.ม.

3. อาคารระบายน้ำล้น (Service Spillway)

- ที่ตั้ง อยู่ Abutment ฝั่งขวาของทำนบดิน
- ชนิด Ungated Side channel type
- สันฝายยาวประมาณ 155.0 ม.
- ระดับสันฝาย + 204.50 ม.รทก.
- ระดับน้ำนองสูงสุด + 207.50 ม.รทก.
- ระบายน้ำได้สูงสุดประมาณ 1,608.5 ลบ.ม/วินาที

4. อาคารผันน้ำ

- ชนิด อุโมงค์รูปเกือกม้า
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 ม.
- ความยาวของอุโมงค์ผันน้ำ 230 ม.
- ความยาวของคลองผันน้ำ 790 ม.

5. อาคารรับน้ำและท่อส่งน้ำ

- ชนิด ท่อเหล็กเหนียว
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.4 ม.
- อาคารรับน้ำประเภท Drop inlet
- ปริมาณน้ำที่ออกแบบ 43 ลบ.ม./วินาที

6. ระบบส่งน้ำ

- ก่อสร้างหัวงานอาคารบังคับน้ำใหม่ 2 แห่ง
- คลองส่งน้ำสายใหญ่

ปรับปรุงใหม่ 64.7 กม.

ก่อสร้างใหม่ 12.0 กม.

- คลองส่งน้ำสายซอย

ปรับปรุงใหม่ 171.4 กม.

ก่อสร้างใหม่ 112.2 กม.

- อาคารบังคับน้ำ

คลองส่งน้ำสายใหญ่ 140 แห่ง

คลองส่งน้ำสายซอย 995 แห่ง

7. พื้นที่รับประโยชน์

พื้นที่ของโครงการ 231,402 ไร่ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

ตารางผนวกที่ ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ ความจุอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่ผิวอ่างเก็บน้ำ ของเขื่อนแม่วงตอนบน

ระดับ (ม.รทก.)	ความจุอ่างฯ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ผิวอ่างฯ (ตร.กม.)
180	25	5
185	38	6.5
190	75	8.7
195	114	9.3
200	185	14
204.5	250	17.6
207.5	300	19.2

ที่มา: กรมชลประทาน (2540)

ภาคผนวก ง

รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำสะแกกรัง

รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำสะแกกรัง

เขตพื้นที่	ชนิดพืช	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
นอกเขตชลประทาน	ข้าว				ข้าวนาปี								
	พืชไร่												
	-ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์										
	- มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง											
	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	มะม่วง, ส้ม, มะพร้าว											

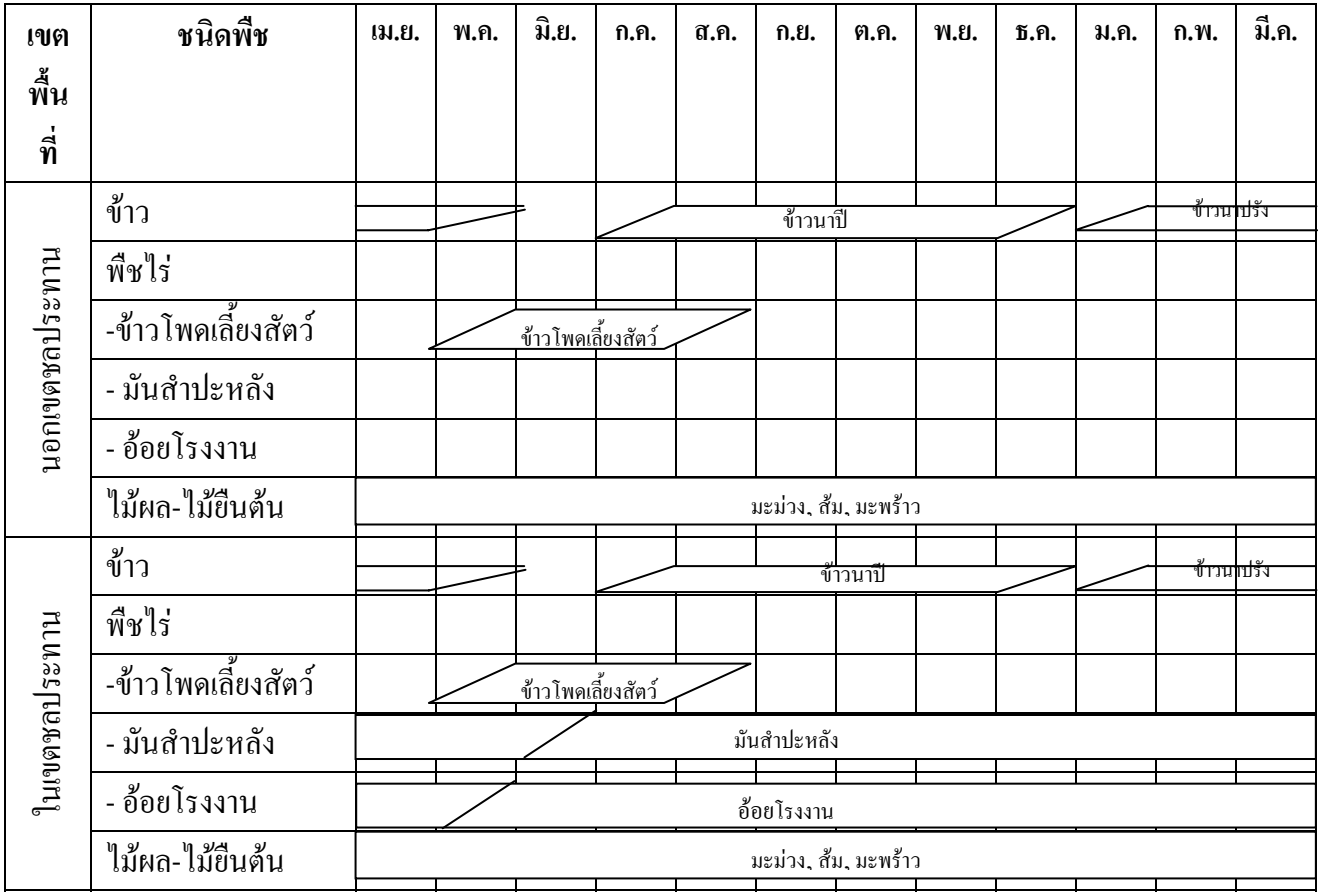
ภาพผนวกที่ ง1 รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยแม่วง

เขตพื้นที่-	ชนิดพืช	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
นอกเขตชลประทาน	ข้าว				ข้าวนาปี								
	พืชไร่												
	-ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์										
	- มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง											
	- อ้อยโรงงาน	อ้อยโรงงาน											
	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	มะม่วง, ส้ม, มะพร้าว											

ภาพผนวกที่ ง2 รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยคลองโพธิ์

เขตพื้นที่	ชนิดพืช	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
นอกเขตชลประทาน	ข้าว				ข้าวนาปี								
	พืชไร่												
	-ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์										
	มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง											

ภาพผนวกที่ ง3 รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยทับเสลา



ภาพผนวกที่ ง4 รูปแบบการปลูกพืชของลุ่มน้ำย่อยสะแกกรังตอนล่าง

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบความเชื่อถือของการต่อข้อมูล

ตารางผนวกที่ จ1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 26262 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	103.227	103.330
Variance	9,487.694	9,456.727
Observations	117.000	120.000
Df	116.000	119.000
F	1.003	
Lower	0.695	
Upper	1.438	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 1.003 อยู่ในช่วง 0.695 และ 1.438 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 26262 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	103.23	103.33
Variance	9,487.69	9,456.73
Observations	117.00	120.00
Pooled Variance	9,472.01	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
Df	235.00	
t Stat	-0.01	
P(T<=t) two-tail	0.99	
t Critical two-tail	1.97	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = -0.01 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ3 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69012 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	**ก่อนต่อ**	**หลังต่อ**
Mean	86.991	84.750
Variance	7,245.715	7,182.191
Observations	116.000	120.000
df	115.000	119.000
F	1.009	
Lower	0.694	
Upper	1.439	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 1.003 อยู่ในช่วง 0.694 และ 1.439 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ4 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69012 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	**ก่อนต่อ**	**หลังต่อ**
Mean	86.991	84.750
Variance	7,245.715	7,182.191
Observations	116.000	120.000
Pooled Variance	7,213.410	
Hypothesized Mean Difference	0.000	
df	234.000	
t Stat	0.203	
P(T<=t) two-tail	0.840	
t Critical two-tail	1.970	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.203 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ5 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69022 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	96.999	94.783
Variance	8,778.332	8,520.950
Observations	113.000	120.000
df	112.000	119.000
F	1.030	
Lower	0.692	
Upper	1.442	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 1.030 อยู่ในช่วง 0.692 และ 1.442 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ6 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69022 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	96.999	94.783
Variance	8778.332	8520.950
Observations	113.000	120.000
Pooled Variance	8645.741	
Hypothesized Mean Difference	0.000	
df	231.000	
t Stat	0.182	
P(T<=t) two-tail	0.856	
t Critical two-tail	1.970	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.182 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ7 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69032 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	**ก่อนต่อ**	**หลังต่อ**
Mean	91.393	89.895
Variance	7,394.444	7,403.754
Observations	118.000	120.000
df	117.000	119.000
F	0.999	
Lower	0.696	
Upper	1.437	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 0.999 อยู่ในช่วง 0.696 และ 1.437 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ8 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69032 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	91.393	89.895
Variance	7,394.444	7,403.754
Observations	118.000	120.000
Pooled Variance	7,399.139	
Hypothesized Mean Difference	0.000	
df	236.000	
t Stat	0.134	
P(T<=t) two-tail	0.893	
t Critical two-tail	1.970	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.134 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ9 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69062 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	74.900	75.646
Variance	6,733.985	6,765.028
Observations	115.000	120.000
df	114.000	119.000
F	0.995	
Lower	0.694	
Upper	1.440	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 0.995 อยู่ในช่วง 0.694 และ 1.440 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ10 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69062 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	**ก่อนต่อ**	**หลังต่อ**
Mean	74.900	75.646
Variance	6,733.985	6,765.028
Observations	115.000	120.000
Pooled Variance	6,749.840	
Hypothesized Mean Difference	0.000	
df	233.000	
t Stat	-0.070	
P(T<=t) two-tail	0.945	
t Critical two-tail	1.970	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.070 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ11 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69121 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α=0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	112.9330189	109.9491667
Variance	12,555.356	11,998.041
Observations	106.000	120.000
Df	105.000	119.000
F	1.046	
Lower	0.687	
Upper	1.449	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 1.046 อยู่ในช่วง 0.687 และ 1.449 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ12 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำฝน 69121 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	112.933	109.949
Variance	12,555.356	11,998.041
Observations	106.000	120.000
Pooled Variance	12,259.282	
Hypothesized Mean Difference	0.000	
df	224.000	
t Stat	0.202	
P(T<=t) two-tail	0.840	
t Critical two-tail	1.971	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.202 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ13 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำท่า Ct.7 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α=0.05)

H_o : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	10.988	10.53592
Variance	316.9515454	308.378
Observations	115	120
df	114	119
F	1.027	
Lower	0.694	
Upper	1.44	

จากตารางเห็นว่า ค่า F = 1.027 อยู่ในช่วง 0.694 และ 1.44 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือค่าความแปรปรวนก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางผนวกที่ จ14 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของการต่อข้อมูลน้ำฝนด้วยโปรแกรม HEC-4 ของสถานีวัดน้ำท่า Ct.7 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (α =0.05)

H_o : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลมีความแตกต่างกัน

พารามิเตอร์	ก่อนต่อ	หลังต่อ
Mean	11.08201754	10.6221
Variance	318.7328074	310.0925
Observations	114	119
Pooled Variance	314.3191239	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	231	
t Stat	0.197	
P(T<=t) two-tail	0.843	
t Critical two-tail	1.97	

จากตารางเห็นว่า ค่า t = 0.198 อยู่ในช่วง -1.97 และ 1.97 แสดงว่ายอมรับสมมุติฐานหลัก นั่นคือ ค่าเฉลี่ยก่อนต่อข้อมูลและหลังต่อข้อมูลไม่มีความแตกต่างกัน

ภาคผนวก ฉ

ปริมาณฝนใช้การ

ตารางผนวกที่ ฉ1 แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำแม่วง

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	53.68	168.38	101.77	68.36	147.29	199.63	95.67	68.26	0.00	0.00	0.37	49.48	952.88
2540	36.53	56.89	23.37	76.82	46.36	165.69	75.14	22.65	0.00	0.00	0.01	37.05	540.51
2541	31.33	120.45	121.94	121.02	143.24	91.05	88.42	46.90	0.00	7.46	2.46	51.41	825.68
2542	119.14	100.28	128.94	118.27	100.61	110.99	203.88	101.33	0.03	0.07	59.93	48.21	1,091.67
2543	44.67	118.50	145.27	85.18	74.91	110.70	172.72	0.09	0.03	0.04	0.34	78.31	830.76
2544	33.16	222.18	116.86	40.60	111.19	109.73	109.73	12.98	0.02	12.39	2.89	54.90	826.63
2545	45.77	61.30	123.33	90.72	122.27	195.42	122.80	56.64	23.86	2.72	39.65	62.50	946.99
2546	67.75	74.39	97.66	170.87	107.60	161.50	53.10	0.00	0.00	6.40	69.62	5.06	813.95
2547	11.50	164.90	107.00	123.94	99.57	144.05	11.45	0.00	0.00	0.12	14.19	86.91	763.63
2548	111.60	115.35	78.02	94.89	65.92	1.94	75.88	121.46	5.09	0.00	59.44	24.90	754.50
เฉลี่ย	**55.51**	**120.26**	**104.42**	**99.07**	**101.90**	**129.07**	**100.88**	**43.03**	**2.90**	**2.92**	**24.89**	**49.87**	**834.72**

ตารางผนวกที่ ฉ2 แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำแม่วง

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	35.75	111.75	68.44	45.81	98.39	130.48	64.34	45.74	0.00	0.00	0.37	32.86	633.93
2540	23.91	37.96	15.31	51.58	30.70	110.07	50.44	14.94	0.00	0.00	0.01	24.27	359.21
2541	20.30	80.88	81.86	81.25	95.78	61.23	59.45	31.08	0.00	7.01	2.46	34.19	555.49
2542	80.01	67.44	86.47	79.43	67.66	74.60	132.87	68.14	0.03	0.07	40.04	31.98	728.74
2543	29.54	79.59	97.09	57.25	50.28	74.40	114.44	0.09	0.03	0.04	0.34	52.59	555.70
2544	21.58	142.40	78.50	26.73	74.73	73.76	73.76	9.92	0.02	9.61	2.89	36.59	550.47
2545	30.30	40.98	82.78	61.00	82.08	128.06	82.43	37.78	15.56	2.72	26.07	41.80	631.58
2546	45.40	49.93	65.68	113.30	72.34	107.44	35.35	0.00	0.00	6.40	46.68	5.06	547.57
2547	9.15	109.58	71.94	83.18	66.96	96.30	9.12	0.00	0.00	0.12	10.55	58.43	515.32
2548	75.00	77.50	52.40	63.81	44.14	1.94	50.94	81.55	5.09	0.00	39.70	16.10	508.19
เฉลี่ย	**37.09**	**79.80**	**70.05**	**66.34**	**68.31**	**85.83**	**67.32**	**28.92**	**2.07**	**2.60**	**16.91**	**33.39**	**558.62**

ตารางผนวกที่ ฉ3 แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำคลองโพธิ์

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	73.77	139.77	93.81	71.44	140.81	164.04	160.25	74.71	0.00	0.00	5.47	51.55	975.62
2540	44.19	61.14	32.96	63.44	46.95	147.70	90.91	12.97	0.01	0.00	36.67	23.67	560.61
2541	41.29	114.57	122.60	137.80	127.14	144.25	79.77	59.71	17.82	4.87	9.03	56.32	915.17
2542	104.42	183.76	113.51	81.11	98.67	139.42	193.62	83.86	5.31	1.23	52.04	20.16	1,077.10
2543	101.10	122.86	130.30	54.69	109.08	135.33	167.93	10.70	1.43	9.73	25.35	55.31	923.79
2544	17.77	209.76	110.61	54.82	89.72	110.29	149.97	14.97	0.19	19.89	8.41	28.13	814.54
2545	22.66	74.30	78.61	45.67	128.32	175.08	174.90	50.01	20.10	1.29	43.82	78.06	892.82
2546	57.12	50.23	100.13	154.06	98.25	145.58	61.75	0.00	0.00	17.09	55.20	22.57	761.97
2547	7.62	146.44	80.26	126.21	87.18	107.42	48.64	0.25	0.00	2.43	14.43	38.00	658.90
2548	104.06	100.55	69.49	53.92	78.00	75.57	129.62	89.51	12.00	0.00	31.00	47.12	790.83
เฉลี่ย	**57.40**	**120.34**	**93.23**	**84.31**	**100.41**	**134.47**	**125.73**	**39.67**	**5.69**	**5.65**	**28.14**	**42.09**	**837.13**

ตารางผนวกที่ ฉ4 แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำคลองโพธิ์

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	49.50	93.53	63.09	47.92	94.21	109.04	106.65	50.14	0.00	0.00	5.47	34.28	653.84
2540	29.21	40.87	21.44	42.44	31.12	98.65	61.13	9.92	0.01	0.00	24.01	15.46	374.26
2541	27.21	76.98	82.30	92.25	85.28	96.44	53.58	39.89	12.44	4.87	7.84	37.56	616.65
2542	70.21	121.18	76.27	54.50	66.36	93.30	127.02	56.37	5.31	1.23	34.62	13.66	720.01
2543	67.99	82.47	87.36	36.44	73.32	90.64	111.47	8.72	1.43	8.21	16.33	36.87	621.25
2544	12.42	136.09	74.35	36.53	60.33	74.13	100.11	10.96	0.19	13.52	7.51	18.09	544.23
2545	14.94	49.87	52.80	30.23	86.06	115.90	115.79	33.22	13.63	1.29	28.95	52.43	595.10
2546	38.11	33.37	67.34	102.72	66.08	97.29	41.29	0.00	0.00	12.06	36.79	14.90	509.96
2547	7.10	97.84	53.92	84.68	58.61	72.22	32.28	0.25	0.00	2.43	10.68	24.93	444.94
2548	69.97	67.62	46.59	35.91	52.38	50.73	86.91	60.18	9.41	0.00	20.08	31.23	531.01
เฉลี่ย	**38.67**	**79.98**	**62.54**	**56.36**	**67.38**	**89.84**	**83.62**	**26.97**	**4.24**	**4.36**	**19.23**	**27.94**	**561.13**

ตารางผนวกที่ ฉ5 แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำทับเสลา

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	101.83	202.45	112.62	58.57	119.30	205.30	173.21	134.02	0.00	0.00	7.79	32.84	1,147.93
2540	29.88	52.26	39.02	53.22	66.33	182.42	145.49	23.64	0.00	0.00	6.21	6.78	605.26
2541	29.47	145.86	129.39	102.10	125.65	154.41	60.65	80.94	12.44	3.30	1.93	43.78	889.91
2542	122.32	177.38	120.42	129.59	108.20	154.89	199.91	84.64	5.79	1.09	76.66	2.17	1,183.05
2543	133.37	125.72	189.49	55.89	122.25	167.82	200.08	14.53	0.02	0.12	15.68	84.09	1,109.05
2544	26.43	227.80	96.06	63.35	93.86	101.42	166.01	28.26	0.00	20.16	7.91	12.70	843.97
2545	48.91	123.47	83.37	57.40	107.19	194.04	151.87	62.45	10.19	0.07	61.29	78.01	978.26
2546	91.18	45.45	142.85	188.44	118.38	149.48	78.18	0.00	0.00	50.45	62.48	23.59	950.50
2547	12.08	138.15	80.65	123.72	102.12	12.86	0.84	0.03	0.00	0.04	2.61	2.24	475.34
2548	42.42	130.59	65.76	47.04	102.33	19.41	173.29	119.01	5.03	0.00	4.86	13.44	723.17
เฉลี่ย	**63.79**	**136.91**	**105.96**	**87.93**	**106.56**	**134.21**	**134.95**	**54.75**	**3.35**	**7.52**	**24.74**	**29.96**	**890.64**

ตารางผนวกที่ ฉ6 แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำทับเสลา

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	68.48	132.07	75.68	39.11	80.12	133.66	114.74	89.79	0.00	0.00	7.18	21.36	762.20
2540	19.30	34.77	25.63	35.44	44.43	120.37	97.24	15.45	0.00	0.00	6.21	6.65	405.48
2541	19.01	97.47	86.76	68.66	84.31	102.95	40.53	54.38	9.64	3.30	1.93	28.93	597.87
2542	82.11	117.31	80.85	86.89	72.74	103.26	130.64	56.89	5.79	1.09	51.47	2.17	791.21
2543	89.37	84.35	124.59	37.27	82.06	111.40	130.74	10.73	0.02	0.12	11.33	56.52	738.50
2544	16.91	144.90	64.60	42.39	63.12	68.20	110.27	18.17	0.00	13.66	7.25	9.77	559.25
2545	32.46	82.87	56.03	38.31	72.06	127.26	101.33	41.77	8.45	0.07	40.98	52.39	653.99
2546	61.32	30.08	95.53	123.97	79.51	99.80	52.51	0.00	0.00	33.53	41.79	15.43	633.46
2547	9.44	92.48	54.19	83.03	68.67	9.86	0.84	0.03	0.00	0.04	2.61	2.24	323.43
2548	27.99	87.55	44.04	31.17	68.81	13.27	114.79	79.92	5.03	0.00	4.86	10.16	487.59
เฉลี่ย	**42.64**	**90.39**	**70.79**	**58.62**	**71.58**	**89.00**	**89.36**	**36.71**	**2.89**	**5.18**	**17.56**	**20.56**	**595.30**

ตารางผนวกที่ ฉ7 แสดงปริมาณฝนใช้การของข้าวของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	63.16	151.26	111.51	68.43	101.28	161.23	132.50	89.59	0.00	0.00	20.52	42.63	942.11
2540	71.33	58.22	39.26	74.38	46.16	158.84	112.09	9.90	0.06	0.00	6.82	49.12	626.17
2541	48.19	123.35	123.83	136.52	110.88	122.46	85.46	55.09	11.87	1.48	49.83	32.97	901.92
2542	122.23	164.96	84.84	97.19	98.27	151.51	185.26	49.63	3.52	2.92	24.35	25.24	1,009.93
2543	111.63	108.55	109.72	57.43	104.16	125.65	147.38	8.80	1.06	2.77	31.22	27.52	835.89
2544	21.82	168.32	111.19	67.79	79.12	115.56	131.63	17.57	0.65	9.73	4.62	40.73	768.72
2545	32.21	89.63	110.79	59.54	110.71	161.53	144.99	44.91	18.34	8.96	14.86	57.41	853.88
2546	34.88	42.59	101.25	127.94	108.47	150.84	55.33	0.00	0.00	6.08	29.63	36.95	693.96
2547	10.37	131.02	66.00	116.52	86.20	141.25	35.25	0.24	0.00	5.00	33.59	17.99	643.43
2548	92.91	98.93	109.67	58.00	89.42	146.35	94.45	71.94	6.84	0.00	26.08	29.78	824.37
เฉลี่ย	**60.87**	**113.68**	**96.81**	**86.37**	**93.47**	**143.52**	**112.43**	**34.77**	**4.23**	**3.69**	**24.15**	**36.03**	**810.04**

ตารางผนวกที่ ฉ8 แสดงปริมาณฝนใช้การของพืชไร่ของลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง

หน่วย มิลลิเมตร

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2539	34.98	72.92	56.75	37.46	52.34	76.73	65.49	47.17	3.03	3.03	13.84	25.03	488.77
2540	38.82	32.62	23.35	40.24	26.77	75.83	57.00	8.30	3.06	3.03	6.67	28.22	343.90
2541	27.76	61.73	61.93	67.11	56.49	61.36	45.31	31.11	9.33	3.82	28.56	20.20	474.73
2542	61.27	78.13	45.03	50.55	51.02	73.02	85.51	28.47	7.95	7.70	16.08	16.41	521.13
2543	56.81	55.49	55.99	32.24	53.59	62.68	71.41	10.05	6.95	7.64	19.31	17.44	449.61
2544	14.51	79.38	56.62	37.16	42.42	58.47	65.13	13.49	6.78	10.42	8.39	24.08	416.86
2545	19.82	47.19	56.45	33.25	56.41	76.85	70.48	26.15	13.78	10.12	12.44	32.23	455.16
2546	21.16	25.01	52.33	63.63	55.45	72.76	31.23	6.52	6.52	8.97	18.51	22.20	384.28
2547	8.55	64.89	36.32	58.88	45.64	69.00	21.34	6.62	6.52	8.54	20.51	13.65	360.45
2548	48.65	51.31	55.97	32.51	47.09	71.01	49.33	39.10	9.27	6.52	16.73	18.59	446.09
เฉลี่ย	**33.23**	**56.87**	**50.07**	**45.30**	**48.72**	**69.77**	**56.22**	**21.70**	**7.32**	**6.98**	**16.10**	**21.80**	**434.10**

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายธรรมพงศ์ เนาวบุตร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	29 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2546
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรโยธา 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ