

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า
และปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2557

**THE EFFECT OF LAND USE CHANGE
TO RUNOFF AND SEDIMENT IN
THE LAM PHRA PHLOENG RIVER BASIN**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2014**

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า
และปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.พรพจน์ ตันเส็ง)

กรรมการ

(ผศ. ดร.ปรีชาพร โภษา)

(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

กรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ภัทรพร แสงทอง : ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า
และปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง (THE EFFECT OF LAND USE CHANGE TO
RUNOFF AND SEDIMENT IN THE LAM PHRA PHLOENG RIVER BASIN)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร โกษา, 144 หน้า

สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในช่วงที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่าง
ต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยเฉพาะการเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัย
ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน ดังนั้นการศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ
ประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนด้วยแบบจำลอง
SWAT และเพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณ
น้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนด้วยแบบจำลอง SWAT ซึ่งเป็น
แบบจำลองประเภทกระบวนการทางอุทกวิทยาในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ มีความสามารถในการจำลอง
พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่และซับซ้อนได้ สามารถประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้
ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณ
ตะกอน โดยจำลองแบบในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2524 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2553 และใช้แผนที่
การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2551 จากผลการศึกษาพบว่าคาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี
มีค่าปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเท่ากับ 107.72 113.23 142.69 และ 209.95 ล้านลูกบาศก์เมตร
ตามลำดับ และมีค่าปริมาณตะกอนสะสมรายปีเท่ากับ 998974 , 10670240, 1290228 และ 1864570
ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ สำหรับผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าและ
ปริมาณตะกอน พบว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย
โดยที่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 10 นั้นปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย
แต่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 25 ค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และ
เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลง โดยที่การเปลี่ยนแปลงใน
อัตราร้อยละ 10 นั้น ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลงเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงใน
อัตราร้อยละ 25 ค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน ดังนั้นควรส่งเสริมให้มีการ
อนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ พร้อมทั้งส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำใต้ดินที่สำคัญ รวมทั้ง
ควรมีมาตรการควบคุมการขยายพื้นที่เกษตรกรรมไม่ให้มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันและ
บรรเทาปัญหาด้านปริมาณน้ำที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อประชาชนพื้นที่ในระยะยาวได้

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

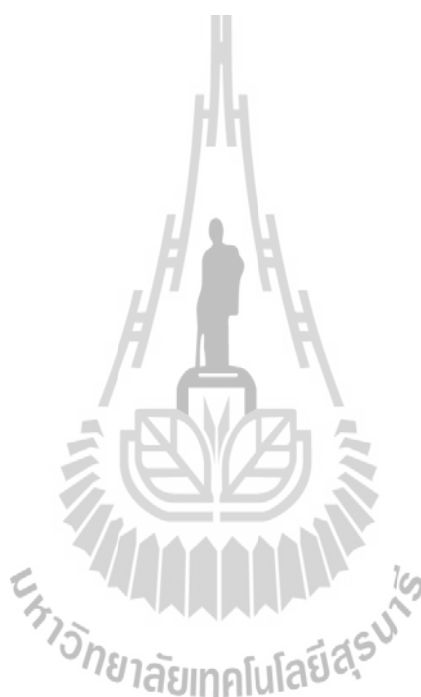
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PHATTARAPORN SANGTHONG : THE EFFECT OF LAND USE
CHANGE TO RUNOFF AND SEDIMENT IN THE LAM PHRA PHLOENG
RIVER BASIN. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PREEYAPHORN KOSA
, Ph.D., 144 PP.

SWAT MODEL/RUNOFF/SEDIMENT

In the past, the land use was continually and quickly changed in the Lam Phra Phloeng river basin, especially the forest area was changed to the agricultural and residential area. The runoff and sediment are effected from them. Then, the purposes of this study are included to estimate of runoff and sediment in the Phra Phloeng river basin using SWAT Model and to analyze the impact of land use change on runoff and sediment in the Phra Phloeng river basin using SWAT Model. SWAT Model was developed to predict the impact of land use change and climate change on runoff and sediment in large and complex watersheds. The land use map on 2008 was concerned to simulate monthly runoff and sediment from January 1981 to March 2010. The results present that the accumulated annual runoff at return period 10 year, 20 year, 50 year and 100 year are 107.72, 113.23, 142.69 and 209.95 MCM, respectively. The accumulated annual sediment at return period 10 year, 20 year, 50 year and 100 year are 998974, 10670240, 1290228 and 1864570 ton/subbasin, respectively. Moreover, if the forest area are decreased both runoff and sediment will increase but if the forest areas are increased both of them will decrease. For decreasing and increasing of forest area in 10%, the both of runoff and sediment are slightly changed. On the other hand, For the changes of forest area in 25%, the both of runoff and sediment are significantly

changed. Therefore, The conservation of forest area is important to preserve natural groundwater reservoirs. Also, there should controls the expand of the agricultural area.



School of Civil Engineering

Academic Year 2014

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ ตันเส็ง ประธานกรรมการ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร โภษา กรรมการและ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร. นัทรชัย โชติษฐียงกูร กรรมการ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ ให้คำแนะนำและตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

และความสำเร็จของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือด้านข้อมูล คำแนะนำจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจาก กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุฯ ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

ภัทรภาพร แสงทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 พื้นที่ศึกษา.....	4
2.2 วัฏจักรน้ำ.....	8
2.3 กระบวนการเกิดน้ำท่า.....	10
2.4 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอนในแหล่งน้ำ.....	11
2.5 แบบจำลอง SWAT.....	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 การรวบรวมข้อมูล.....	24
3.2 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง SWAT.....	25
3.3 การประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนด้วยแบบจำลอง SWAT.....	32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการศึกษา	40
4.1 ผลการจำลองสภาพลุ่มน้ำย่อย.....	40
4.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว.....	44
4.3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง.....	44
4.4 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง.....	47
4.5 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า.....	49
4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT.....	52
4.6.1 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี	54
4.6.2 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี	59
4.6.3 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี	63
4.6.4 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี	63
4.6.5 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี	68
4.6.6 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี	73
4.6.7 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี	74
4.6.8 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี	78
4.6.9 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี	83

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.6.10	ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	84
4.6.11	ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	88
4.6.12	ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	93
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	94
5.1	สรุปผลการศึกษา.....	94
5.1.1	ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน ด้วยแบบจำลอง SWAT.....	94
5.1.2	ผลกระทบของปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	95
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	96
	รายการอ้างอิง	98
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก. คุณสมบัติของดิน.....	100
	ภาคผนวก ข. การจำลองพื้นที่ศึกษาให้กับแบบจำลอง	108
	ภาคผนวก ค. หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ที่ได้จากแบบจำลอง SWAT.....	114
	ภาคผนวก ง. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	128
	ประวัติผู้เขียน	144

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรดิน น้ำ และป่าไม้ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงถึงกัน และเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญอย่างมากในการนำมาใช้พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ดังนั้น การนำทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดชนิดหนึ่งมาใช้ย่อมส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติชนิดอื่น อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต

ในหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการเร่งพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ทั้งทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การคมนาคมขนส่งและการพาณิชย์ ให้เจริญก้าวหน้า มีการนำทรัพยากรดินและน้ำมาใช้ประโยชน์โดยการขาดการอนุรักษ์ ขาดการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่ ส่งผลให้ทรัพยากรดินและน้ำเสื่อมโทรมลง อีกทั้งในปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการขยายตัวของชุมชนเมืองและอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงชนิดพันธุ์พืช การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตรและการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การท่องเที่ยว เป็นที่อยู่อาศัยและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2544) อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยเฉพาะปัญหาอุทกภัย ที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ในหลายพื้นที่ ทั้งยังเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน กระแสน้ำพัดพาเคลื่อนย้ายหน้าดิน จนเกิดการทับถมของตะกอนในแหล่งน้ำทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินและปัญหาน้ำขุ่น ซึ่งเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการพัฒนาทางด้านแหล่งน้ำ

สำหรับสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในช่วงที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยเฉพาะการเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย (สุนันทา พลวงส์, 2546) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน กล่าวคือเมื่อฝนตกลงบนผิวดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม หรือตกลงในพื้นที่เกษตรที่มีรากของพืชตื้น ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน การพัดพาและการทับถมของตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน อีกทั้งยังเป็นปัจจัยเสริมต่อการเกิดอุทกภัยให้มีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น นับเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการพัฒนาพื้นที่

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง เป็นพื้นที่ที่มีอุทกภัยเกิดขึ้นและสร้างความเดือดร้อนให้กับประชากรในพื้นที่เป็นอย่างมาก โดยการศึกษาได้ใช้แบบจำลอง SWAT ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา โดยการพิจารณาค่าปัจจัยต่าง ๆ ทางธรรมชาติด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน และนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้จำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ โดยผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนด้วยแบบจำลอง SWAT

1.2.2 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 พื้นที่ศึกษา คือ เขตพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

1.3.2 ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ ปี พ.ศ.2551

1.3.3 ช่วงของข้อมูลอุทกวิทยาที่ใช้ คือ ข้อมูลรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2523 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2553

1.3.4 แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) มีความละเอียดของกริดที่ 30x30 เมตร

1.3.5 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้เท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

1.4.2 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนโดยใช้แบบจำลอง SWAT

1.4.3 สามารถนำแบบจำลอง SWAT ไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นได้

1.4.4 สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาน้ำท่วมและปริมาณตะกอนทับถมในแหล่งน้ำในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงได้



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นที่ศึกษา : กลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

กลุ่มน้ำลำพระเพลิงเป็นกลุ่มน้ำสาขาทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำมูล อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาตลอดทั้งกลุ่มน้ำ โดยมีต้นน้ำจากเทือกเขาสนกำพวดซึ่งเป็นสันปันน้ำระหว่างกลุ่มน้ำมูลและกลุ่มน้ำนครนายก ไหลผ่านอำเภอวังน้ำเขียว อำเภอปักธงชัย และบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มน้ำลำพระเพลิงมีขนาดพื้นที่ 2,310 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้พื้นที่ศึกษาคือ กลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 771 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 33.38 ของพื้นที่กลุ่มน้ำลำพระเพลิงทั้งหมด

ในตอนบนของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง มีโครงการชลประทานขนาดใหญ่ 1 แห่งคือ อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2506 ก่อสร้างแล้วเสร็จและเริ่มกักเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2513 โดยกั้นน้ำที่ภูเขาไซ้ และภูเขาหลวงที่ประชิดกันบริเวณบ้านบุหัวช้าง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา หัวงานของโครงการตั้งอยู่ที่ ละติจูด 15 องศา 30 ลิปดา 34 พิลิปดาเหนือ ลองจิจูด 101 องศา 50 ลิปดา 28 พิลิปดาตะวันออก และมีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
ทิศใต้	ติดต่อกับตำบลสะพานหิน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงสามารถกักเก็บน้ำได้ 110 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำใช้การ 108 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีรายละเอียดตัวอ่างเก็บน้ำ ดังนี้

ลักษณะทางอุทกวิทยา

พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งเขื่อน	807	ตารางกิโลเมตร
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	11.30	ตารางกิโลเมตร
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	15.69	ตารางกิโลเมตร
ปริมาณฝนเฉลี่ย	1,135.80	มิลลิเมตรต่อปี
อ่างเก็บน้ำ		
ระดับเก็บกัก	+263.00	ม.(รทก.)
ระดับน้ำสูงสุด	+273.00	ม.(รทก.)

ระดับธรณีท่อดส่งน้ำ	+240.00	ม.(รทก.)
ระดับที่องลำนน้ำ (จุดที่ตั้งทำนบ)	+226.00	ม.(รทก.)
ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก	109.63	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	242.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับธรณีท่อดส่งน้ำ	1.40	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ เฉลี่ย	169.75	ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

เขื่อนดิน

ระดับสันเขื่อน	+275.00	ม.(รทก.)
ความสูงที่จุดลึกที่สุด	49.00	เมตร
สันเขื่อนกว้าง	8.00	เมตร
สันเขื่อนยาว	575.00	เมตร
ฐานเขื่อนตอนที่กว้างที่สุด	320.00	เมตร

อาคารระบายน้ำล้น

เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Morning Glory and Overflow Spillway ตั้งอยู่ทางฝั่งขวาของตัวเขื่อน ไม่มีบานประกอบด้วยท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.50 เมตร ยาว 167 เมตรระบายน้ำได้สูงสุด 450 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับสันฝาย +263.00 ม.(รทก.)

อาคารระบายน้ำฉุกเฉิน

เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ Emergency Spillway ตั้งอยู่ทางฝั่งขวาของตัวเขื่อน เป็นฝายเปิดไม่มีบาน สันฝายกว้าง 47 เมตร ระบายน้ำได้สูงสุด 1,130 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับสันฝาย +268.000 ม.(รทก.)

ประตูปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย

เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.00 เมตร ยาว 275 เมตร ตอนปลายท่อแยกเป็น 2 ท่อ คือ ทางคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร และสามารถระบายน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายได้ 12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และทางคลองธรรมชาติ (ลำน้ำเดิม) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร

ระบบส่งน้ำ

ระบบส่งน้ำของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย 1 สาย ยาว 74.520 กิโลเมตร คลองซอยและคลองแยกซอยรวม 9 สาย รวมความยาว 39.649 กิโลเมตร รวมความยาวของคลองส่งน้ำทั้งสิ้น 114.169 กิโลเมตร มีอาคารประกอบในคลองส่งน้ำประมาณ 263 แห่ง สามารถส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกฤดูนาปี พื้นที่ส่งน้ำ 67,760 ไร่ ฤดูแล้ง พื้นที่ส่งน้ำ 17,000 ไร่

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศบริเวณอ่างเก็บน้ำและตอนบนของอ่างเป็นเขาสูง ซึ่งประกอบด้วยเขา โഴ้ เขาชลองตอง เขาใหญ่ เขาโป่งฉนวน เขาจันทร์ เขาต้นกำแพง เทือกเขาเหล่านี้เป็นต้นกำเนิดของ ลำพระเพลิงและลำตะคอง ลักษณะภูมิประเทศด้านท้ายเขื่อน พื้นที่เริ่มมีที่ราบแคบ ๆ บริเวณริมน้ำ ห่างจากตัวเขื่อนประมาณ 12 กิโลเมตร พื้นที่ราบจะมีบริเวณกว้างขึ้น

ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่าง ๆ ดังนี้

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยหย่อมความกดอากาศสูงทางซีก โลกใต้เคลื่อนตัวผ่านมหาสมุทรอินเดียทางทะเลอันดามัน ผ่านพื้นที่คาบสมุทรทางตอนใต้ ไป แทนที่หย่อมความกดอากาศต่ำทางซีกโลกเหนือ ทำให้เกิดลมเรียกว่า ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยเรียกตามแนวการเคลื่อนตัวของลมดังกล่าว เคลื่อนตัวจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ ลมดังกล่าวจะพัดผ่านทะเลและมหาสมุทรพร้อมกับพัดพาเอาความชื้นใน ทะเลเข้าสู่ฝั่ง และกลายเป็นฝนตกในแผ่นดินภาคพื้นทวีป ลมมรสุมนี้จะทำให้เกิดฝนตกชุก โดยทั่วไปเฉลี่ยแล้วประมาณได้กว่าร้อยละ 80 ของฝนที่ตกในภูมิภาคนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจาก อิทธิพลของลมมรสุมนี้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยช่วงปลายเดือนกันยายน หย่อมความกดอากาศสูงทางซีกโลกใต้เริ่มลดต่ำลง ในขณะที่ทางซีกโลกเหนือเริ่มสูงขึ้น อากาศ หนาวเย็นทางซีกโลกเหนือเริ่มเคลื่อนตัวต่ำลงมาทางใต้ ทำให้เกิดลมมรสุมที่เรียกว่าลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมนี้จะพัดพาเอาความแห้งแล้ง และหนาวเย็นมาสู่ภาคพื้นทวีปทำให้ ปริมาณฝนในประเทศไทยเริ่มลดลง โดยเริ่มจากบริเวณภาคเหนือของประเทศ และเมื่อเข้าสู่ฤดู เดือนพฤศจิกายน ลมมรสุมนี้จะทำให้ปราศจากฝนในที่สุด คงเหลือแต่ความหนาวเย็นและแห้งแล้ง เข้ามาแทนที่

ฤดูร้อน เริ่มจากกลางเดือนกุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม สภาพอากาศโดยทั่วไป จะเต็มไปด้วยความแห้งแล้งที่ปราศจากฝน อากาศร้อนอันเนื่องมาจากการขาดฝนเป็นระยะ เวลานาน ทำให้พื้นที่ถูกปกคลุมไปด้วยความแห้งแล้งและอุณหภูมิสูงขึ้น ช่วงเวลานี้จึงนับได้ว่าเป็น ช่วงเวลาแห่งความแห้งแล้งโดยแท้จริง

ลักษณะทางอุทกวิทยา

สภาพฝน ฝนที่ตกเป็นฝนจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยจะเริ่มตกจาก ปลายเดือนเมษายน มีฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนหรือเดือนกรกฎาคม และจะมีฝนชุกมากในเดือน กันยายนและตุลาคม เนื่องจากระยะนี้มักจะมีพายุดีเปรสชันผ่านเข้ามา ที่สถานีหัวงานอ่างเก็บน้ำลำ

พระเพลิง ปริมาณฝนเฉลี่ยจากปีพ.ศ.2521 – ปี พ.ศ. 2550 เฉลี่ย 1,135.80 มิลลิเมตร ปริมาณฝนมากที่สุดปี พ.ศ.2533 วัดได้ 1,567.60 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณฝนน้อยที่สุดปี พ.ศ. 2527 วัดได้ 714.10 มิลลิเมตร

สภาพน้ำท่า พื้นที่รับน้ำฝนเหนือเขื่อน 807 ตารางกิโลเมตร จากการสำรวจก่อนที่จะสร้างโครงการ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่อปี 126.97 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งจากการสำรวจหลังจากก่อสร้างโครงการแล้ว โครงการได้บันทึกสถิติน้ำท่าไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2514 จนถึงปัจจุบัน ปริมาณน้ำไหลลงอ่างน้อยที่สุด 53.86 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อปี พ.ศ.2544 ปริมาณน้ำไหลลงอ่างมากที่สุด 395.20 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อปี พ.ศ.2526 และปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ย 169.75 ล้านลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ย 30 ปี 2521-2550)

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบเชิงเขาในระยะ 30 กิโลเมตรห่างจากตัวเขื่อน จากนั้นจะเป็นที่ราบจนถึงปลายคลองส่งน้ำ พื้นที่การเกษตรในฤดูฝนจะปลูกข้าวเต็มพื้นที่ ในฤดูแล้งจะเพาะปลูกข้าวนาปรังและพืชไร่ประมาณ 60 % ของพื้นที่ชลประทาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) พืชไร่ที่ทำการเพาะปลูกส่วนใหญ่เป็น ถั่วเขียว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ประเภทการใช้ที่ดิน	ร้อยละของพื้นที่
1. พื้นที่เกษตรกรรม	53.734
เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม	0.207
นาข้าว	0.301
พืชไร่	41.737
ไม้ยืนต้น	1.444
ไม้ผล	8.715
พืชสวน	0.312
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	1.018
2. พื้นที่ป่าไม้	34.436
ป่าดิบ	24.814
ป่าผลัดใบ	4.054
สวนป่า	5.568
3. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3.306
ตัวเมืองและย่านการค้า	0.015
หมู่บ้าน	1.760

ตารางที่ 2.1 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน (ต่อ)

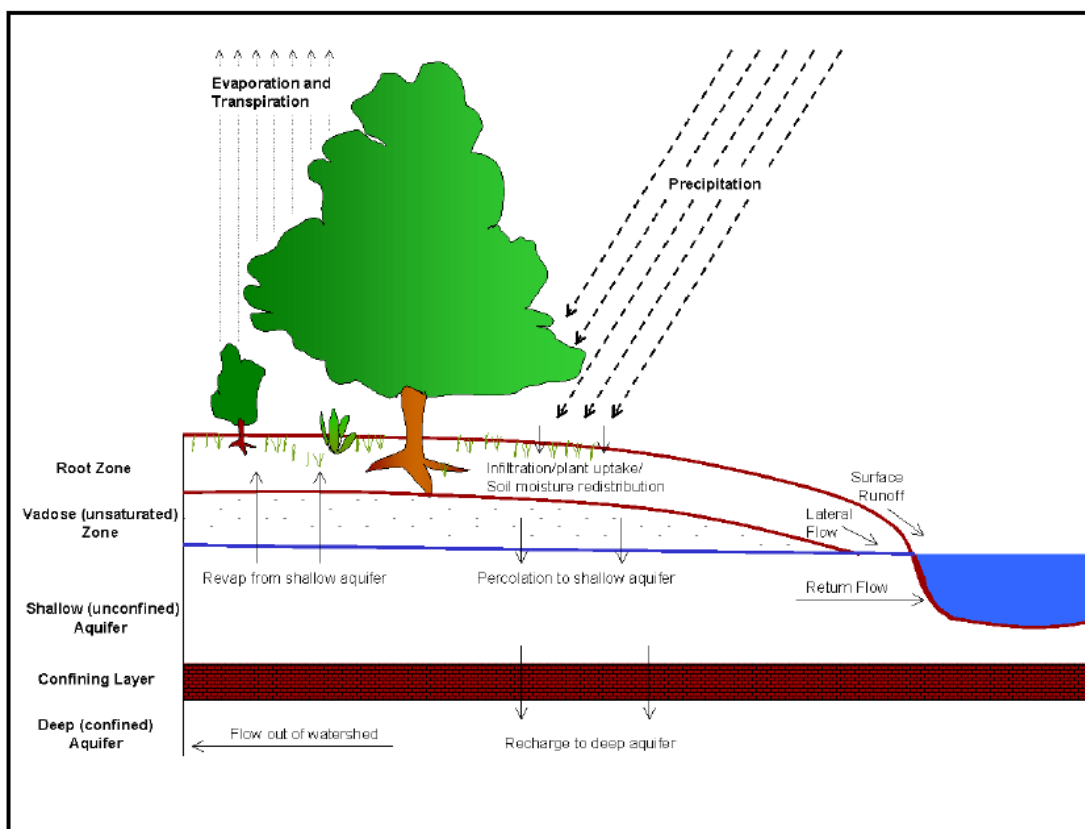
ประเภทการใช้ที่ดิน	ร้อยละของพื้นที่
สถานที่ราชการ และสถาบันต่างๆ	0.538
ย่านอุตสาหกรรม	0.012
อื่นๆ เช่น สถานที่ร้าง สนามกอล์ฟ สถานีบริการน้ำมัน เป็นต้น	0.981
4. พื้นที่แหล่งน้ำ	1.466
แหล่งน้ำธรรมชาติ	0.053
แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	1.413
5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด	7.059
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	6.981
พื้นที่ลุ่ม	0.070
เหมืองแร่ บ่อขุด	0.008

2.2 วัฏจักรน้ำ

วัฏจักรน้ำ (Water Cycle) คือ การหมุนเวียนของน้ำในโลก ดังรูปที่ 2.1 โดยมีการเปลี่ยนแปลงสถานะกลับไปกลับมาอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด ระหว่าง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 วัฏจักรสั้น (Short cycle) เป็นวัฏจักรที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มจากพื้นน้ำและพื้นดินระเหยกลายเป็นไอลอยขึ้นไปในบรรยากาศแล้วควบแน่นกลายเป็นน้ำฝนหมุนเวียนกลับสู่พื้นดินและพื้นน้ำต่อไป และแบบที่ 2 วัฏจักรยาว (Long cycle) เป็นวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรนี้เริ่มจากน้ำที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ น้ำที่ได้จากการคายน้ำของพืช จากการหายใจ จากร่างกายของพืชและสัตว์ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงน้ำในร่างกายจะระเหยกลายเป็นไอลอยตัวอยู่ในบรรยากาศแล้วควบแน่นเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝน แล้วหมุนเวียนกลับคืนสู่พื้นดินและพื้นน้ำ หมุนเวียนเป็นวัฏจักรอย่างนี้เรื่อยไป

กระบวนการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำสามารถแยกออกได้ 4 ประเภท คือ

2.2.1 การเกิดน้ำฟ้า (Precipitation) เป็นการตกลงมาของน้ำในบรรยากาศสู่พื้นผิวโลก โดยละอองน้ำในบรรยากาศจะรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ และในที่สุดกลั่นตัวเป็นฝนตกลงสู่ผิวโลก รวมถึงหิมะ และ ลูกเห็บ



รูปที่ 2.1 วัฏจักรน้ำ (Arnold et al., 1998)

2.2.2 การซึมของน้ำลงดิน (Infiltration) จากน้ำบนพื้นผิวลงสู่ดินเป็นน้ำใต้ดิน อัตราการซึมจะขึ้นอยู่กับประเภทของดิน หิน และ ปัจจัยประกอบอื่นๆ น้ำใต้ดินนั้นจะเคลื่อนตัวช้า และอาจไหลกลับขึ้นบนผิวดิน หรืออาจถูกกักอยู่ภายใต้ชั้นหินเป็นเวลาหลายพันปี โดยปกติแล้วน้ำใต้ดินจะกลับเป็นน้ำที่ผิวดินบนพื้นที่ที่อยู่ระดับต่ำกว่า ยกเว้นในกรณีของบ่อน้ำบาดาล

2.2.3 การคายระเหย (Evapotranspiration) เป็นกระบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ เป็นกระบวนการที่รวมระหว่างการระเหยของน้ำ (Evaporation) ที่สูญเสียน้ำจากผิวน้ำหรือจากผิวดินโดยตรง กับกระบวนการคายน้ำของพืช (Transpiration)

2.2.4 การเกิดน้ำท่า (Runoff) เมื่อปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาและมีมากเกินไปจะไหลซึมลงดินได้หมด จึงกลายเป็นน้ำท่าหน้าดินหรือน้ำท่า น้ำจะไหลไปเติมพื้นที่เป็นแอ่งลุ่มต่ำจนเต็ม และจะไหลไปบนผิวดินจนไปบรรจบกับระบบร่องน้ำจนกระทั่งลงสู่มหาสมุทร หรือแหล่งน้ำในระหว่างทางนี้ปริมาณน้ำอาจสูญเสียจากการระเหยกลับสู่บรรยากาศ หรือไหลซึมลงตามของตลิ่งและท้องน้ำ ซึ่งในส่วนนี้อาจจะเป็นไปได้ ตั้งแต่ร้อยละ 0 ไปจนถึงร้อยละ 100 ของจำนวนทั้งหมด

2.3 กระบวนการการเกิดน้ำท่า

2.3.1 กระบวนการการเกิดน้ำท่า เริ่มจากเมื่อฝนเริ่มตกลงมาและมีมากเกินกว่าจะไหลซึมลง ในดินได้หมด จึงกลายเป็นน้ำบ่าหน้าดินหรือน้ำท่า โดยน้ำที่ไหลบนผิวดินนั้นยังอาจแยกที่มาได้ เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นน้ำฝนส่วนเกินจากการซึมลงดิน (Infiltration excess overland flow) น้ำฝนส่วนเกินนี้เกิดขึ้นเมื่อความเข้มข้นน้ำฝนมากกว่าอัตราการซึมลงดินในขณะนั้น น้ำฝนส่วนที่เหลือนี้จะไหลบนผิวดินสู่พื้นที่ต่ำกว่า และส่วนที่สองเป็นน้ำไหลจากส่วนเกิดการอิ่มตัว (Saturation excess overland flow) จะพบในบริเวณที่ลุ่มต่ำ ขณะฝนเริ่มตก บนผิวดินมีความชื้นสูง เมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนจะไหลลงไปบนพื้นผิว นอกจากนี้ยังมีน้ำบางส่วนที่ไหลใต้ผิวดิน ไหลผ่านผิวดินขึ้นมา รวม (Exfiltration) โดยบริเวณพื้นผิวที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะขยายตัวครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างขึ้นเรื่อยๆ ขณะฝนตก และค่อยๆ ลดขนาดลงภายหลังฝนหยุดตกเนื่องจากเส้นทางการไหลของน้ำฝนที่ตกลงมามีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงไปมา

2.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่า พิจารณาโดยแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน โดยในส่วนแรก พิจารณาน้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำเร็ว (Direct runoff หรือ Quick flow) ซึ่งเป็นน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลไปตามผิวดิน (Surface runoff) นอกจากนี้ยังรวมถึงน้ำฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง และน้ำไหลใต้ผิวดินบางส่วนที่ไหลผ่านผิวดินขึ้นมา โดยการเกิด Direct runoff นี้ อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อฝนเริ่มต้น หรือหลังจากฝนตกไม่นาน และเพิ่มปริมาณจนถึงจุดสูงสุด จากนั้นค่อยๆ ลดลง โดยปริมาณน้ำสูงสุดนั้นอาจเกิดขณะฝนกำลังตก ถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานาน แต่โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังจากฝนหยุดไประยะหนึ่ง เนื่องจากน้ำจากจุดต่างๆ ในพื้นที่จะต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการไหลมารวมตัวกันที่ทางออกซึ่งระยะเวลาขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ของลุ่มน้ำ และ ส่วนที่ 2 พิจารณาน้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำช้า (Base flow) ซึ่งเป็นน้ำที่ไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลได้ช้ากว่า เวลาในการเดินทางจากจุดที่ฝนตกลงมาจนกระทั่งถึงทางออกของลุ่มน้ำอาจใช้เวลาหลายวัน หรือยาวนานเป็นปี ปริมาณของน้ำในส่วนนี้ค่อนข้างคงที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

2.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าที่ไหลตามธรรมชาติในฤดูกาลต่างๆ จะมีจำนวนมากหรือน้อยอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

2.3.3.1 ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำฝน หมายถึง พื้นที่บริเวณหนึ่งซึ่งเมื่อมีฝนตกจนเกิดน้ำท่วมขึ้นแล้ว น้ำจะไหลมารวมลงสู่ทางน้ำหรือลำน้ำสายเดียวกัน การที่จะหาว่าลำน้ำสายหนึ่ง โดยธรรมชาติจะมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเท่าใดนั้นต้องกำหนดจุดหรือตำแหน่งบนลำน้ำเสียก่อน แล้วจึงหาพื้นที่ลุ่มน้ำด้านเหนือขึ้นไป ซึ่งน้ำท่าทั้งหมดไหลลงมาจุดนั้นได้ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำฝนของตำแหน่งใดๆ ที่กำหนดในลำน้ำ เช่น ตำแหน่งที่สร้างเขื่อนหรือฝายเป็นต้น จึงมีอาณาเขตล้อมบรรจบกันเป็นวงปิดด้วยแนวสันปันน้ำ หรือแนวสันเนินสูงสุดเหนือ

ตำแหน่งที่กำหนดนั้น โดยพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีขนาดใหญ่หรือเล็กสามารถหาได้จากแผนที่แสดงรายละเอียดภูมิประเทศ เช่น แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นแผนที่แสดงรายละเอียดภูมิประเทศ และระดับความสูงต่ำของผิวดินที่ได้จัดทำครอบคลุมไว้ทั่วประเทศ แผนที่ดังกล่าวนี้นอกจากจะใช้ในราชการทหารแล้ว สำหรับงานด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดภูมิประเทศ เช่น งานพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน หรือเพื่อกิจกรรมด้วยอื่นๆ ก็สามารถใช้ในการวางโครงการหาขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือแนวที่สร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ หรือฝายประกอบการคำนวณเกี่ยวกับสภาพน้ำท่าและการพิจารณาอื่นๆ ได้ด้วย

2.3.3.2 สภาพฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพของฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีอิทธิพลโดยตรงต่อน้ำท่าที่เกิดขึ้น ดังนี้

- ความเข้มของฝนที่ตก หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกในหนึ่งหน่วยเวลา วัดเป็นมิลลิเมตรต่อนาที หรือวัดเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง ความเข้มของฝนที่ตกมีอิทธิพลเกี่ยวกับอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปดิน ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินจะไม่เพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนฝนที่เหลือจากการซึมสูญหายลงไปดิน เนื่องจากฝนที่เหลือในพื้นที่ลุ่มน้ำมักจะถูกเก็บกักในลักษณะน้ำนองในที่ลุ่มก่อนที่จะไหลหลากเป็นน้ำท่า

- ระยะเวลาที่ฝนตก ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดน้ำท่า และยังมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการลดอัตราการไหลซึมของน้ำลงไปดิน กล่าวคือเมื่อมีฝนตกเป็นระยะเวลาานานๆ ย่อมจะเกิดน้ำท่าได้มาก แม้ว่าอัตราความเข้มของฝนที่ตกในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำจะอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

- การแผ่กระจายของฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพฝนที่ตกแผ่กระจายสม่ำเสมอตลอดทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ จนทำให้เกิดปริมาณน้ำท่าจำนวนมาก สำหรับลุ่มน้ำขนาดใหญ่การเกิดน้ำท่าวมมักจะเนื่องมาจากฝนธรรมดา ที่ตกครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำมากกว่าฝนตกหนักแต่ตกไม่แผ่กระจายไปตลอดทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ

- ลักษณะและส่วนประกอบของพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้แก่ ความยาว ความกว้างของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยเฉลี่ย ระดับความสูง ความลาดชันของพื้นที่ ชนิดของดิน สภาพพืชที่ปกคลุมพื้นที่ ความชุ่มชื้นของดินก่อนฝนตก ตลอดจนแนวทิศทางของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น ต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดจำนวนน้ำท่าไหลบนผิวดินลงสู่ลำน้ำต่างๆ

2.4 กระบวนการชะล้างพังทลายและการเกิดตะกอนในแหล่งน้ำ

กระบวนการพังทลายของดิน (Erosion process) จะเริ่มต้นจากความรุนแรงในการปะทะของเม็ดฝนที่มีต่ออนุภาคของดิน ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายไปอุดรูดิน เป็นเหตุให้อัตราการซึมของน้ำลงสู่ผิวดินลดน้อยลงจนไม่สามารถซึมผ่านผิวดินลงไปได้ น้ำส่วนใหญ่จึงไหลไปตามผิวน้ำดิน พัดพาเอาดินเคลื่อนที่ไป (Transportation) จนเกิดการตกตะกอน (Sedimentation) ตาม

ทางที่น้ำไหลผ่าน เช่น อ่างเก็บน้ำหน้าเขื่อน ท้องลำธาร ปากน้ำ เป็นต้น และบางส่วนของตะกอนที่แขวนลอยอยู่จะไหลไปตามกระแสน้ำ และตกตะกอนในที่สุด

2.4.1 ขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน

2.4.1.1 การพัดพาโดยกระแสน้ำ เป็นขบวนการที่สำคัญที่สุด แบ่งออกได้เป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

- การพัดพาในสภาพสารละลาย (Solution load) สารต่างๆ ที่ละลายในน้ำในรูปของสารละลายและอนุมูล (Colloid and ion) ถูกพัดพาออกไปไกลที่สุด เมื่อพบสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสารละลายก็จะตกตะกอน ได้แก่ อนุมูลโซเดียม แคลเซียม คาร์บอเนต เหล็ก ซิลิกา ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น

- การพัดพาในสภาพแขวนลอย (Suspension) เป็นขบวนการที่น้ำพัดพาอนุภาคเล็กๆ ในรูปสารแขวนลอย เช่น อนุภาคดินเหนียว และอนุภาคซิลิกา เป็นต้น ตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลง หรือน้ำหยุดไหล

- การพัดพาโดยการกระดอน (Saltation) เป็นขบวนการที่อนุภาคเคลื่อนย้ายไปตามพื้นของท้องน้ำในลักษณะกระดอนไปตามความลาดชันของพื้นลำธาร อนุภาคที่เคลื่อนย้ายไปมีขนาดเท่าเม็ดทรายหรือโตกว่าเล็กน้อย ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมคือ แรงเหวี่ยงของกระแสน้ำ อนุภาคจะตกตะกอน เมื่อความเร็วของกระแสน้ำไม่สามารถจะยกอนุภาคเหล่านั้นได้ หรือมีสิ่งกีดขวางทางเดิน

- การพัดพาโดยกลิ้งไป (Rolling) เป็นการกลิ้งไปโดยไม่มีการกระเด็นหรือกระดอนเกิดขึ้น เนื่องจากอนุภาคมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่กระแสน้ำจะยกขึ้นได้ เช่น ก้อนหินขนาดโตๆ การเคลื่อนย้ายของอนุภาค ก่อให้เกิดการขัดสีระหว่างอนุภาคกับพื้นลำธารหรือฝั่งน้ำและขนาดของอนุภาคจะเล็กลงเรื่อยๆ แต่ขณะเดียวกันอนุภาคก็จะมีมวลมากขึ้นด้วย

ในช่วงของการพัดพานี้ จะเห็นได้ว่าอนุภาคที่มีขนาดโต ซึ่งแม่น้ำไม่สามารถจะพัดพาไปได้นั้นจะตกตะกอนใกล้กับต้นกำเนิด แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไกลออกไป ลักษณะการจัดขนาดของอนุภาคโดยกระแสน้ำแบบนี้ เรียกว่า การจัดขนาดตามแนวระนาบ (Lateral sorting) นอกจากนี้กระบวนการพัดพายังขึ้นอยู่กับความลาดชัน ปริมาณน้ำ ตะกอนที่ไหลในลักษณะของโคลนถล่มสามารถพัดพาตะกอน หรือแม้แต่ก้อนหินขนาดใหญ่ที่ไหลมาจากต้นกำเนิดได้

2.4.1.2 ขบวนการทับถมตัวของตะกอน แม่น้ำแต่ละสายจะมีความสามารถในการพัดพาอนุภาคต่างๆ ได้แตกต่างกันไป ดังนั้น การทับถมจึงแตกต่างกันไปตามขนาดของอนุภาค บริเวณสุดท้ายที่ตะกอนจะไปทับถมกันมากที่สุดคือ ระดับฐานของแม่น้ำ (Base level of river) นอกจากนี้ ระหว่างทางที่แม่น้ำไหลผ่านก็จะมีการทับถมมาตลอดทาง ในสภาพน้ำนิ่งหรือค่อนข้างนิ่ง การตกตะกอนจะมีการแยกขนาดโดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากหรือมีความ

ถ่วงจำเพาะมากจะตกตะกอนก่อน ส่วนพวกที่มีขนาดเล็ก หรือมีความถ่วงจำเพาะน้อยจะตกตะกอนทีหลังลักษณะการตกตะกอนทับถมเช่นนี้ จะทำให้มีการแยกขนาดขึ้น เรียกว่า การจัดขนาดตามแนวตั้ง (Vertical sorting) โดยที่สาเหตุของการตกตะกอนทับถม มีดังนี้

- ความเร็วของกระแสน้ำลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความลาดชัน หรือการคดเคี้ยวของแม่น้ำ

- น้ำท่วมฝั่ง เช่น ในฤดูน้ำหลาก เมื่อน้ำท่วมฝั่งความเร็วของกระแสน้ำก็จะลดลงบนฝั่งทั้งสองด้าน

- มีสิ่งกีดขวางทาง อาจเกิดจากแผ่นดินเลื่อนขวางในแม่น้ำหรือการมีสันทรายแพซุง หรือสวะต่างๆ รวมทั้งการสร้างเขื่อน

- ปริมาณน้ำลดลง เกิดจากฝนตกน้อย มีอัตราการระเหยสูง

- การเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของทางน้ำ (Drainage pattern change)

2.4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

การเกิดการชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังนี้

2.4.2.1 ฝน ความแรงของฝนที่ตกในแต่ละเวลาหรือความเข้มของฝน มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน ความเข้มของฝนมากก็ย่อมมีความแรงของเม็ดฝนที่ปะทะกับดินมาก การชะล้างพังทลายของดินก็จะเกิดอย่างรุนแรง

2.4.2.2 คุณสมบัติของดิน ดินที่มีการจับตัวกันอย่างหลวมๆ จะถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย ดินร่วนหรือดินทรายจะถูกน้ำเซาะกร่อนและพัดพาไปได้ง่ายกว่าดินเหนียว พื้นที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดีหรือน้ำซึมลงไปดินได้น้อยเมื่อฝนตกจะมีน้ำไหลบ่าที่ผิวดินมาก การกัดกร่อนดินก็จะมีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่ายขึ้น

2.4.2.3 ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ที่มีความลาดชันมากและระยะของความลาดชันยาวก็ยิ่งเพิ่มความเร็วและความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น

2.4.2.4 วิธีทำการเกษตรในไร่นา การใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะ การไถพรวนและปลูกพืชให้ถูกวิธี เป็นการลดการชะล้างพังทลายของดินได้ เช่น ไถพรวนน้อยครั้งและไถตามแนวระดับการปลูกพืชเป็นแถวตามระดับหรือขวางความลาดชัน การปลูกพืชถี่ เป็นต้น

2.4.2.5 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ เช่น พื้นที่ลาดชันน้อยก็ใช้วัสดุหรือพืชปกคลุมดิน พื้นที่ที่ลาดชันมากขึ้นก็ต้องใช้วิธีการอื่น เช่น การทำคันดินกั้นน้ำ ทำร่องระบายน้ำ ถ้าหน้าดินถูกปล่อยว่างเปล่าจะรับแรงปะทะจากเม็ดฝนอย่างเต็มที่ เกิดการแตกสลายของดิน ทำให้การชะล้างพังทลายของดินมีมากขึ้น

2.4.3 ผลเสียหายที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน

- ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง เพราะน้ำซึ่งเป็นตัวการสำคัญ จะพัดพาเอาธาตุอาหารของพืชที่อยู่บริเวณผิวดินให้หมดไป หากต้องการทำการเกษตรในพื้นที่ที่ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปแล้ว และต้องการให้ได้ผลดีเช่นเดิม ก็ต้องมีการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้การลงทุนในการเกษตรสูงขึ้น เมื่อคิดถึงรายได้รายจ่ายแล้ว เกษตรกรอาจขาดทุน จึงเห็นได้ว่าการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินดีกว่าและได้ผลกว่าการปรับปรุงดินที่ถูกชะล้างพังทลายแล้ว

- ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ที่ต่ำกว่า ทำให้แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เกิดการตื้นเขิน ลดความสามารถในการกักเก็บน้ำ อาจก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมอย่างฉับพลัน บางครั้งตะกอนดินอาจถูกน้ำพัดพาลงสู่ที่ต่ำ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ไร่นา ไปทับถมดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า แม่น้ำบางสายอาจมีปัญหาต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกร่องน้ำ เช่น ใน พ.ศ. 2521 การทำเรือแห่งประเทศไทยต้องเสียงบประมาณค่าขุดลอกร่องน้ำจากท่าเรือคลองเตยไปจนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นเงินถึง 112.5 ล้านบาท

- ทำให้การใช้ประโยชน์ที่ดินลำบากขึ้น เมื่อน้ำกัดเซาะพื้นที่ดิน ทำให้เกิดเป็นร่องตื้นเล็กและใหญ่ มีผลทำให้เกิดความยากลำบากแก่การไถพรวน

2.4.4 ความสำคัญของตะกอน

ตะกอนเป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ มีผลต่อลักษณะทางการภาวน้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ คือ

- มีผลต่อความขุ่นใส
- มีผลต่อความโปร่งแสง
- มีผลกระทบต่อการหายใจของสัตว์น้ำ
- เป็นธาตุอาหารแก่พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืช
- ทำให้การหาอาหารของสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพลดลง
- ทำให้สัตว์น้ำว่ายอ่อนหนักหนีศัตรูได้ดีขึ้น
- เมื่อตะกอนตกทับถมทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน

2.4.5 ประโยชน์ในการศึกษาตะกอน

- ทราบถึงที่มาของตะกอนและผลกระทบ
- เพื่อทราบถึงจุดตกทับถมของตะกอน
- เพื่อเป็นข้อมูลทางการประมงและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

2.5 แบบจำลอง SWAT

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา ซึ่งถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องภายใต้ความร่วมมือระหว่าง Blackland Research Center, TAES และ United States Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS) โดยสามารถเชื่อมโยงได้กับข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) SWAT เป็นแบบจำลองประเภทจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยาในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ มีความสามารถในการจำลองพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนได้ สามารถประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีผลกระทบต่อ ปริมาณน้ำท่า ตะกอน และสารเคมีทางการเกษตรได้

ส่วนประกอบของแบบจำลอง (Model Component) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก

- ส่วนพื้นดิน (Land phase) เป็นการจำลองในส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย แบ่งออกเป็น 8 ส่วน ประกอบด้วย ด้านอุทกวิทยา (Hydrology) การตกตะกอน (Sedimentation) สภาพอากาศ (Weather conditions) อุณหภูมิของดิน (Soil temperature) การเจริญเติบโตของพืช (Crop growth) สารอาหาร (Nutrients) ยาฆ่าแมลง (Pesticides) และการจัดการทางเกษตร (Agricultural management) ก่อนไหลลงสู่ลำน้ำสายหลักในแต่ละลุ่มน้ำย่อย

- ส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing phase) เป็นการจำลองในส่วนของเคลื่อนตัวของน้ำ ประกอบด้วย การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำ (Channel routing) การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir routing) การเคลื่อนตัวของตะกอนในทางน้ำ (Channel sediment routing) และการเคลื่อนตัวของสารอาหารและยาฆ่าแมลงผ่านทางน้ำ (Nutrient routing/Pesticide routing) ตลอดโครงข่ายลำน้ำของระบบลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา

2.5.1 การคำนวณทางอุทกวิทยาของแบบจำลอง SWAT ส่วนพื้นดิน (Land phase)

สมการหลักที่เป็นสมการพื้นฐานของการคำนวณวงจรอุทกวิทยาส่วนพื้นดิน คือ สมการสมดุลน้ำ

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (2.1)$$

เมื่อ	SW_t	คือ	ปริมาณน้ำในดินสุดท้าย
	SW_0	คือ	ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i
	t	คือ	เวลา (วัน)
	R_{day}	คือ	ปริมาณฝนในวันที่ i
	Q_{surf}	คือ	ปริมาณน้ำผิวดินในวันที่ i

E_a	คือ	ปริมาณการคายระเหยในวันที่ i
W_{seep}	คือ	ปริมาณน้ำไหลซึมลงสู่ใต้ดินในวันที่ i
Q_{gw}	คือ	ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับลงสู่ลำน้ำในวันที่ i

ขั้นตอนการจำลองกระบวนการทางวงจรถูกวิทยา กำหนดให้ปริมาณฝนที่ตกลงสู่พื้นดิน จะมีบางส่วนถูกกักไว้โดยพืช และปริมาณฝนส่วนที่เหลือบางส่วนจะขังอยู่ตามผิวดิน อีกส่วนหนึ่ง จะไหลไปตามพื้นดินจนกระทั่งลงสู่แม่น้ำกลายเป็นน้ำท่า ส่วนที่ไหลซึมลงดินส่วนหนึ่งจะถูกเก็บไว้ที่เนื้อดินซึ่งต่อมาจะระเหยกลับสู่บรรยากาศ อีกส่วนหนึ่งจะไหลซึมต่อไปยังใต้ดินกลายเป็นน้ำใต้ดินซึ่งต่อมาจะไหลลงสู่แม่น้ำในที่สุด

การคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดิน

ในแบบจำลอง SWAT สามารถเลือกคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดินและค่าอัตราการไหลสูงสุด ได้ 2 วิธี ได้แก่ SCS Curve Number และ Green & Ampt infiltration โดยในการศึกษานี้จะเลือกใช้วิธี SCS Curve Number ดังสมการ

$$Q = \frac{(R - 0.2S)^2}{(R + 0.8S)}, R > 0.2S \quad (2.2)$$

$$Q = 0.0, R < 0.2S \quad (2.3)$$

เมื่อ	Q	คือ	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวัน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	S	คือ	Retention Parameter
	R	คือ	ปริมาณน้ำฝนรายวัน (มิลลิเมตร)

โดยตัวแปร S มีความสัมพันธ์กับค่า Curve Number (CN) ดังสมการ

$$S = 25.4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2.4)$$

เมื่อ	CN	คือ	Curve Number
-------	------	-----	--------------

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า CN มีดังนี้

1) คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของกลุ่มดิน (Hydrologic soil group)

กลุ่มดินแบ่งออกตามคุณสมบัติทางด้านอุทกได้ดังนี้

- ก. กลุ่ม A มีอัตราการซึมสูง และอัตราการไหลผิวดินต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินทราย
- ข. กลุ่ม B มีอัตราการซึมปานกลาง และระบายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินร่วน
- ค. กลุ่ม C มีอัตราการซึมต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียวปนทราย
- ง. กลุ่ม D มีอัตราการซึมต่ำมาก มีศักยภาพทำให้เกิดน้ำท่าผิวดินสูง ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียว

2) สิ่งปกคลุม (Cover) คือสิ่งต่างๆ ที่ปกคลุมดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่ดิน ส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินมาพิจารณาสีปกคลุมดิน

3) สภาพอุทกวิทยา (Hydrologic conditions) โดยแบ่งออกเป็น

- สภาพเลว (Poor) มีพืชคลุมดินน้อยกว่าร้อยละ 50
- สภาพปานกลาง (Fair) มีพืชคลุมดินอยู่ระหว่างร้อยละ 50-75
- สภาพดี (Good) มีพืชคลุมดินมากกว่าร้อยละ 75

4) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use classification) โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก คือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่น้ำ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัย

5) ความชื้นในดินเบื้องต้น (Antecedent moisture content (AWC))

การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด (Peak runoff rate)

คำนวณโดยใช้สมการ Modified Rational Formula) ดังสมการ

$$q_{\text{peak}} = \frac{(C \cdot i \cdot A)}{3.6} \quad (2.5)$$

เมื่อ q_{peak} คือ อัตราการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
 C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า

i	คือ	ความเข้มของฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)
A	คือ	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตารางเมตร)

การคำนวณหาปริมาณตะกอน (Sedimentation)

ในแบบจำลอง SWAT ใช้สมการ Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) ในการประเมินปริมาณของตะกอนที่ไหลลงสู่ลำน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ (Williams, 1995) ดังสมการ

$$SED = 11.8 (Q_{surf} * q_p * A_{hru})^{0.56} K_{USLE} * C_{USLE} * P_{USLE} * LS_{USLE} * CFRG \quad (2.6)$$

เมื่อ	SED	คือ	ปริมาณตะกอน (metric tons)
	Q_{surf}	คือ	ปริมาณน้ำท่า (mmH ₂ O/ha)
	q_p	คือ	อัตราการไหลสูงสุด (m ³ /s)
	A_{hru}	คือ	ขนาดพื้นที่ในแต่ละ HRU (ha)
	K_{USLE}	คือ	ค่าดัชนีความสามารถในการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor) = 0.013 metric ton m ² hr / m ³ -metric ton cm
	C_{USLE}	คือ	ค่าดัชนีของพืชหรือสิ่งปกคลุมดิน (Cover & Management factor)
	P_{USLE}	คือ	ค่าดัชนีของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะล้างพังทลาย (Support practice factor)
	LS_{USLE}	คือ	ค่าดัชนีของความยาวความลาดชัน (Topographic factor)
	CFRG	คือ	ค่า Coarse Fragment Factor

ค่าดัชนีของพืชหรือสิ่งปกคลุมดิน (cover & management factor, C_{USLE})

พืชและสิ่งปกคลุมดินเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากสามารถป้องกันและลดแรงกระแทกของเม็ดฝน ชะลอการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งเป็นการลดแรงกระทำที่เป็นสาเหตุของการชะล้างพังทลายของดิน สามารถหาค่า C_{USLE} ได้จากสมการ

$$C_{USLE} = \exp[\ln(0.8) - \ln(C_{USLE, mn})] * \exp[-0.00115 * rsd_{surf}] + [\ln(C_{USLE, mn})] \quad (2.7)$$

เมื่อ	C_{USLE}	คือ	ค่าดัชนีของพืชหรือสิ่งปกคลุมดิน (Cover & Management factor)
	rsd_{surf}	คือ	ปริมาณสิ่งตกค้างบนผิวดิน (Kg/ha)

$C_{USLE, mn}$ คือ ค่าต่ำสุดของ C_{USLE}

ค่าดัชนีของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะล้างพังทลาย (Support practice factor, P_{USLE})

P_{USLE} เป็นค่าแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้วิธีอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองในสภาพพื้นที่ซึ่งทำการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดชัน Wischmeier & Smith (1978) แนะนำค่า P_{USLE} ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.2 P_{USLE} สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contouring) (Wischmeier and Smith, 1987)

ความลาดเอียงพื้นที่ (%)	P_{USLE}	ความยาวสูงสุด (เมตร)
1 to 2	0.60	122
3 to 5	0.50	91
6 to 8	0.50	61
9 to 12	0.60	37
13 to 16	0.70	24
17 to 20	0.80	18
21 to 25	0.90	15

ตารางที่ 2.3 P_{USLE} สำหรับการปลูกพืชสลับเป็นแถบขวางความลาดเอียง (Wischmeier and Smith, 1978)

ความลาดเอียงพื้นที่ (%)	P_{USLE}			ความกว้างของแถบพืช (เมตร)	ความยาวสูงสุด (เมตร)
	A	B	C		
1 to 2	0.30	0.45	0.60	40	244.00
3 to 5	0.25	0.38	0.50	30	183
6 to 8	0.25	0.38	0.50	30	122
9 to 12	0.30	0.45	0.60	24	73
13 to 16	0.35	0.52	0.70	24	49
17 to 20	0.40	0.6	0.80	18	37
21 to 25	0.45	0.68	0.90	15	30

ตารางที่ 2.4 P_{USLE} สำหรับการสร้างคันดินตามแนวระดับ (Terracing) (Wischmeier and Smith, 1978).

ความลาดเอียงของพื้นที่ (%)	P_{USLE} เมื่อบนคันดินปลูกพืชแบบ Contouring	P_{USLE} เมื่อบนคันดินปลูกพืชแบบ Stripcropping	P_{USLE} เมื่อมีทางระบายน้ำในระบบคันดิน
1 to 2	0.60	0.30	0.12
3 to 8	0.50	0.25	0.10
9 to 12	0.60	0.30	0.12
13 to 16	0.70	0.35	0.14
17 to 20	0.80	0.40	0.16
21 to 25	0.90	0.45	0.18

ค่าดัชนีของความยาวความลาดชัน (Topographic factor, LS_{USLE})

LS_{USLE} เป็นสัดส่วนการสูญเสียดินของความลาดเอียงหนึ่ง สามารถหาจากสมการดังนี้

$$LS_{USLE} = [L_{hill}/22.1]^m * [65.41 * \sin^2(\beta_{hill}) + 4.56 * \sin(\beta_{hill}) + 0.065] \quad (2.8)$$

เมื่อ L_{hill} คือ ความยาวของความลาดชัน (เมตร)
 β_{hill} คือ มุมของความลาดชัน
 m คือ exponential term

$$m = 0.6 * (1 - \exp[-35.835 * slp]) \quad (2.9)$$

$$Slp = \tan(\beta_{hill}) \quad (2.10)$$

2.5.2 การคำนวณทางอุทกวิทยาของแบบจำลอง SWAT ส่วนการเคลื่อนที่ในลำน้ำ

(Land Phase)

การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing Phase) โดยวิธี Variable Storage

การคำนวณปริมาณน้ำไหลออก (Outflow)

$$O_i = SC (I_i + S_{i-1}) \quad (2.11)$$

เมื่อ	O_i	คือ	ปริมาณน้ำไหลออกของวันที่ i (ลูกบาศก์เมตร)
	I_i	คือ	ปริมาณน้ำไหลเข้าของวันที่ i (ลูกบาศก์เมตร)
	S_{i-1}	คือ	ปริมาณความจุของช่วงลำน้ำของวันที่ $i-1$ (ลูกบาศก์เมตร)
	SC	คือ	ค่า Storage coefficient สามารถหาได้จากสมการ

$$SC = 2\Delta t / (2 * TT + 24) \quad (2.12)$$

เมื่อ	TT	คือ	Travel Time (ชั่วโมง)
-------	----	-----	-----------------------

การคำนวณอัตราการไหล (Flow rate) และความเร็ว

$$q = (A * R^{2/3} * slp^{1/2}) / n \quad (2.13)$$

$$v = (R^{2/3} * slp^{1/2}) / n \quad (2.14)$$

เมื่อ	A	คือ	พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)
	$R^{2/3}$	คือ	รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)
	$slp^{1/2}$	คือ	ความลาดชันของลำน้ำ (เมตร / เมตร)
	n	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำของแมนนิง

2.5.3 ข้อมูลหลักที่ต้องใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง SWAT

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) หรือแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) , ข้อมูลแผนที่ดิน (Soil map) , ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use map)
- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological data) ประกอบด้วยข้อมูลรายวันของ อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด ปริมาณฝน ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ชั่วโมงแสงแดด
- ข้อมูลอุทกวิทยา (Hydrological Data) ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณการไหลในลำน้ำ ข้อมูลปริมาณตะกอน โดยใช้ข้อมูลรายวัน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุนันทา (2546) ศึกษาผลจากการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อการเกิดตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ในช่วง พ.ศ.2534 พ.ศ. 2538 และ พ.ศ.2543 เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีการใช้ที่ดินเพื่อทำการเกษตรเกินกว่าร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมดมีการรบกวนพื้นที่เพื่อประกอบกิจกรรมทางเกษตรทำให้พื้นดินขาดสิ่งปกคลุม ไม่มีรากพืชยึดเหนี่ยวดินเมื่อมีฝนตกจึงทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน เกิดการสูญเสียน้ำดินและเกิดปัญหาตะกอนในแหล่งน้ำทั้งตะกอนแขวนลอยและตะกอนตกทับถม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในลุ่มน้ำมีตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายปีสูงถึง 150,522.85 ตันต่อปี และตะกอนแขวนลอยส่วนหนึ่งที่ไหลไปทับถมในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงโดยมีปริมาณสูงถึง 8.6498 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีผลทำให้ลำน้ำและแหล่งน้ำตื้นเขิน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณ พบว่า การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรมีผลต่อการเกิดตะกอนแขวนลอยในลำน้ำลำพระเพลิง ($R = 0.854$) และมีความสัมพันธ์กับการเกิดตะกอนตกทับถมในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ($R = 0.999$)

เทวินทร์และชาญชัย (2552) ได้ศึกษาอิทธิพลของการเกษตรต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา จ.ลำพูน โดยใช้แบบจำลอง SWAT มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อยที่มีกิจกรรมทางการเกษตร เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้ทำการปรับมาตรฐานแบบจำลองในช่วงเวลา พ.ศ.2542 ถึง พ.ศ.2551 กับจุดวัดน้ำ P.77 ของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง SWAT สามารถใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า โดยมีความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจ ($R^2 = 0.72$, $E = 0.72$) ทั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลอ่างเก็บน้ำ และรูปแบบของระบบการปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ให้สอดคล้องกับการจัดการข้อมูลในพื้นที่ เพื่อให้ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนที่ได้จากแบบจำลองมีค่าถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

สมคิด (2526) ได้ศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดเล็ก บริเวณทุ่งจ้อ จังหวัดเชียงใหม่ ทำการศึกษาในบริเวณลุ่มน้ำซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 รูปแบบ คือ พื้นที่เป็นที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่าปลูกผสมป่าธรรมชาติ พื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่เกษตรกรรม พบว่าการเปลี่ยนพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัยจะทำให้เกิดตะกอนทับถมหน้าเขื่อนเพิ่มมากขึ้น 23.5 และ 3.2 เท่าตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามถ้าเปลี่ยนพื้นที่ไร่ร้างและพื้นที่ป่าปลูกผสมป่าธรรมชาติจะเกิดตะกอนทับถมหน้าเขื่อน ลดน้อยลง 2.7 และ 6.8 เท่าตามลำดับ

สรารุณี และคณะ (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนนั้น มีการลดลงของป่าไม้ การเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรม และการขยายพื้นที่เขตเมืองมากขึ้น เป็นผลให้เกิดช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้งถี่ขึ้น แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT ใช้ในการจำลองหากระบวนการเกิดปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2533, พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2549 และใช้ข้อมูลสภาพอุทกนิยมิวิทยาแบบอนุกรมก่อนปี พ.ศ.2533 ผลการคำนวณจะเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดสถานี P.1 ค่าเฉลี่ยรายปีและรายเดือนมีการกระจายตัว ความแตกต่างเล็กน้อยแต่กรณีศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน

ธัญลักษณ์ (2545) ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Neuro genetic Optimizer เพื่อคาดการณ์ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง โดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ.2548 โดยระหว่างปี พ.ศ.2545 ถึง ปีพ.ศ.2548 พื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประมาณร้อยละ 36 พบว่าสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าดัชนีชี้วัดของแบบจำลองอยู่ที่ร้อยละ 99 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนได้

โฆมิต (2535) ศึกษาผลกระทบของลักษณะทางกายภาพและพื้นที่ป่าไม้ต่อการทับถมตะกอนในอ่างเก็บน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อประเมินปริมาณตะกอน พบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำลดลงทุกร้อยละ 10 จะทำให้ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4-5

Selby (1985) ศึกษาอัตราการชะล้างพังทลายของดินจากการใช้ที่ดินประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้พบปริมาณตะกอน 8.5 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี และพื้นที่ที่ป่าไม้ถูกทำลายมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 4,250 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี

King (2001) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคำนวณปริมาณฝนส่วนเกินที่เปลี่ยนมาเป็นน้ำท่าระหว่างวิธี Green-Ampt และวิธี SCS Curve Number โดยใช้แบบจำลอง SWAT พบว่าค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนโดยใช้วิธี SCS Curve Number ได้ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.84 และวิธี Green-Ampt ได้ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.69

Riyadh Al-soufi (2002) ศึกษาแบบจำลอง SWAT เพื่อวิเคราะห์การกัดเซาะและอัตราการตกตะกอนในกลุ่มน้ำโขง พบว่าอัตราการกัดเซาะและการนำพาตะกอน มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนสิ่งปลูกสร้าง เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองแล้วมีค่าความผิดพลาดของอัตราการตกตะกอนอยู่ที่ร้อยละ 21-44

Armando Brath (2002) ศึกษาการประเมินผลกระทบของการชะล้างที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศอิตาลีโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล (RUSLE) พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลต่อการพังทลายของดิน โดยเฉพาะในพื้นที่สูง

Huang (2003) ศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าและอัตราการนำพาตะกอน โดยใช้แบบจำลอง SWAT ในแม่น้ำเหลือง ประเทศจีน โดยผลของการจำลองออกมาเป็นที่น่าพอใจ มีค่าความผิดพลาดของปริมาณน้ำท่าเท่ากับร้อยละ 0.38 ส่วนค่าความผิดพลาดของการจำลองการตกตะกอนมีค่าความผิดพลาดร้อยละ 58.7 เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ

ลำดับ	รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ปี
1	แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) เป็นฐานข้อมูลที่บอกถึงลักษณะสูงต่ำของพื้นผิว โดยข้อมูล DEM สามารถประยุกต์ใช้ในการบอกรายละเอียดของเส้นแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ	โครงการวิจัยการศึกษาผลกระทบของภูมิอากาศและการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำทำด้วยภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (ปรียาพร, 2555)	
2	แผนที่ดิน (Soil Map) กรมพัฒนาที่ดินได้กรรวบรวมข้อมูลในประเทศไทย จัดทำชุดของข้อมูลดิน โดยแบ่งข้อมูลดินเป็น ชุดดินในประเทศไทยออกเป็น 62 กลุ่มดิน (soil group)	กรมพัฒนาที่ดิน	
3	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use/Land Cover Map) เป็นข้อมูลได้มาจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมแสดงขอบเขตข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 5 ประเภทหลัก ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด เช่น สุสาน สถานบริการน้ำมัน เป็นต้น	กรมพัฒนาที่ดิน	2551

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ปี
4	เส้นแนวลำน้ำ ข้อมูลเส้นแนวลำน้ำจะถูกนำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องและเพิ่มความละเอียดให้กับการแบ่งเส้นลำน้ำที่ได้จากข้อมูล DEM	โครงการวิจัยการศึกษาผลกระทบของภูมิอากาศและการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำทำด้วยภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (ปรีชาพร, 2555)	
5	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ต้องใช้กับแบบจำลอง SWAT ประกอบไปด้วยข้อมูลรายวันดังนี้ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลสภาพอากาศที่ใช้ได้มาจากสถานีตรวจอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา และสถานีวันน้ำฝนของกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน	2523- 2553
6	ข้อมูลน้ำท่า จากสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง	กรมชลประทาน	2523- 2553

3.2 การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง SWAT

3.2.1 การเตรียมชั้นข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (Topography Map) แบ่งออกเป็น 3 ชั้นข้อมูล ได้แก่

1. แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ในการศึกษาได้ใช้ DEM ที่มีความละเอียด 30 เมตร x 30 เมตร โดยเป็นข้อมูลประเภทกริด

2. แผนที่โครงข่ายลำน้ำในรูปแบบ GIS ข้อมูลประเภท Shape file โดยนำเข้าแบบจำลอง เพื่อเป็นการเพิ่มความละเอียดถูกต้องให้กับข้อมูลเส้นแนวแม่น้ำที่ได้จาก DEM

3. แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำในรูปแบบ GIS ข้อมูลประเภท Raster โดยนำเข้าแบบจำลอง เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

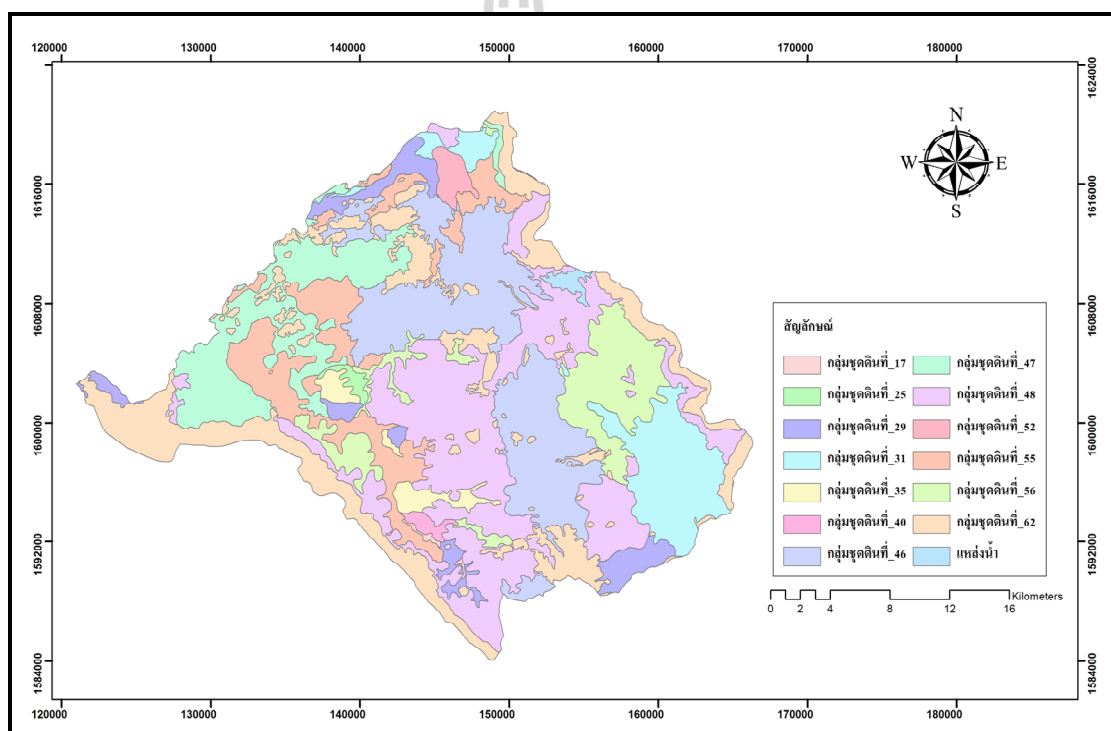
3.2.2 การเตรียมชั้นข้อมูลแผนที่ดิน (Soil Map) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การเตรียมชั้นข้อมูลในรูปแบบ GIS โดยจะต้องทำการเตรียมชั้นข้อมูลดินให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล Raster

2. สร้างชั้นข้อมูลประเภทตารางรหัสชุดดิน เพื่อเชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลดินประเภท Raster

3. การแก้ไขเพิ่มเติมชนิดของดิน ข้อมูลคุณสมบัติดินแต่ละประเภทในฐานะข้อมูลดินในแบบจำลอง SWAT

ซึ่งแผนที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีชุดดิน 13 หน่วยดิน แสดงดังรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แผนที่ชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

รหัสดิน	พื้นที่	ร้อยละของ
กลุ่มชุดดินที่ 17	1.0	0.1
กลุ่มชุดดินที่ 25	3.0	0.4
กลุ่มชุดดินที่ 29	30.9	4.0
กลุ่มชุดดินที่ 31	58.3	7.6
กลุ่มชุดดินที่ 35	12.1	1.6
กลุ่มชุดดินที่ 40	3.2	0.4
กลุ่มชุดดินที่ 46	136.4	17.7
กลุ่มชุดดินที่ 47	74.2	9.6
กลุ่มชุดดินที่ 48	173.8	22.5
กลุ่มชุดดินที่ 52	6.9	0.9
กลุ่มชุดดินที่ 55	73.3	9.5
กลุ่มชุดดินที่ 56	62.1	8.1
กลุ่มชุดดินที่ 62	132.4	17.2
แหล่งน้ำ	3.5	0.4
รวม	771.0	100.0

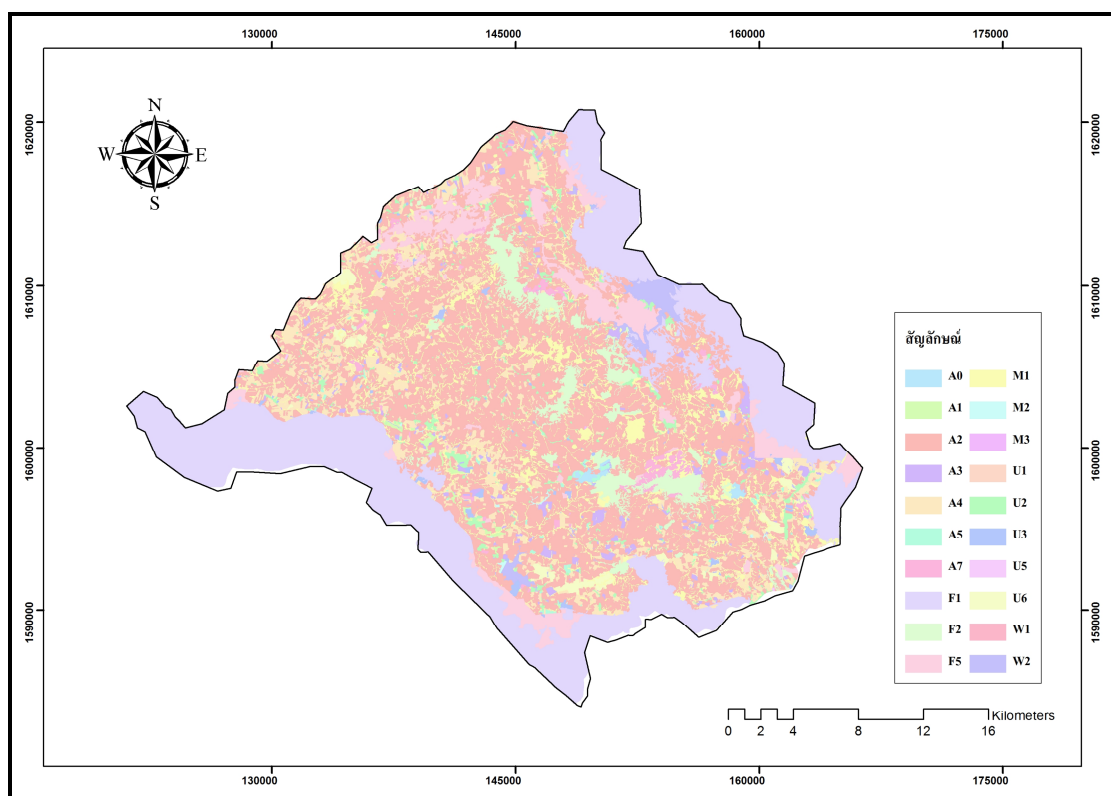
3.2.3 การเตรียมชั้นข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use/Land Cover Map) ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูล พ.ศ. 2551 โดยการเตรียมชั้นข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การเตรียมชั้นข้อมูลในรูปแบบ GIS โดยจะต้องทำการเตรียมชั้นข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล Raster

2. สร้างชั้นข้อมูลประเภทตารางรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ตรงกับฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของแบบจำลอง SWAT ซึ่งเป็นรหัส 4 ตัวอักษรและต้องเชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท Raster

3. การแก้ไขเพิ่มเติม ข้อมูลคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในแบบจำลอง SWAT

ซึ่งแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน แสดงดังรูปที่ 3.2 และตารางแสดงรหัสของแบบจำลองซึ่งแทนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ดิน ดังตารางที่ 3.3

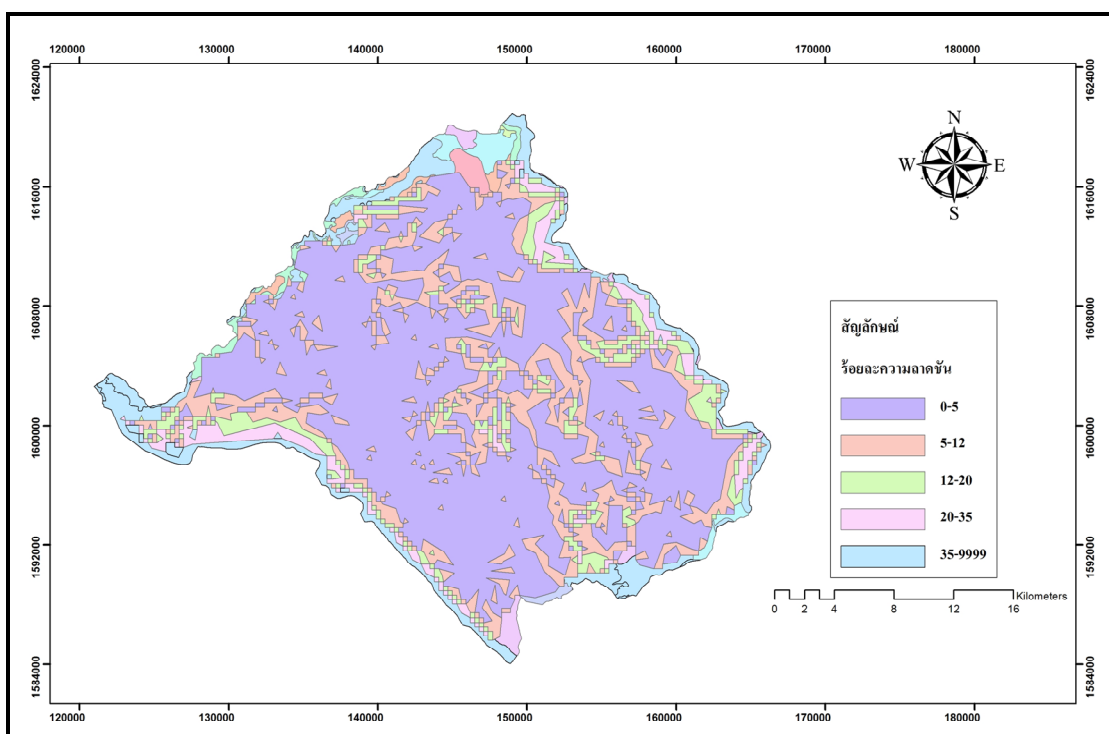


รูปที่ 3.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

3.2.4 การเตรียมชั้นข้อมูลความลาดชัน ได้แบ่งตามช่วงร้อยละความลาดชันในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่ 0-5, 5-12, 12-20, 20-35 และมากกว่า 35 ซึ่งอ้างอิงการแบ่งช่วงจากสำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีพื้นที่ความลาดชันชั้น 0-5 ร้อยละ 62.8 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ความลาดชันชั้น 5-12 ร้อยละ 24.5 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ความลาดชันชั้น 12-20 ร้อยละ 7.7 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ความลาดชันชั้น 20-35 ร้อยละ 4.6 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ความลาดชันชั้นมากกว่า 35 ร้อยละ 0.4 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยชั้นข้อมูลความลาดชันแสดงดังรูปที่ 3.3 และมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2551 ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

รหัสการใช้ที่ดิน	รหัสของแบบจำลอง SWAT	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
1. พื้นที่เกษตรกรรม			414.3	53.7
A0	AGRL	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม	1.6	0.2
A1	RIC E	นาข้าว	2.3	0.3
A2	RYE	พืชไร่	321.8	41.7
A3	RUBR	ไม้ยืนต้น	11.1	1.4
A4	ORCD	ไม้ผล	67.2	8.7
A5	GRAP	พืชสวน	2.4	0.3
A7	PAST	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	7.9	1.0
2. พื้นที่ป่าไม้			265.5	34.4
F1	FRSE	ป่าดิบ	191.3	24.8
F2	FRSD	ป่าผลัดใบ	31.3	4.1
F5	FRST	สวนป่า	42.9	5.6
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด			54.4	7.1
M1	RNGE	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	53.8	7.0
M2	RNGB	พื้นที่ลุ่ม	0.5	0.1
M3	CLVR	เหมืองแร่ ป่อบุค	0.1	0.0
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง			25.5	3.3
U1	UCOM	ตัวเมืองและย่านการค้า	0.1	0.0
U2	URBN	หมู่บ้าน	13.6	1.8
U3	UINS	สถานที่ราชการ และสถาบันต่างๆ	4.2	0.5
U5	UIDU	ย่านอุตสาหกรรม	0.1	0.0
U6	URLD	อื่นๆ เช่น สถานที่ร้าง สนามกอล์ฟ สุสาน สถานบริการน้ำมัน เป็นต้น	7.6	1.0
4. พื้นที่น้ำ			11.3	1.5
W1	WATR	แหล่งน้ำธรรมชาติ	0.4	0.1
W2	WATR	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	10.9	1.4
รวม			771.0	100.0



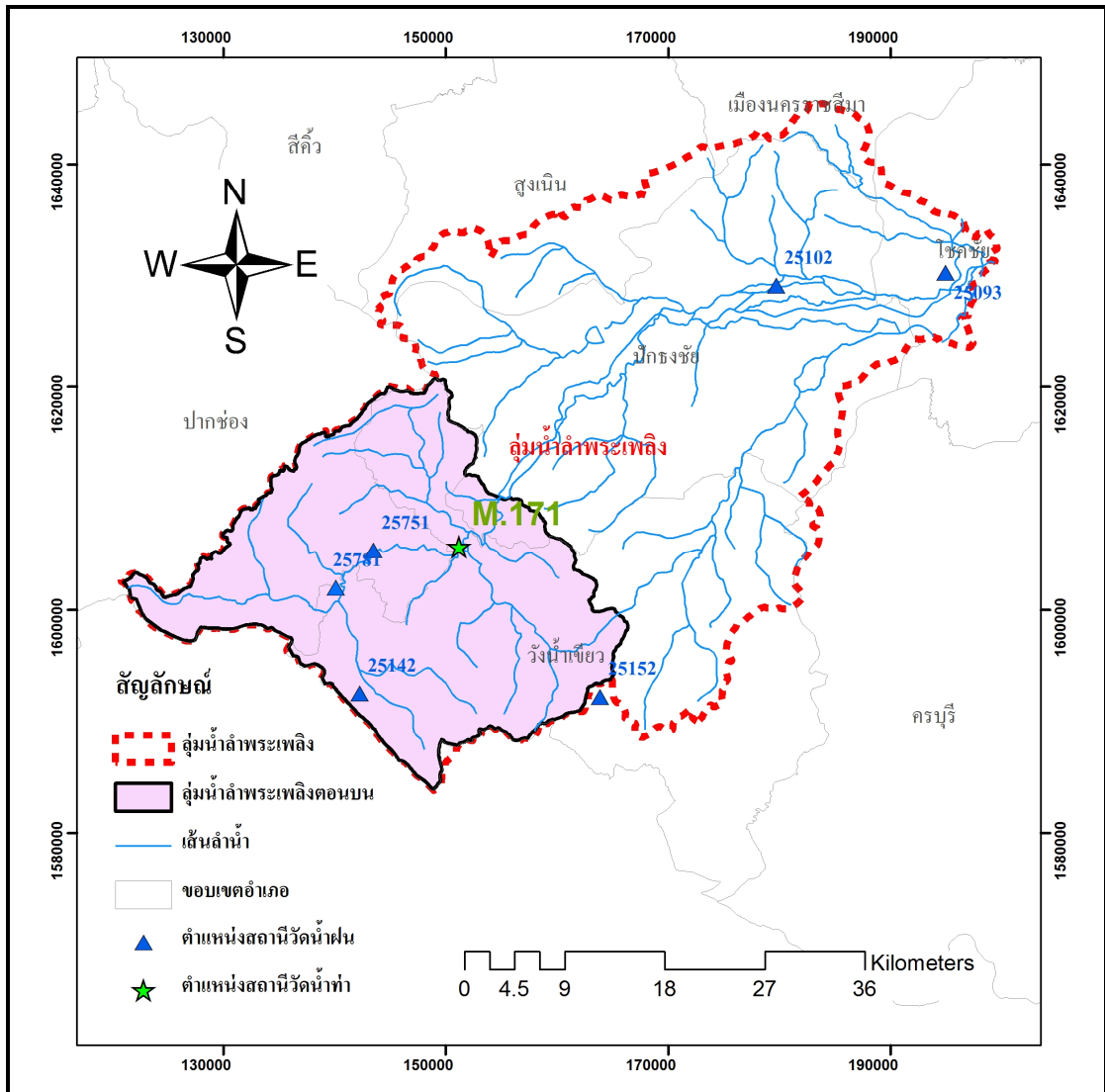
รูปที่ 3.3 แผนที่ร้อยละความลาดชันในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ตารางที่ 3.4 ชั้นความลาดชันในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ชั้นความลาดชัน (ร้อยละ)	พื้นที่ (ตร.กม)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
0-5	484.2	62.8
5-12	188.9	24.5
12-20	59.4	7.7
20-35	35.5	4.6
>35	3.0	0.4
รวม	771.0	100

3.2.5 การจัดเตรียมชั้นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ได้ดำเนินการสร้างชั้นข้อมูลตาราง ประกอบด้วย ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา ตำแหน่งสถานีวัดปริมาณฝน ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวัน ความเร็วลม และร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีวัด ให้ตรงตามรูปแบบโครงสร้างข้อมูล

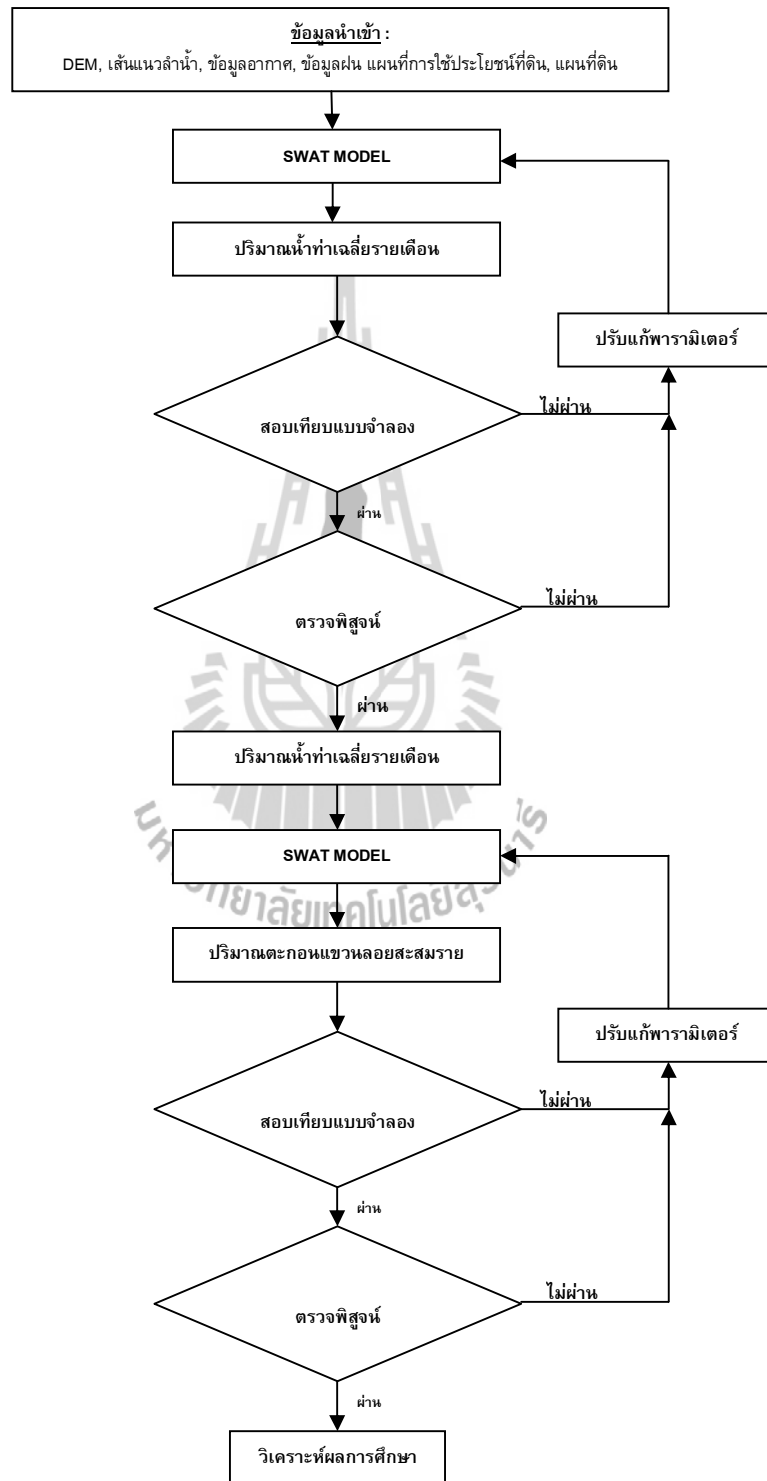
ของแบบจำลอง SWAT เพื่อเตรียมนำเข้าแบบจำลอง โดยแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดอากาศ สถานีวัดปริมาณฝน และสถานีวัดน้ำท่า M.171 แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดอากาศ สถานีวัดปริมาณฝน และสถานีวัดน้ำท่า M.171

3.3 การประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนด้วยแบบจำลอง SWAT

แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนโดยมีขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 3.5 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.5 แผนผังวิธีการใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินน้ำท่าและปริมาณตะกอน

3.3.1 การจัดเตรียมไฟล์ข้อมูล (Preparing Data Input) เพื่อนำเข้าแบบจำลอง SWAT โดยลักษณะข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลประเภทตาราง และข้อมูล GIS โดยเตรียมไฟล์ข้อมูลและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่แบบจำลอง SWAT ต้องการ โดยมีรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.2

3.3.2 การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineation) ในขั้นตอนนี้เป็นการทำงานสภาพทางกายภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าไปในขั้นตอนนี้ได้แก่ ข้อมูล DEM ขอบเขตพื้นที่ศึกษา เส้นแนวลำน้ำ ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ และตำแหน่งสถานีวัดน้ำทำเพื่อกำหนดจุดออก (outlet) สำหรับทั้งลุ่มน้ำ เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้แบบจำลอง SWAT จะสร้างลุ่มน้ำย่อยตามขอบเขตที่กำหนดและสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ

3.3.3 การกำหนดลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดกลุ่มดิน และร้อยละความลาดชัน ในขั้นตอนนี้เป็นการทำงานนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดิน และร้อยละความลาดชันของพื้นที่ศึกษาเป็นข้อมูลที่เตรียมไว้ในข้อ 3.2-2, 3.2-3 และ 3.2-4 ประกอบด้วยข้อมูลประเภท GIS ชนิด Raster และข้อมูลประเภทตาราง

3.3.4 การสร้างหน่วยจัดการอุทกวิทยา (Hydrological Response Units: HRUs) ในขั้นตอนนี้เป็นการทำงานกำหนดลักษณะทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำที่ศึกษาให้มีความหลากหลายตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดของดิน และความลาดชันของพื้นที่เพื่อใช้เป็นตัวแทนในเชิงอุทกวิทยาในแต่ละลุ่มน้ำย่อย สำหรับการคำนวณในแบบจำลองต่อไป การกำหนดค่าในการศึกษานี้กำหนดให้แบ่ง HRUs แบบ Multiple Hydrologic Response Units เป็นการกำหนดให้ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยมี HRUs สอดคล้องตามสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินร้อยละ 10 สัดส่วนชนิดดินร้อยละ 10 และสัดส่วนความลาดชันร้อยละ 5 นั่นคือโปรแกรมจะทำการแบ่งทุกๆ พื้นที่ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดดิน และความลาดชัน ที่มีค่าตั้งแต่ 5%, 10%, และ 5% ตามลำดับ ให้เป็น 1 HRUs ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.3.5 การนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Import Weather) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาหลักที่นำเข้าแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปใช้ในสมการคณิตศาสตร์ในการคำนวณของแบบจำลอง SWAT

3.3.6 การปรับแก้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่จริงในแต่ละลุ่มน้ำย่อย และคำนวณปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนโดยแบบจำลอง SWAT ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการคำนวณแบบรายเดือน พ.ศ.2524 - พ.ศ.2553

3.3.7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ (Sensitivity Analysis) ทำให้ทราบถึงผลกระทบของพารามิเตอร์ว่าส่งผลต่อปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน รูปแบบการกระจายตัว และ

กราฟของปริมาณน้ำท่า โดยในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Automated Sensitivity Analysis Tools ซึ่งเป็นเครื่องมือภายใต้แบบจำลอง SWAT ซึ่งพารามิเตอร์นี้ มีการปรับจนได้ค่าที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่โดยมีหลักการ คือ ปรับพารามิเตอร์ทีละตัวแปร ในช่วงที่แบบจำลองกำหนดซึ่งเป็นค่าต่ำสุด-สูงสุด และพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาจะ กำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดการวิเคราะห์ จากนั้นพิจารณาทิศทางการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณ น้ำท่าและปริมาณตะกอนว่าเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ พารามิเตอร์นี้ทำให้ขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลองเป็นรูปแบบมากขึ้น และทำให้ได้พารามิเตอร์ ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับความจริงและเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่มากที่สุด ในการศึกษานี้พารามิเตอร์ที่ เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน

พารามิเตอร์	ช่วง	นิยาม
1.พารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่า		
Gwqmn	0-5000	Threshold depth of water in the shallow aquifer required for return flow to occur
Cn2	35-98	SCS runoff curve number for moisture condition 2
Esco	0-1	Soil evaporation compensation factor
Sol_Awc	0-1	Available water capacity of the soil layer
Blai	0.5-10	Max leaf area index
Sol_Z	0-3500	Depth from soil surface to bottom of layer
Alpha_Bf	0-1	Baseflow alpha factor
Revapmn	0-1000	Threshold depth of water in the shallow aquifer for "revap" to occur
Gw_Revap	0.02-0.2	Groundwater "revap" coefficient
Gw_Delay	0-500	Groundwater delay
Surlag	0-24	Surface runoff lag time in the HRU
Canmx	0-100	Maximum canopy storage
Ch_K2	-0.01-500	Effective hydraulic conductivity in main channel alluvium
Sol_K	0-2000	Saturated hydraulic conductivity
Epc0	0-1	Plant uptake compensation factor
Ch_N2	-0.01-0.3	Manning's "n" value for the main channel

ตารางที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน (ต่อ)

พารามิเตอร์	ช่วง	นิยาม
Sol_Alb	0-0.25	Moist soil albedo.
Ssubbsn	0-150	Average slope length.
Biomix	0-1	Biological mixing efficie
Sftmp	-5-5	Snowfall temperature
Smfmn	0-10	Minimum melt rate for snow during the year (occurs on winter solstice)
Smfmx	0-10	Maximum melt rate for snow during year (occurs on summer solstice)
Smtmp	-5-5	Snow melt base temperature
2.พารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณตะกอน		
Spcon	0.001-0.01	Linear parameter for calculating the maximum amount of sediment that can be reentrained during channel sediment routing
Spexp	1-1.5	Exponent parameter for calculating sediment reentrained in channel sediment routing
Ch_Cov1	-0.05-0.6	Channel erodibility factor
Ch_Cov2	-0.001-1	Channel cover factor
Ch_Erod	0-1	Monthly channel erodability factor
Usle_C	0.001-0.5	Min value of USLE C factor applicable to the land cover/plant
Usle_P	0-1	USLE equation support practice

3.3.8 การสอบเทียบแบบจำลอง (Calibration) ในการศึกษานี้ได้พิจารณาปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยการปรับเทียบแบบจำลอง ณ สถานีวัดน้ำท่า M.171 ให้เป็นจุดทางออก (Outlet) ของลุ่มน้ำ โดยเลือกช่วงการปรับเทียบแบบจำลองแบบรายเดือน ณ ช่วงเวลาเดือนมกราคม พ.ศ.2546 - เดือนธันวาคม พ.ศ.2549 แล้วดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAT กับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานีวัดน้ำท่า M.171 และดำเนินการประเมินผลการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

3.3.9 การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validation) หลังจากทำการปรับเทียบแบบจำลองแล้วเสร็จ ได้กำหนดช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2550 - เดือนมีนาคม พ.ศ.2553 สำหรับการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยการดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAT กับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานีวัดน้ำท่า M.171 และดำเนินการประเมินผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลเช่นเดียวกับการสอบเทียบแบบจำลอง

จากขั้นตอนการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองนั้น การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการศึกษา โดยการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากสถานีตรวจวัด M.171 โดยใช้ค่าทางสถิติตรวจสอบ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) และค่า Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) ดังสมการที่ (3.1) และสมการที่ (3.2)

1. สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีสมการดังนี้

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})(Q_i - \bar{Q})}{\left[\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2 \right]^{0.5} \left[\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2 \right]^{0.5}} \right\} \quad (3.1)$$

2. Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) มีสมการดังนี้

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2} \quad (3.2)$$

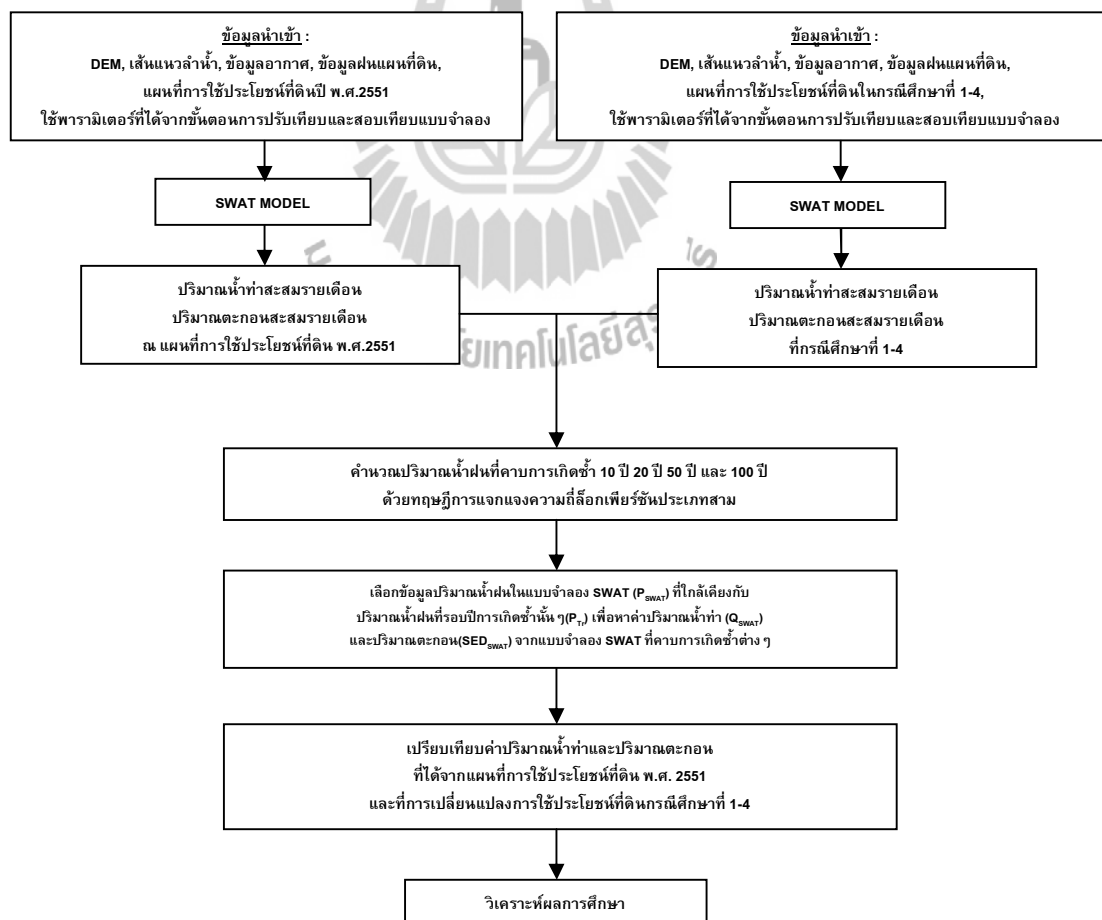
เมื่อ O_i = ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจริงที่เวลาใดๆ
 Q_i = ค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองที่เวลาใดๆ
 \bar{O} = ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจริงเฉลี่ยที่เวลาใดๆ
 N = จำนวนข้อมูลน้ำท่าที่พิจารณาความคลาดเคลื่อน

ซึ่งถ้าค่า R^2 และ E มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ากลุ่มข้อมูลทั้งสองเข้ากันได้ดี แต่ถ้าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลของทั้ง 2 กลุ่มมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก

นอกจากการพิจารณาค่าทางสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้ว ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ใช้การเปรียบเทียบกราฟถึงการเข้ากันได้ดีของรูปร่างกราฟน้ำท่าระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำท่า M.171 โดยรูปร่างของกราฟจะต้องใกล้เคียงกันและไปในทิศทางเดียวกัน

3.3.10 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT และกรณีศึกษา

ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในการวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยจำลองการเพิ่มขึ้นและการลดลงของพื้นที่ป่าไม้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 10 และร้อยละ 25 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า และปริมาณตะกอนที่เปลี่ยนแปลงไป ในการจำลองได้ใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง และนำเข้าแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในกรณีศึกษาต่างๆ และข้อมูลนำเข้าอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรายละเอียดการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT และกรณีศึกษาแสดงดังรูปที่ 3.6 และตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT และกรณีศึกษา



ตารางที่ 3.6 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกรณีศึกษาที่ 1-4

การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2551				กรณีศึกษาที่ 1		กรณีศึกษาที่ 2		กรณีศึกษาที่ 3		กรณีศึกษาที่ 4	
รหัสการใช้ที่ดิน	รหัสของแบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่ ((ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
1. พื้นที่เกษตรกรรม		414.3	53.7	488.5	63.4	605.6	78.5	347.1	45.0	321.8	41.7
A0	AGRL	1.6	0.2	1.6	0.2	1.6	0.2	1.6	0.2	-	-
A1	RICE	2.3	0.3	2.3	0.3	2.3	0.3	2.3	0.3	-	-
A2	RYE	321.8	41.7	321.8	41.7	513.1	66.5	321.8	41.7	321.8	41.7
A3	RUBR	11.1	1.4	85.3	11.1	11.1	1.4	11.1	1.4	-	-
A4	ORCD	67.2	8.7	67.2	8.7	67.2	8.7	-	-	-	-
A5	GRAP	2.4	0.3	2.4	0.3	2.4	0.3	2.4	0.3	-	-
A7	PAST	7.9	1.0	7.9	1.0	7.9	1.0	7.9	1.0	-	-
2. พื้นที่ป่าไม้		265.5	34.4	191.3	24.8	74.2	9.6	332.7	43.2	437.3	56.7
F1	FRSE	191.3	24.8	191.3	24.8	-	-	191.3	24.8	191.3	24.8
F2	FRSD	31.3	4.1	-	-	31.3	4.1	31.3	4.1	31.3	4.1
F5	FRST	42.9	5.6	-	-	42.9	5.6	110.1	14.3	214.7	27.9
3. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง		25.5	3.3	25.5	3.3	25.5	3.3	25.5	3.3	-	-
U1	UCOM	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-	-
U2	URBN	13.6	1.8	13.6	1.8	13.6	1.8	13.6	1.8	-	-
U3	UINS	4.2	0.5	4.2	0.5	4.2	0.5	4.2	0.5	-	-
U5	UIDU	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-	-
U6	URLD	7.6	1.0	7.6	1.0	7.6	1.0	7.6	1.0	-	-
4. พื้นที่น้ำ		11.3	1.5	11.3	1.5	11.3	1.5	11.3	1.5	11.3	1.5
W1	WATR	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1
W2	WATR	10.9	1.4	10.9	1.4	10.9	1.4	10.9	1.4	10.9	1.4
5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด		54.4	7.1	54.4	7.1	54.4	7.1	54.4	7.1	0.6	0.1
M1	RNGE	53.8	7.0	53.8	7.0	53.8	7.0	53.8	7.0	-	-
M2	RNGB	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1
M3	CLVR'	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
รวม		771.0	100.0	771.0	100.0	771.0	100.0	771.0	100.0	771.0	100.0

กรณีศึกษาที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10

ดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ ชนิดป่าผลัดใบ (F2: FRSD) สวนป่า (F5: FRST) รวมพื้นที่ร้อยละ 9.7 ให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ชนิดพืชไร่ (A2: RYE)

กรณีศึกษาที่ 2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25

ดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ชนิดป่าดิบ (F1: FRSE) ซึ่งมีพื้นที่ร้อยละ 24.8 ให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมชนิดพืชไร่ (A2: RYE)

กรณีศึกษาที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10

ดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม ชนิดไม้ผล (A4: ORCD) ซึ่งมีพื้นที่ร้อยละ 8.7 ให้เป็นพื้นที่ป่าไม้ ชนิดสวนป่า (F5: FRST)

กรณีศึกษาที่ 4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25

ดำเนินการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมชนิดเกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม (A0: AGRL) นาข้าว (A1: RICE) ไม้ยืนต้น (A3: RUBR) ไม้ผล (A4: ORCD) พืชสวน (A5: GRAP) ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ (A7: PAST) การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เบ็ดเตล็ดชนิดทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ (M1: RNGE) การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชุมชนและสิ่งปลูกสร้างชนิดตัวเมืองและย่านการค้า (U1: UCOM) หมู่บ้าน (U2: URBN) สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ (U3: UINS) ย่านอุตสาหกรรม (U5: UIDU) อื่นๆ เช่น สถานที่ร้าง สนามกอล์ฟ สุสาน สถานบริการน้ำมัน (U6: URLD) ซึ่งมีพื้นที่ร้อยละ 22.3 ให้เป็นพื้นที่ป่าไม้ ชนิดสวนป่า (F5: FRST)

3.3.11 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยทฤษฎีการแจกแจงความถี่ล็อกเพียร์ซันประเภทสาม เพื่อคำนวณปริมาณน้ำฝน (R_{Tr}) ที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Tr) 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี จากนั้นดำเนินการเลือกปีของข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง SWAT (R_{SWAT}) ที่มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำฝนในรอบปีการเกิดซ้ำนั้นๆ เพื่อหาค่าปริมาณน้ำท่า (Q_{SWAT}) ที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน คาบการเกิดซ้ำต่างๆ และนำมาวิเคราะห์กับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT จากทั้ง 4 กรณีศึกษา

3.3.12 สรุปผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

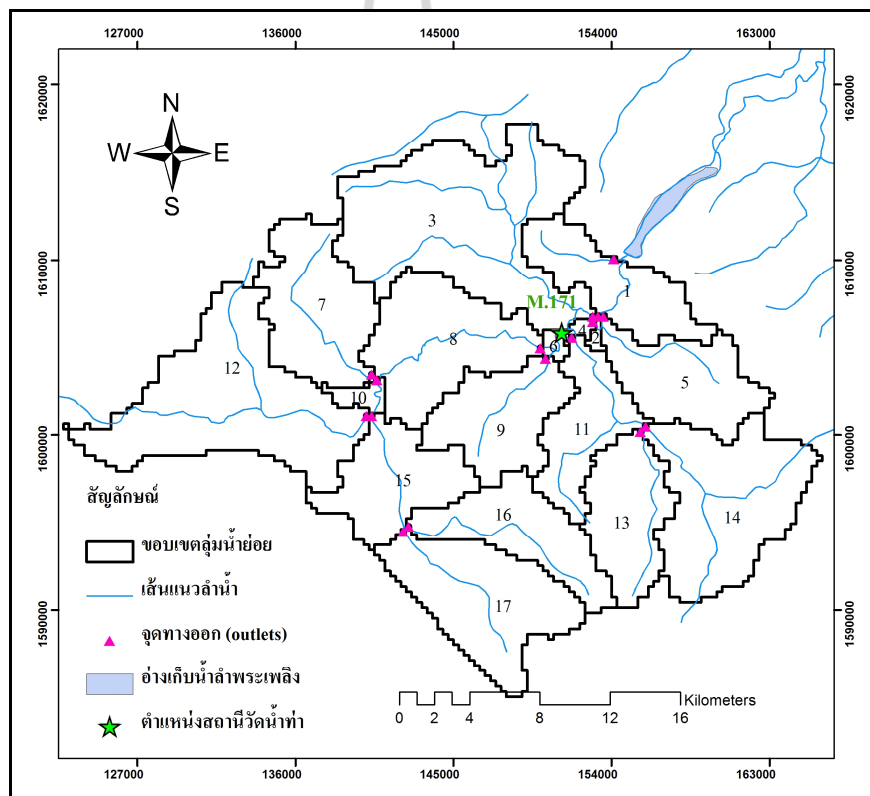
บทที่ 4

ผลการศึกษา

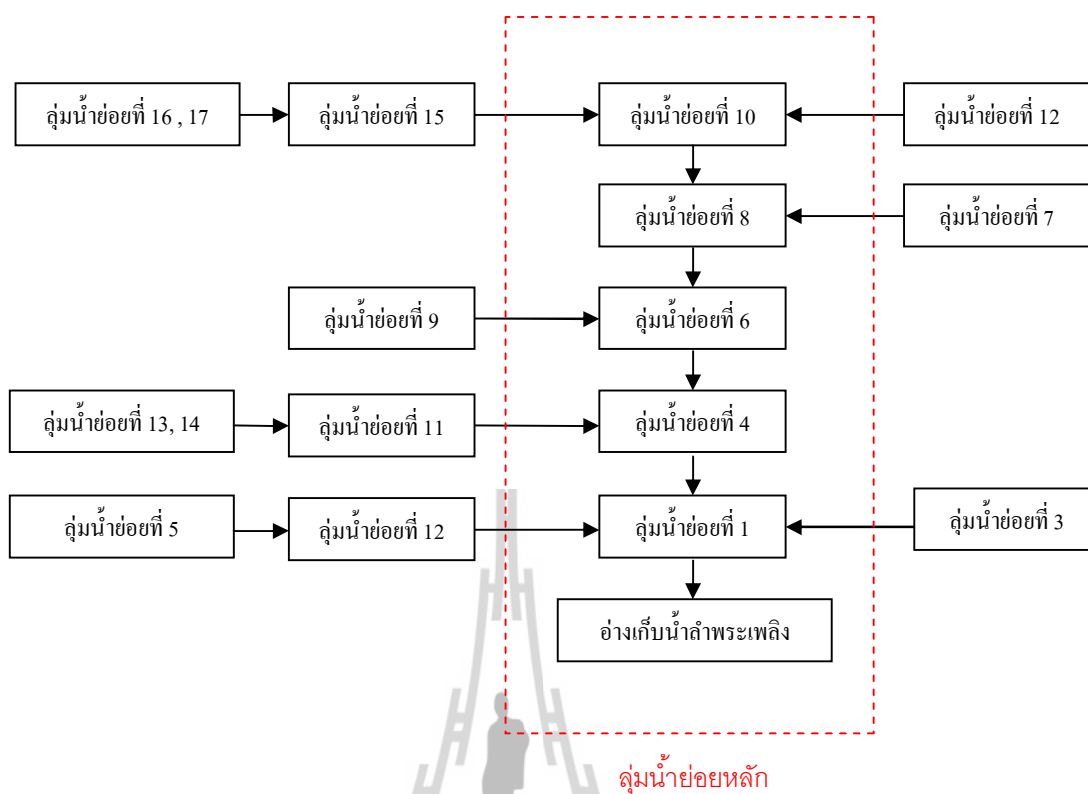
4.1 ผลการจำลองสภาพลุ่มน้ำย่อย

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

ผลการจำลองลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำย่อย แสดงดังรูปที่ 4.1 ทั้งนี้ลำดับและทิศทางการไหลของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และขนาดของพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยดังแสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย



รูปที่ 4.2 ลำดับและทิศทางการไหลของกลุ่มน้ำย่อย

จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง SWAT ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 17 พื้นที่กลุ่มน้ำย่อย และกลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, และ 1 เป็นกลุ่มน้ำที่เส้นลำน้ำหลักไหลผ่าน เพราะฉะนั้นจึงสามารถเรียกได้ว่าเป็น กลุ่มน้ำย่อยหลัก ที่ปริมาณน้ำจากกลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ไหลมาสะสมที่กลุ่มน้ำย่อยหลัก และลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงต่อไป โดยลักษณะและทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำทั้งหมดมีลำดับการไหลดังนี้ กลุ่มน้ำย่อยที่ 16 และ 17 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 15 กลุ่มน้ำย่อยที่ 15 และ 12 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 10 กลุ่มน้ำย่อยที่ 10 และ 7 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 8 กลุ่มน้ำย่อยที่ 8 และ 9 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 6 กลุ่มน้ำย่อยที่ 6 และ 11 (กลุ่มน้ำย่อยที่ 13 และ 14 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 11) ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 4 กลุ่มน้ำย่อยที่ 4, 3 และ 2 (กลุ่มน้ำย่อยที่ 5 ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 2) ไหลลงกลุ่มน้ำย่อยที่ 1 จากนั้นปริมาณน้ำที่กลุ่มน้ำย่อยที่ 1 จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงที่จุดทางออกสุดท้าย

ตารางที่ 4.1 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ได้จากแบบจำลอง

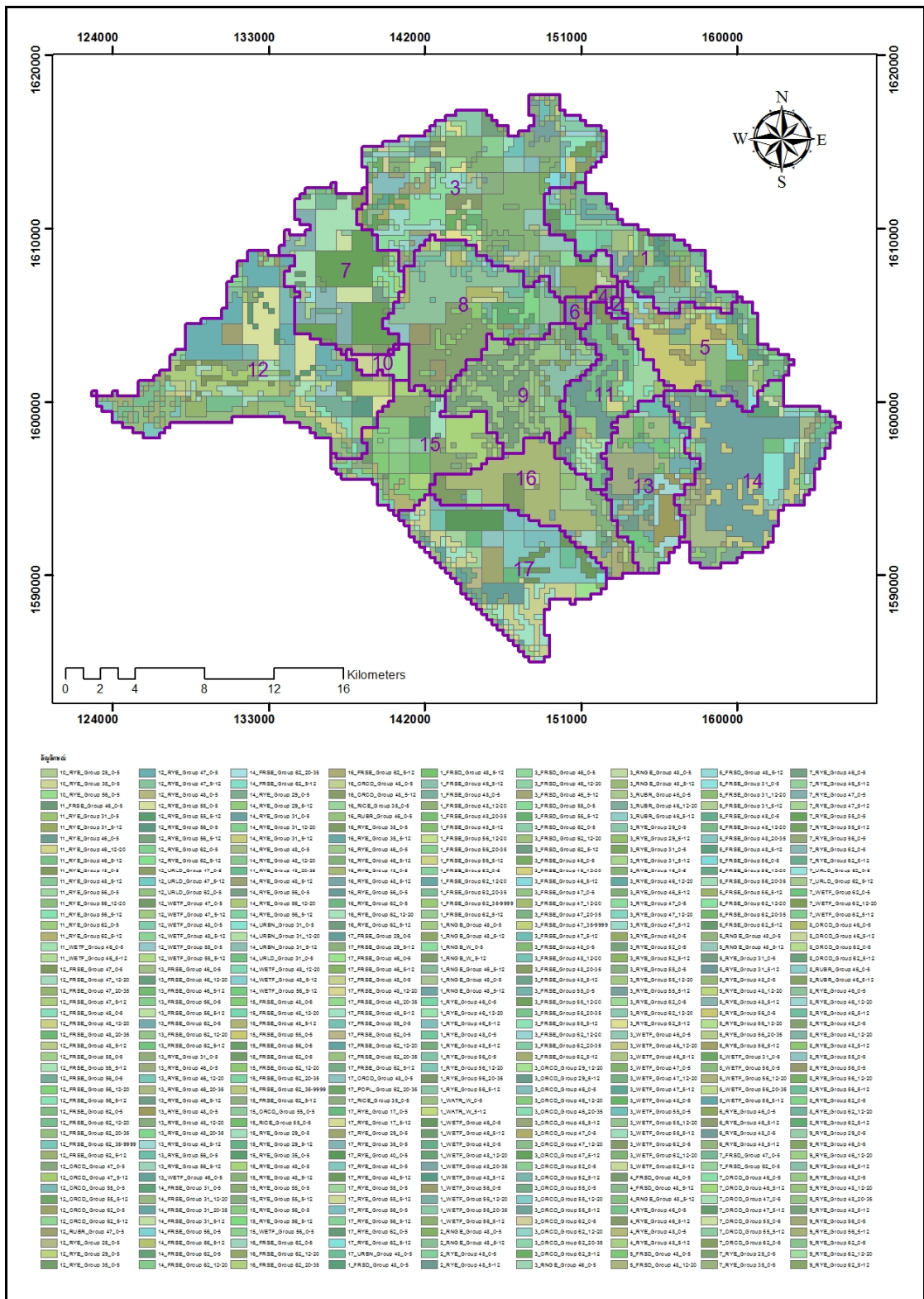
ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตร.กม.)	ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตร.กม.)
1	35.10	10	4.41
2	1.17	11	32.04
3	102.33	12	89.37
4	1.53	13	36.45
5	38.52	14	66.15
6	2.16	15	37.71
7	48.06	16	37.89
8	53.1	17	55.71
9	38.79	รวม	680.49

4.1.2 ผลการแผ่กระจายของหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)

จากการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อยจากแบบจำลองออกเป็น 17 ลุ่มน้ำย่อยแล้วนั้น แบบจำลอง SWAT จะแบ่งให้มีหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาออกเป็น 248 หน่วย ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ตารางที่ 4.2 และตารางภาคผนวกที่ ค-1

ตารางที่ 4.2 จำนวนหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย

ลุ่มน้ำย่อย	จำนวนหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)
1	27
2	3
3	34
4	9
5	20
6	7
7	8
8	7
9	6
10	5
11	10
12	23
13	16
14	22
15	19
16	12
17	20
รวม	248



4.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ค่าพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสำหรับลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน

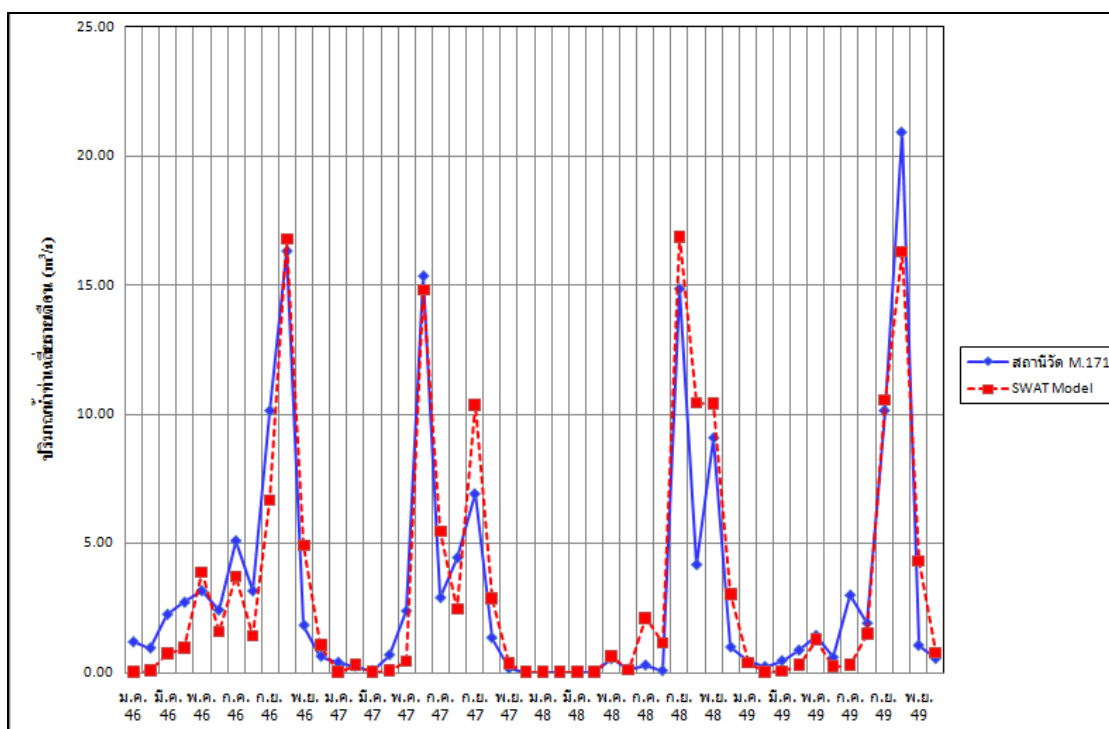
พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ในแบบจำลอง
Gwqmn	200
Cn2	50-93
Esco	0.95
Alpha_Bf	0.771
Revapmn	36
Gw_Revap	0.08
Gw_Delay	24
Epc0	0.65
Spcon	0.001
Spexp	1.2
Usle_P	0.18

4.3 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

ในการศึกษานี้ได้กำหนดจุดสถานีวัดน้ำ M.171 ให้เป็นจุดทางออก (Outlet) ณ ลุ่มน้ำย่อยที่ผลการปรับเทียบแบบจำลอง ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2546 - เดือนธันวาคม พ.ศ.2549 แสดงดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 และกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำท่า/ค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับค่าที่ได้จากสถานีวัด M.171 แสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ค่าผลการปรับเทียบแบบจำลองสำหรับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

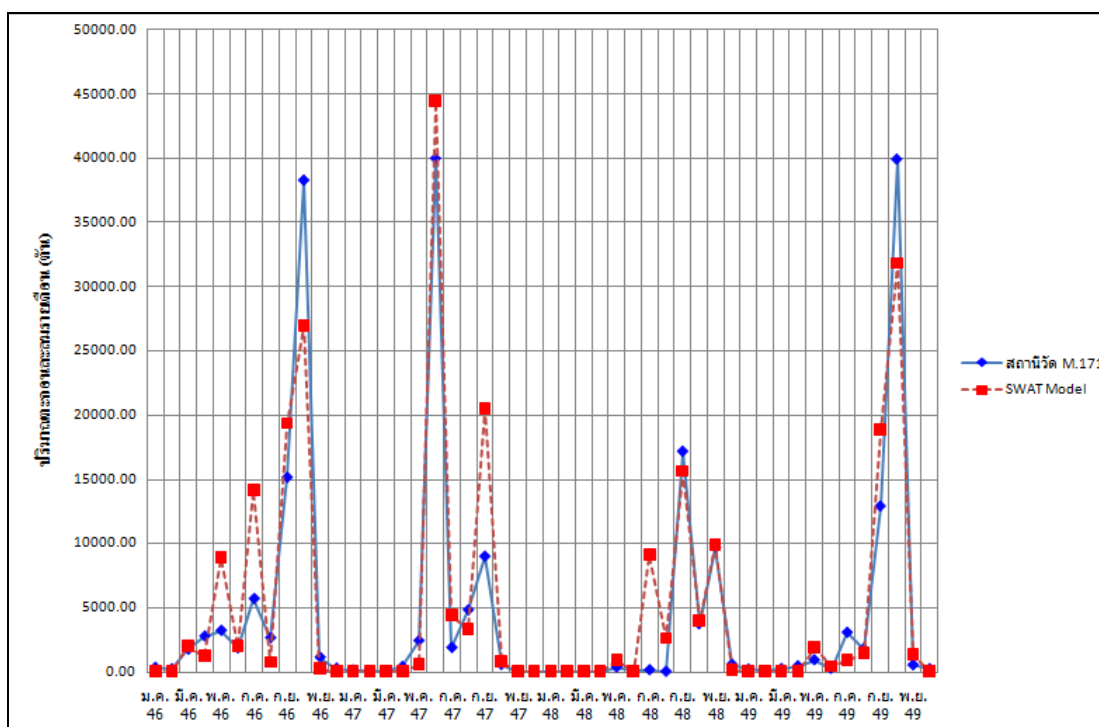
	ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ร้อยละความแตกต่าง	R ²	NSE
สถานีวัดน้ำท่า M.171	3.26	2.11	0.93	0.86
แบบจำลอง SWAT	3.32			



รูปที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีวัดน้ำท่า M.171

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับปริมาณตะกอนสะสมรายเดือน

	ค่าปริมาณตะกอนสะสม รายเดือน (ตัน)	ร้อยละความแตกต่าง	R^2	NSE
สถานีวัดตะกอน M.171	225,380.19	10.15	0.93	0.87
แบบจำลอง SWAT	248,263.30			



รูปที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือน ณ สถานีวัดน้ำท่า M.171

จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ค่าร้อยละของความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของการเปรียบเทียบพบว่า มีค่าความแตกต่างเพียงร้อยละ 2.11 และค่าร้อยละความแตกต่างของปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนของการเปรียบเทียบพบว่า มีค่าความแตกต่างเท่ากับร้อยละ 10.15 ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ดี โดยให้ค่าความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 15

ค่า R^2 และค่า NSE ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของการเปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 0.93 และ 0.86 ตามลำดับ ส่วนค่า R^2 และค่า NSE ของปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนของการเปรียบเทียบแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.93 และ 0.87 ตามลำดับซึ่งถือว่าระดับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ดีและยอมรับได้

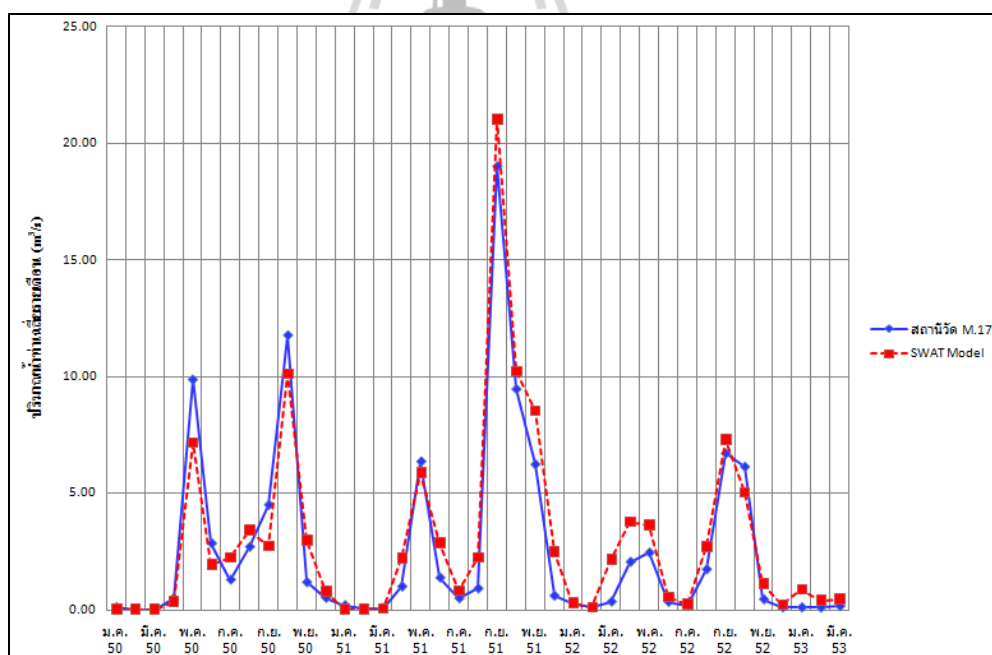
จากรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบการเข้ากันได้ดีของรูปร่างกราฟน้ำท่า และรูปร่างกราฟปริมาณตะกอน พบว่ารูปร่างกราฟของแบบจำลอง SWAT และรูปร่างกราฟของสถานีวัด มีรูปร่างใกล้เคียงกัน มีทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นไปในทิศทางเดียวกันและสอดคล้องกัน จึงถือว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ดีและยอมรับได้

4.4 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model Validation)

ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ณ ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2550 - เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน/ค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับค่าที่ได้จากสถานีวัด M.171 ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

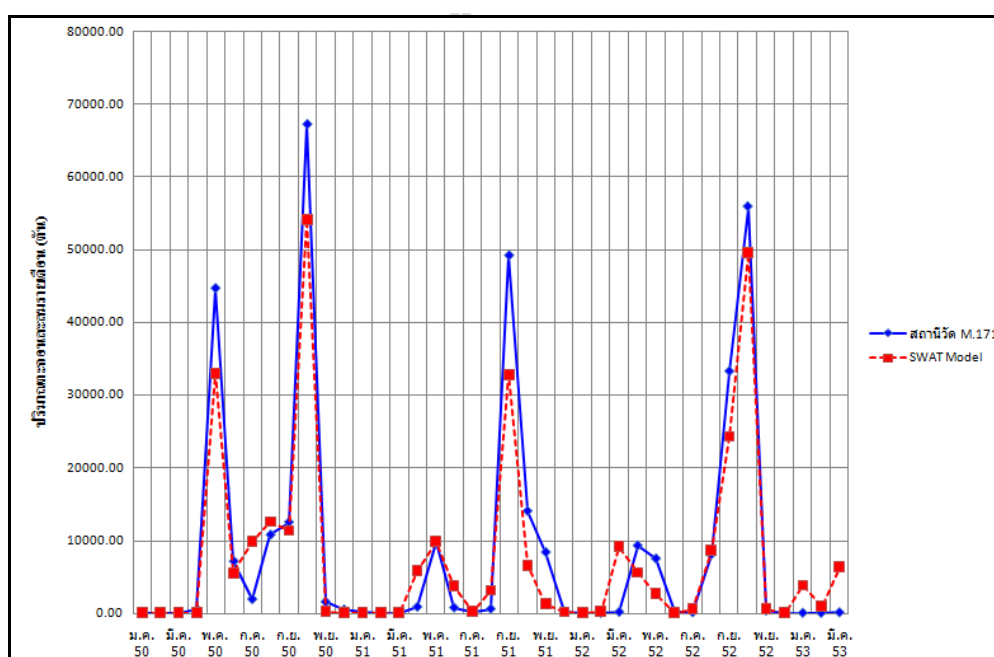
	ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ร้อยละความแตกต่าง	R ²	NSE
สถานีวัดน้ำท่า M.171	2.62	14.13	0.97	0.93
แบบจำลอง SWAT	2.99			



รูปที่ 4.6 ผลการตรวจพิสูจน์ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีวัดน้ำท่า M.171

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณตะกอนสะสมรายเดือน

	ค่าปริมาณตะกอนสะสม รายเดือน (ตัน)	ร้อยละความแตกต่าง	R ²	NSE
สถานีวัดตะกอน M.171	346237.20	12.69	0.97	0.90
แบบจำลอง SWAT	302290.19			



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือน ณ สถานีวัดน้ำท่า M.171

จากตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 ค่าร้อยละของความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของการตรวจพิสูจน์พบว่า มีค่าความแตกต่างร้อยละ 14.13 และค่าร้อยละความแตกต่างของปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนของการตรวจพิสูจน์มีค่าความแตกต่างเท่ากับร้อยละ 12.69 ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ดี โดยให้ค่าความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 15

ค่า R² และค่า NSE ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของการตรวจพิสูจน์มีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.93 ตามลำดับ ส่วนค่า R² และค่า NSE ของปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนของการตรวจพิสูจน์แบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าระดับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ดีและยอมรับได้

จากตารางที่ 4.8 พบว่า พ.ศ.2539 มีค่าปริมาณน้ำท่าสะสมสูงสุดรายปีเท่ากับ 308.71 มิลลิเมตร พ.ศ.2524 มีค่าปริมาณน้ำท่าสะสมต่ำสุดรายปีเท่ากับ 19.32 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสะสมเฉลี่ย 29 ปี เท่ากับ 110.922 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.9 ค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT

เวลา	ค่าปริมาณตะกอนสะสมรายเดือน (ตัน)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2524	0	0	0	0	12929.5	0	5444	0	51718	15651.5	40830	0	126573
2525	0	0	0	680.5	1361	0	27220	19734.5	155834.5	18373.5	87784.5	0	311669
2526	0	0	0	680.5	4083	13610	8846.5	144946.5	27220	78938	25859	0	303503
2527	0	0	0	57842.5	48996	7485.5	10207.5	21095.5	36066.5	56481.5	0	34025	270839
2528	0	0	0	3402.5	40830	0	48315.5	0	83701.5	164000.5	30622.5	0	370872.5
2529	0	0	0	0	18373.5	6805	13610	39469	154473.5	124531.5	6805	0	364067.5
2530	0	0	0	2041.5	6805	18373.5	0	8846.5	130656	123170.5	12249	0	302142
2531	0	680.5	680.5	0	30622.5	42871.5	60564.5	14971	63967	61925.5	0	0	275602.5
2532	0	0	0	4763.5	2722	5444	21095.5	31983.5	4763.5	29261.5	12929.5	0	112963
2533	9527	0	2722	1361	0	0	0	8166	68050	258590	0	0	347735.5
2534	0	0	0	0	78938	11568.5	0	55120.5	273561	53759.5	0	0	472947.5
2535	0	0	20415	3402.5	104797	40830	284449	59884	89145.5	490640.5	2041.5	1361	1096966
2536	0	1361	14971	61925.5	27900.5	26539.5	0	111602	345013.5	269478	0	680.5	860152
2537	0	0	6124.5	15651.5	117046	244980	46274	97992	133378	10207.5	0	0	671653.5
2538	2041.5	0	0	5444	51718	29261.5	223884.5	272880.5	310308	10207.5	680.5	0	907106.5
2539	0	3402.5	0	107519	430076	202789	66689	216399	496765	205511	135419.5	0	1864570
2540	0	0	0	17693	237494.5	25178.5	680.5	296698	287851.5	24498	0	0	888733
2541	0	0	0	25178.5	218440.5	0	2722	180332.5	251785	146988	7485.5	0	833612.5
2542	0	0	680.5	27220	381080	106838.5	46274	157876	198706	351138	20415	0	1290228
2543	0	4083	25178.5	104116.5	72813.5	46274	21776	451852	230689.5	376997	0	0	1334460.5
2544	17012.5	0	146307.5	7485.5	74855	100714	34705.5	48315.5	123851	94589.5	680.5	0	649197
2545	0	0	48315.5	31303	68730.5	680.5	2041.5	73494	486557.5	279005	680.5	6805	997613
2546	0	13610	144266	62606	175569	65328	155154	63967	236133.5	363387	0	0	1280701
2547	0	12249	0	680.5	12249	592715.5	57162	38788.5	217760	8846.5	0	0	939770.5
2548	0	0	0	0	19734.5	0	87784.5	45593.5	626060	104116.5	136780.5	0	1020750
2549	0	0	680.5	14290.5	70091.5	4083	12929.5	77577	210274.5	148349	10888	0	549163.5
2550	0	0	1361	52398.5	167403	85062.5	111602	308947	59203.5	212316	0	0	998974
2551	0	0	680.5	149029.5	161959	63967	2041.5	44913	529429	93228.5	22456.5	0	1067024
2552	0	1361	102755.5	75535.5	103436	0	6124.5	141544	190540	130656	4083	0	756716
2553	34705.5	12249	58523	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105477.5

จากตารางที่ 4.9 พบว่า พ.ศ.2539 มีค่าปริมาณตะกอนสะสมสูงสุดรายปีเท่ากับ 1864570 ตัน พ.ศ.2532 มีค่าปริมาณตะกอนสะสมต่ำสุดเท่ากับ 112963ตัน และมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนสะสมเฉลี่ย 29 ปี เท่ากับ 712392.8 มิลลิเมตร

4.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี

ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ

คาบการเกิดซ้ำ (T_r)	R_{Tr} (มม.)	ปี พ.ศ.	R_{SWAT} (มม.)	Q_{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)
10	1190.51	2550	1147.45	107.72
20	1255.06	2551	1210.34	113.23
50	1332.17	2542	1362.2	142.69
100	1386.35	2539	1558.39	209.95

ตารางที่ 4.11 ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ

คาบการเกิดซ้ำ (T_r)	R_{Tr} (มม.)	ปี พ.ศ.	R_{SWAT} (มม.)	SED_{SWAT} (ตัน/ลุ่มน้ำ)
10	1190.51	2550	1147.45	998974
20	1255.06	2551	1210.34	1067024
50	1332.17	2542	1362.2	1290228
100	1386.35	2539	1558.39	1864570

จากตารางที่ 4.10 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าเท่ากับ 107.72, 113.23, 142.69, และ 209.95 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าเกิดความจุของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งสามารถจุได้เพียง 110 ล้าน ลบ.ม. และจากตารางที่ 4.11 ค่าปริมาณตะกอนสะสมที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าเท่ากับ 998974, 1067024, 1290228 และ 1864570 ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ลุ่มน้ำมีปริมาณสูงมาก และเมื่อพิจารณาทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ ปริมาณตะกอนส่วนใหญ่อาจไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ดังนั้นหากไม่มีการป้องกันหรือคัดปริมาณตะกอนในพื้นที่ อาจส่งผลให้อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีความจุในการกักเก็บน้ำลดลงในอนาคต

4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT

ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น ณ คาบการการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี และจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งออกเป็น 4 กรณีศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายลุ่มน้ำย่อยในกรณีศึกษาที่ 1-4

ลุ่มน้ำย่อย	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย				
		พ.ศ.2551	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4
1	พื้นที่เกษตรกรรม	25.39	35.9	74.62	24.36	0
	พื้นที่ป่าไม้	59.74	49.23	10.51	60.77	86.15
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1.03	1.03	1.03	1.03	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	พื้นที่น้ำ	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08
2	พื้นที่เกษตรกรรม	30.77	30.77	84.62	30.77	0
	พื้นที่ป่าไม้	53.85	53.85	0	53.85	92.31
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	7.69	7.69	7.69	7.69	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	0	0	0	0	0
	พื้นที่น้ำ	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69
3	พื้นที่เกษตรกรรม	51.71	80.03	64.73	46.35	0
	พื้นที่ป่าไม้	41.34	13.02	28.32	46.7	95.25
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2.19	2.19	2.19	2.19	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
	พื้นที่น้ำ	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
4	พื้นที่เกษตรกรรม	23.53	35.29	52.94	23.53	0
	พื้นที่ป่าไม้	41.17	29.41	11.76	41.17	64.7
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	0	0	0	0	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	0	0	0	0	0
	พื้นที่น้ำ	35.29	35.29	35.29	35.29	35.29
5	พื้นที่เกษตรกรรม	39.96	47.9	83.18	39.49	0
	พื้นที่ป่าไม้	51.16	43.22	7.94	51.63	92.75
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1.64	1.64	1.64	1.64	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01
	พื้นที่น้ำ	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

ตารางที่ 4.12 ร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายลุ่มน้ำย่อยในกรณีศึกษาที่ 1-4 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย				
		พ.ศ.2551	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4
6	พื้นที่เกษตรกรรม	45.83	95.83	45.83	45.83	0
	พื้นที่ป่าไม้	50	0	50	50	95.83
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	0	0	0	0	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0
7	พื้นที่เกษตรกรรม	85.57	88.19	85.57	65.91	0
	พื้นที่ป่าไม้	2.63	0	2.63	22.29	91.39
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3.18	3.18	3.18	3.18	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24
	พื้นที่น้ำ	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
8	พื้นที่เกษตรกรรม	86.78	89.83	86.78	80.68	0
	พื้นที่ป่าไม้	3.05	0	3.05	9.15	91.86
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2.03	2.03	2.03	2.03	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	8.14	8.14	8.14	8.14	8.14
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0
9	พื้นที่เกษตรกรรม	80.04	90.25	80.04	76.33	0
	พื้นที่ป่าไม้	10.2	0	10.2	13.92	92.11
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1.62	1.62	1.62	1.62	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	7.89	7.89	7.89	7.89	7.66
	พื้นที่น้ำ	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
10	พื้นที่เกษตรกรรม	93.87	93.87	93.87	81.63	0
	พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	12.24	100
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	6.12	6.12	6.12	6.12	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	0	0	0	0	0
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0
11	พื้นที่เกษตรกรรม	64.88	85.11	66.57	64.04	0
	พื้นที่ป่าไม้	21.92	1.69	20.23	22.76	90.74
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	3.93	3.93	3.93	3.93	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0
12	พื้นที่เกษตรกรรม	43.4	44.51	95.06	30.61	0
	พื้นที่ป่าไม้	52.76	51.66	1.1	65.55	98.48
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	2.31	2.31	2.21	2.21	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0

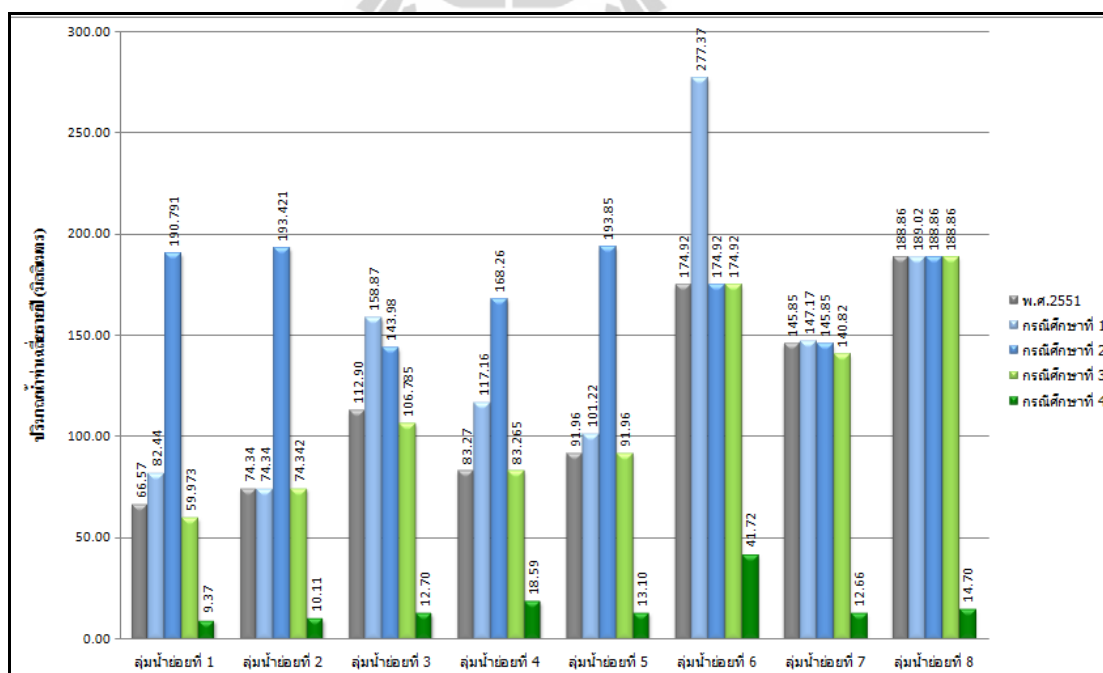
ตารางที่ 4.12 ร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรายลุ่มน้ำย่อยในกรณีศึกษาที่ 1-4 (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย				
		พ.ศ.2551	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4
13	พื้นที่เกษตรกรรม	68.39	83.94	75.8	62.22	0
	พื้นที่ป่าไม้	22.96	7.41	15.55	29.13	93.33
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1.97	1.97	1.97	1.97	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17
	พื้นที่น้ำ	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
14	พื้นที่เกษตรกรรม	62.71	69.24	76.86	51.15	0
	พื้นที่ป่าไม้	20.68	14.15	6.53	32.25	90.89
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	7.34	7.34	7.34	7.34	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	9.12	9.12	9.12	9.12	8.98
	พื้นที่น้ำ	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
15	พื้นที่เกษตรกรรม	60.14	60.14	91.17	44.87	0
	พื้นที่ป่าไม้	31.03	31.03	0	46.3	95.23
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	4.06	4.06	4.06	4.06	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	4.77	4.77	4.77	4.77	4.77
	พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0
16	พื้นที่เกษตรกรรม	77.92	79.82	90.5	69.37	0
	พื้นที่ป่าไม้	14.49	12.59	1.9	23.04	94.54
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1.91	1.91	1.91	1.91	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	5.47	5.47	5.47	5.47	5.23
	พื้นที่น้ำ	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
17	พื้นที่เกษตรกรรม	37.8	49.76	76.73	31.82	0
	พื้นที่ป่าไม้	50.88	38.93	11.95	56.86	95.8
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	6.78	6.78	6.78	6.78	0
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	1.61	1.61	1.61	1.61	1.29
	พื้นที่น้ำ	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91

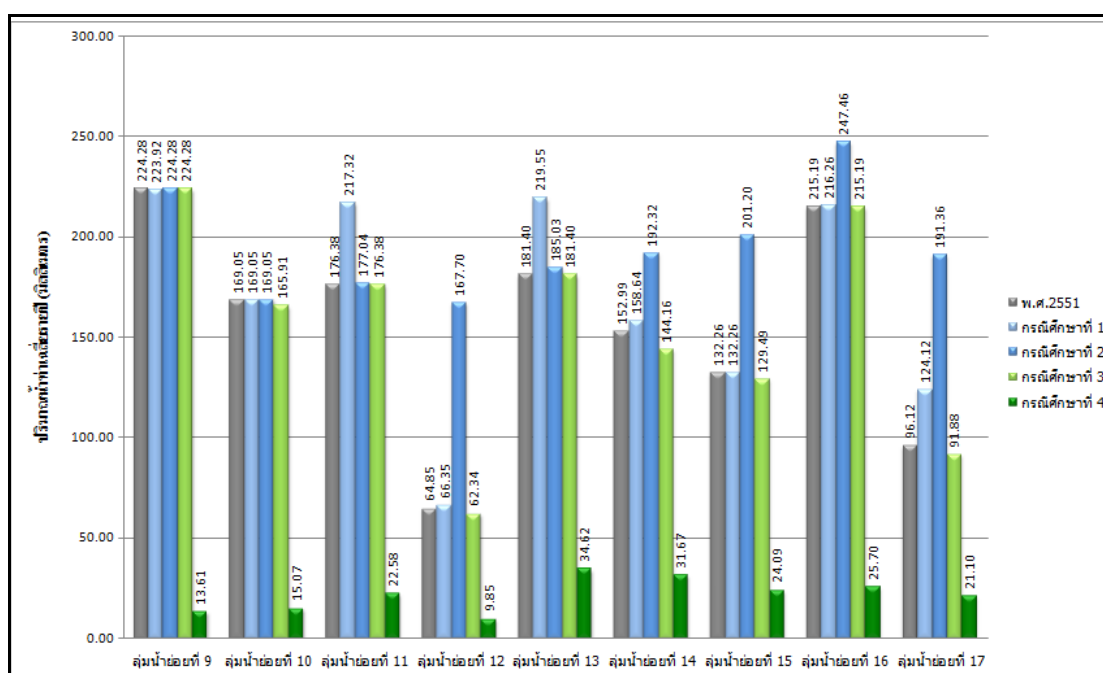
4.6.1 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงใน ตารางที่ 4.13 ถึงตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.8 ถึงรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.13 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	66.57	82.44	190.79	59.97	9.37
2	74.34	74.34	193.42	74.34	10.11
3	112.90	158.87	143.98	106.79	12.70
4	83.27	117.16	168.26	83.27	18.59
5	91.96	101.22	193.85	91.96	13.10
6	174.92	277.37	174.92	174.92	41.72
7	145.85	147.17	145.85	140.82	12.66
8	188.86	189.02	188.86	188.86	14.70
9	224.28	223.92	224.28	224.28	13.61
10	169.05	169.05	169.05	165.91	15.07
11	176.38	217.32	177.04	176.38	22.58
12	64.85	66.35	167.70	62.34	9.85
13	181.40	219.55	185.03	181.40	34.62
14	152.99	158.64	192.32	144.16	31.67
15	132.26	132.26	201.20	129.49	24.09
16	215.19	216.26	247.46	215.19	25.70
17	96.12	124.12	191.36	91.88	21.10



รูปที่ 4.8 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.9 ปริมาณน้ำทำสะอาดรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.14 แนวโน้มปริมาณน้ำทำที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับกลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

กลุ่มน้ำย่อยที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำทำ	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำทำ
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	23.83
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	186.59
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	9.91
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	228.83
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	160.18
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	256.91
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	40.72
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	27.53
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	5.41
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	400.80
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	40.70
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	102.08
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	258.70
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	เพิ่มขึ้น	10.07
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	110.80
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	315.46

ตารางที่ 4.14 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	58.57
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	532.81
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	0.91
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	3.45
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	532.74
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	0.09
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	696.62
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	0.16
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	842.67
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ลดลง	1.86
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	615.94
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	23.21
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	0.37
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	615.20
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	2.31
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	158.59
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	3.87
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	220.01
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	21.03
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	2.01
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	587.08
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	3.69
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	25.71
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	5.77
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	485.27
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	52.13
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ลดลง	2.09
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	432.66

ตารางที่ 4.14 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.50
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	15.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	757.96
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	29.14
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	99.09
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	4.41
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	300.06

กรณีศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.16-58.57 สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.37-186.59 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.86-9.91 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

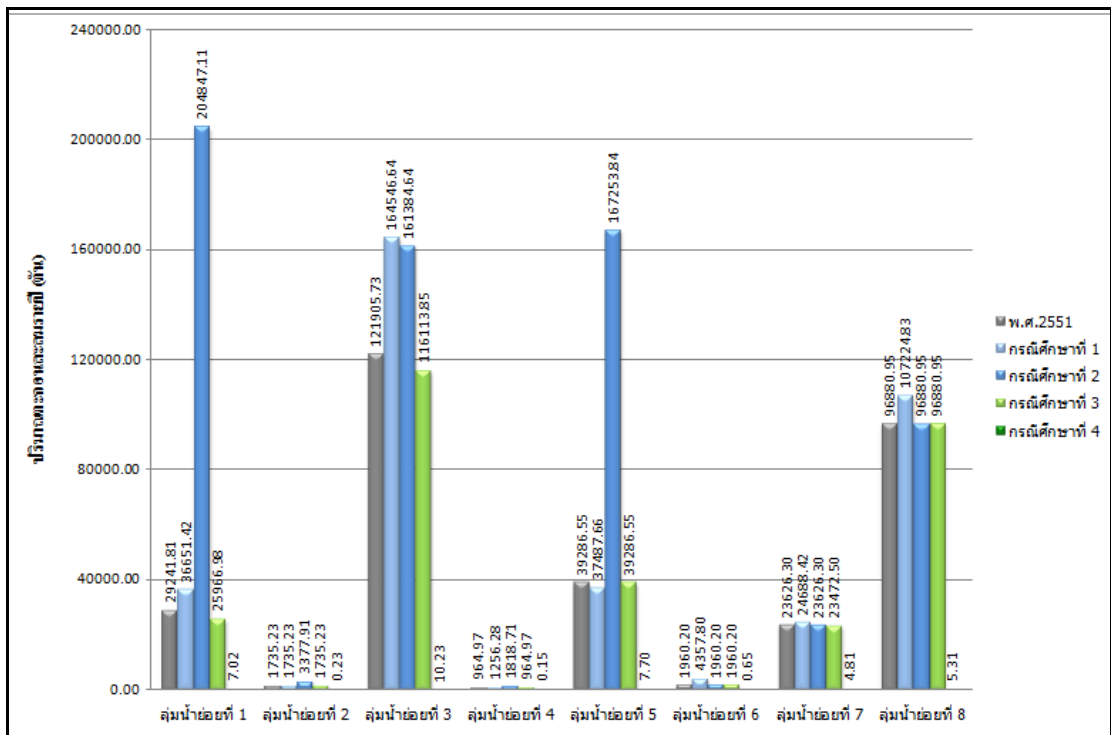
กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้

ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 220.01-842.67 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

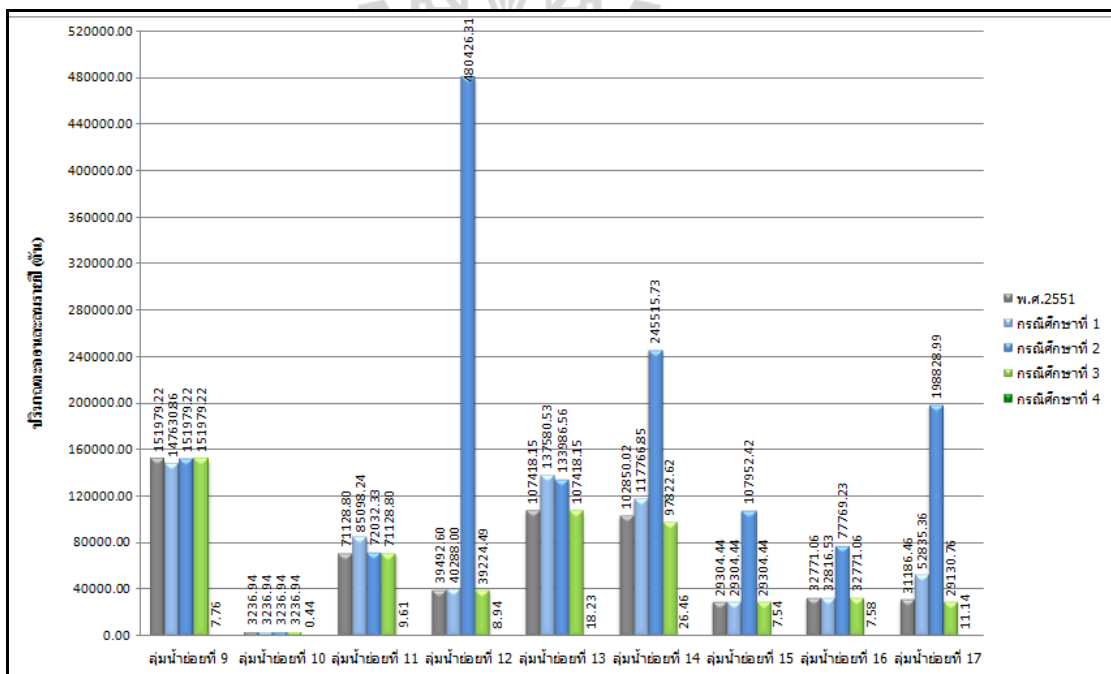
4.6-2 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่ 4.15 ถึงตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.15 ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

คู่ม่น้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	29241.81	36651.42	204847.11	25966.98	7.02
2	1735.23	1735.23	3377.91	1735.23	0.23
3	121905.73	164546.64	161384.64	116113.85	10.23
4	964.97	1256.28	1818.71	964.97	0.15
5	39286.55	37487.66	167253.84	39286.55	7.70
6	1960.20	4357.80	1960.20	1960.20	0.65
7	23626.30	24688.42	23626.30	23472.50	4.81
8	96880.95	107224.83	96880.95	96880.95	5.31
9	151979.22	147630.86	151979.22	151979.22	7.76
10	3236.94	3236.94	3236.94	3236.94	0.44
11	71128.80	85098.24	72032.33	71128.80	9.61
12	39492.60	40288.00	480426.31	39224.49	8.94
13	107418.15	137580.53	133986.56	107418.15	18.23
14	102850.02	117766.85	245515.73	97822.62	26.46
15	29304.44	29304.44	107952.42	29304.44	7.54
16	32771.06	32816.53	77769.23	32771.06	7.58
17	31186.46	52835.36	198828.99	29130.76	11.14



รูปที่ 4.10 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.11 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.16 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	กรณศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	25.34
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	600.53
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	11.20
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	99.98
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	94.67
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	99.99
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	34.98
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	32.38
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	4.75
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	99.99
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	30.19
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	88.47
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	99.98
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	ลดลง	4.58
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	325.73
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	99.98
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	122.31
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	99.97
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	4.50
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	0.65
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	99.98
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	10.68
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	99.99
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	2.86
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	99.99
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	99.99

ตารางที่ 4.16 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ฉ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณศึกษา	การเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของปริมาณ น้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	19.64
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	1.27
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	99.99
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	2.01
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	1116.50
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	0.68
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	99.98
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	28.08
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	24.73
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	99.98
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	14.50
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	138.71
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	4.89
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	99.97
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	268.38
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	99.97
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.14
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	137.31
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	99.98
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	69.42
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	537.55
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	6.59
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	99.96

กรณศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.14-122.31 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ

1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.27-1116.50 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.65-11.20 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 99.96-99.99 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน

4.6.3 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

ตารางที่ 4.17 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (มิลลิเมตร)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
10 ปี	384.66	422.21	492.56	382.01	126.09

ตารางที่ 4.18 ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
10 ปี	998974	1167058	2455244	979920	680.5

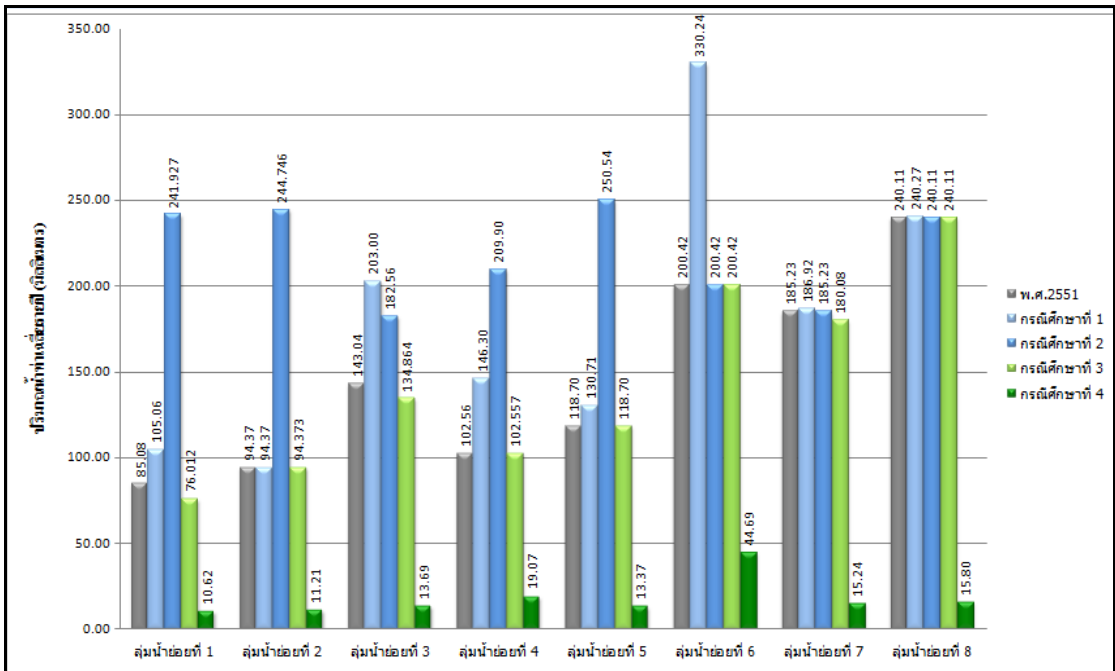
จากตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 จะเห็นว่าค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ที่กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามที่กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าลดลง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้จะช่วยในการลดปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่มีผลกระทบโดยตรงกับอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งการลดลงของค่าดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำอีกด้วย

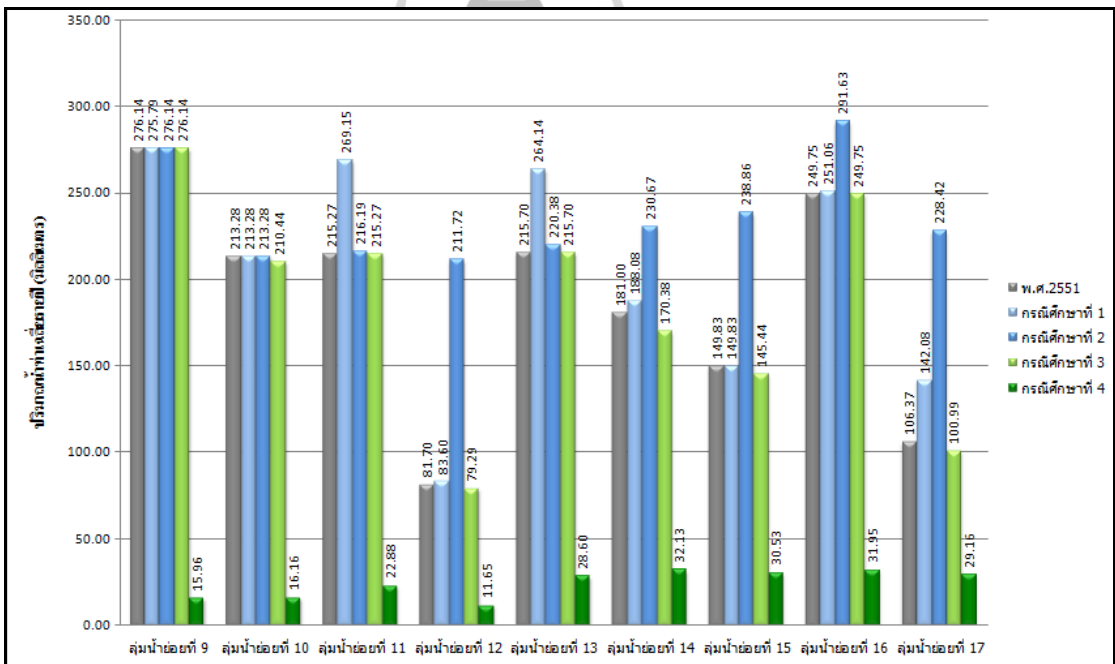
4.6.4 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่ 4.19 ถึงตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.12 ถึงรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.19 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	85.08	105.06	241.93	76.01	10.62
2	94.37	94.37	244.75	94.37	11.21
3	143.04	203.00	182.56	134.86	13.69
4	102.56	146.30	209.90	102.56	19.07
5	118.70	130.71	250.54	118.70	13.37
6	200.42	330.24	200.42	200.42	44.69
7	185.23	186.92	185.23	180.08	15.24
8	240.11	240.27	240.11	240.11	15.80
9	276.14	275.79	276.14	276.14	15.96
10	213.28	213.28	213.28	210.44	16.16
11	215.27	269.15	216.19	215.27	22.88
12	81.70	83.60	211.72	79.29	11.65
13	215.70	264.14	220.38	215.70	28.60
14	181.00	188.08	230.67	170.38	32.13
15	149.83	149.83	238.86	145.44	30.53
16	249.75	251.06	291.63	249.75	31.95
17	106.37	142.08	228.42	100.99	29.16



รูปที่ 4.12 ปริมาณน้ำที่สูญเสียปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.13 ปริมาณน้ำที่สูญเสียปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.20 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	-23.48
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	-184.35
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	10.66
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	297.86
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	-159.34
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	332.65
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	-41.92
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	-27.63
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	5.71
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	517.38
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	-42.65
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	-104.66
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	333.95
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	เพิ่มขึ้น	-10.12
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	-111.07
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	421.31
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	-64.77
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	622.94
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	-0.91
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	2.78
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	679.95
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	-0.07
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	897.24
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	0.13
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	1040.75
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ลดลง	1.33
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	788.50

ตารางที่ 4.20 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	-25.03
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	-0.43
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	769.56
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	-2.33
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	-159.16
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	2.94
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	280.19
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	-22.46
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	-2.17
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	748.41
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	-3.91
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	-27.44
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	5.87
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	595.49
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	-59.42
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ลดลง	2.93
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	477.18
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	-0.52
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	-16.77
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	871.19
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	-33.56
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	-114.73
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	5.06
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	308.87

กรณีศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.07-64.77 สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำท่าจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ปริมาณน้ำท่ามีค่าลดลงนั้น ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของ

พื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.43-184.35 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

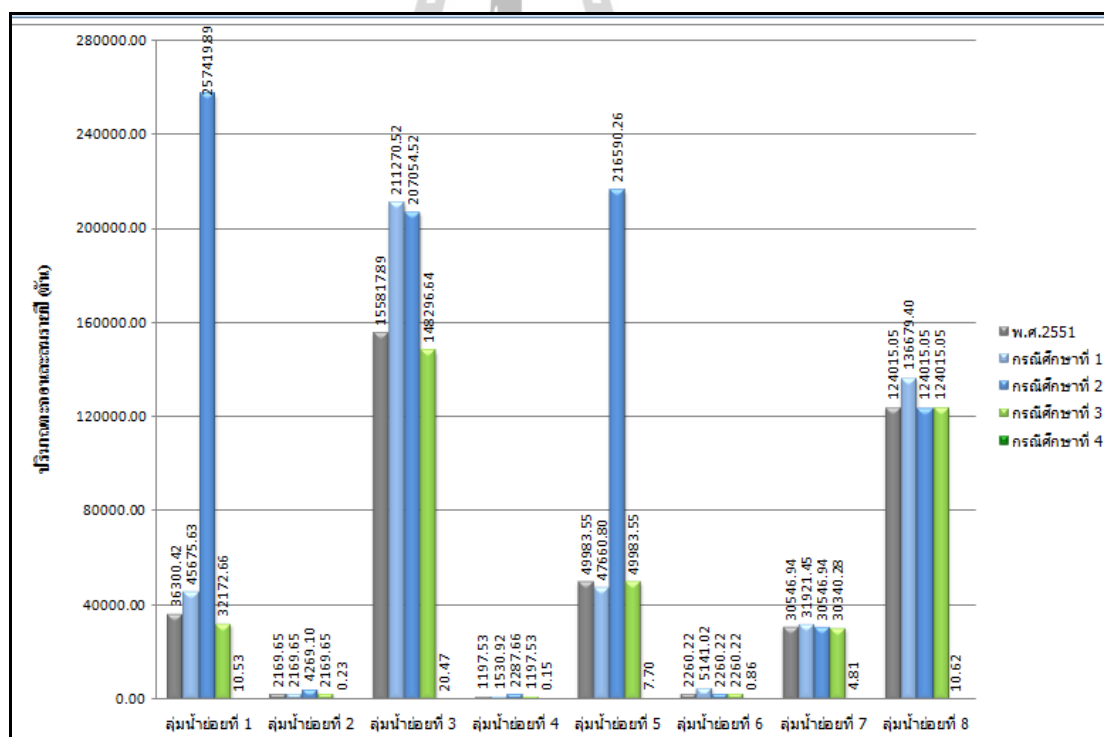
กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.33-10.66 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ แต่ปริมาณน้ำท่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 280.19-1040.75 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

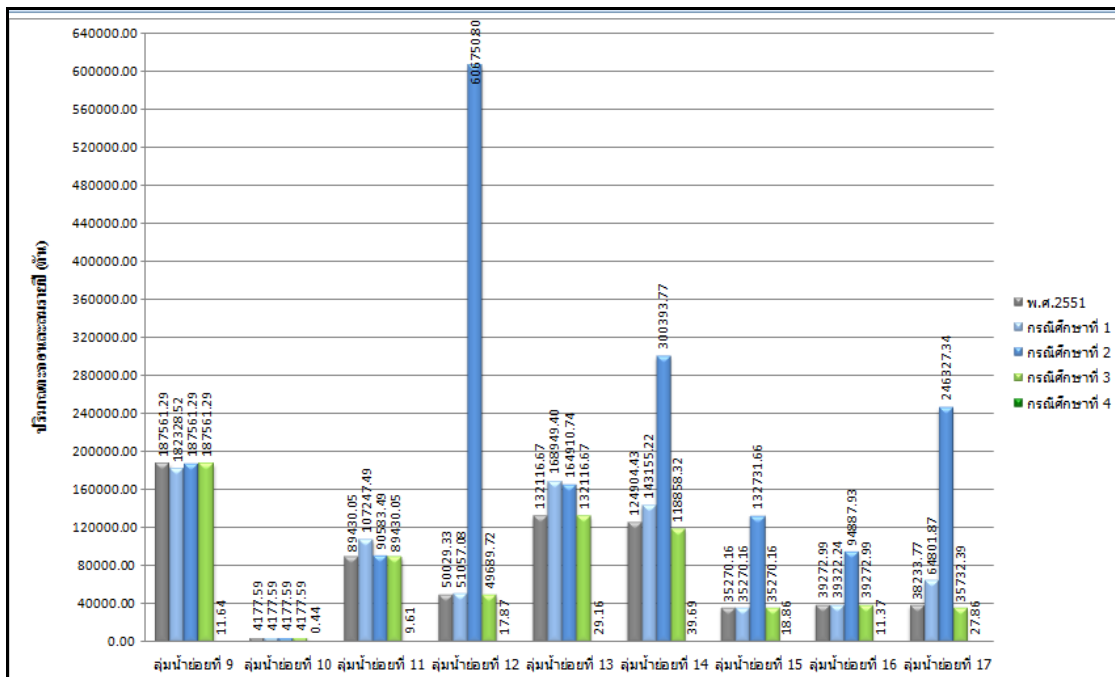
4.6-5 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่ 4.21 ถึงตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.14 ถึงรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.21 ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	36300.42	45675.63	257419.89	32172.66	10.53
2	2169.65	2169.65	4269.10	2169.65	0.23
3	155817.89	211270.52	207054.52	148296.64	20.47
4	1197.53	1530.92	2287.66	1197.53	0.15
5	49983.55	47660.80	216590.26	49983.55	7.70
6	2260.22	5141.02	2260.22	2260.22	0.86
7	30546.94	31921.45	30546.94	30340.28	4.81
8	124015.05	136679.40	124015.05	124015.05	10.62
9	187561.29	182328.52	187561.29	187561.29	11.64
10	4177.59	4177.59	4177.59	4177.59	0.44
11	89430.05	107247.49	90583.49	89430.05	9.61
12	50029.33	51057.08	606750.80	49689.72	17.87
13	132116.67	168949.40	164910.74	132116.67	29.16
14	124904.43	143155.22	300393.77	118858.32	39.69
15	35270.16	35270.16	132731.66	35270.16	18.86
16	39272.99	39322.24	94887.93	39272.99	11.37
17	38233.77	64801.87	246327.34	35732.39	27.86



รูปที่ 4.14 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.15 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.22 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับกลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

กลุ่มน้ำย่อย	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	25.82
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	609.13
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	11.37
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	99.97
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	96.76
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	99.98
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	35.58
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	32.88
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	4.82
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	99.98
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	27.83
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	91.03
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	99.98
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	ลดลง	4.64
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	333.32
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	99.98

ตารางที่ 4.22 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ฉ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณศึกษา	การเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	127.45
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	99.96
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	4.49
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	0.67
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	99.98
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	10.21
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	99.99
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	2.78
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	99.99
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	99.98
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	19.92
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	1.28
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	99.98
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	2.05
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	1112.79
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	0.67
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	99.96
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	27.87
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	24.82
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	99.97
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	14.61
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	140.49
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	4.84
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	99.96
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	276.32
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	99.94

ตารางที่ 4.22 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	กรณศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.12
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	141.61
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	99.97
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	69.48
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	544.26
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	6.542
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	99.92

กรณศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.12-127.45 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมแต่ปริมาณตะกอนลดลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.28-1112.79 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.67-11.37 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 99.92-99.99 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน

4.6.6 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

ตารางที่ 4.23 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (มิลลิเมตร)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
20 ปี	428.62	464.57	530.96	422.39	184.65

ตารางที่ 4.24 ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
20 ปี	1067024	1247357	2594066	1047290	680.5

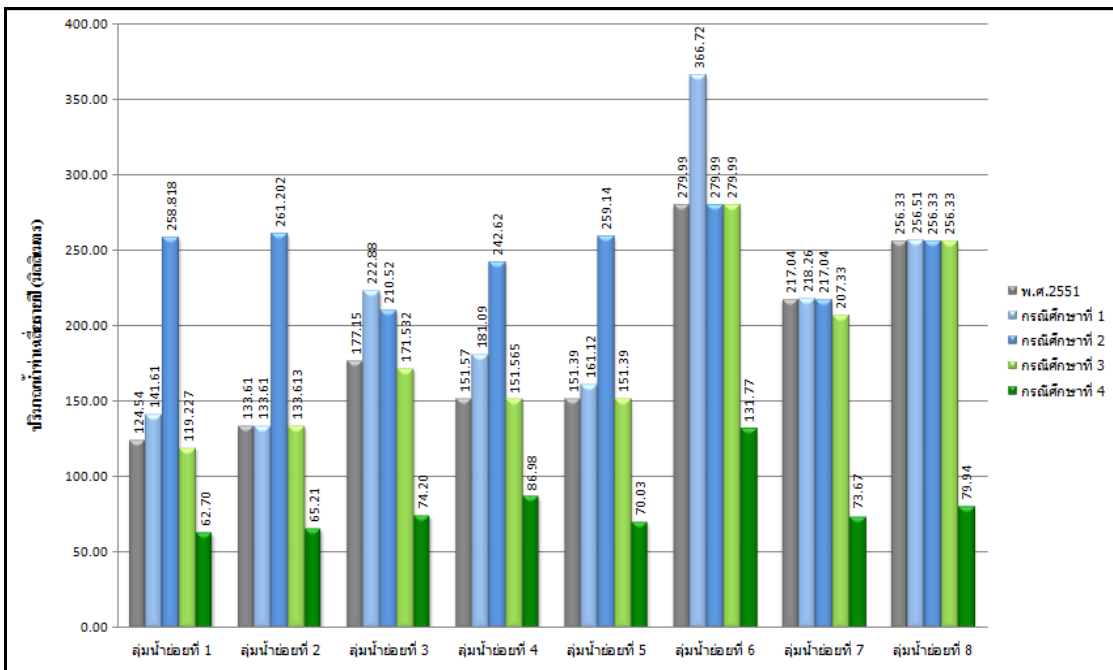
จากตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.24 จะเห็นว่าค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ที่กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามที่กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าลดลง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้จะช่วยในการลดปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่มีผลกระทบโดยตรงกับอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งการลดลงของค่าดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำอีกด้วย

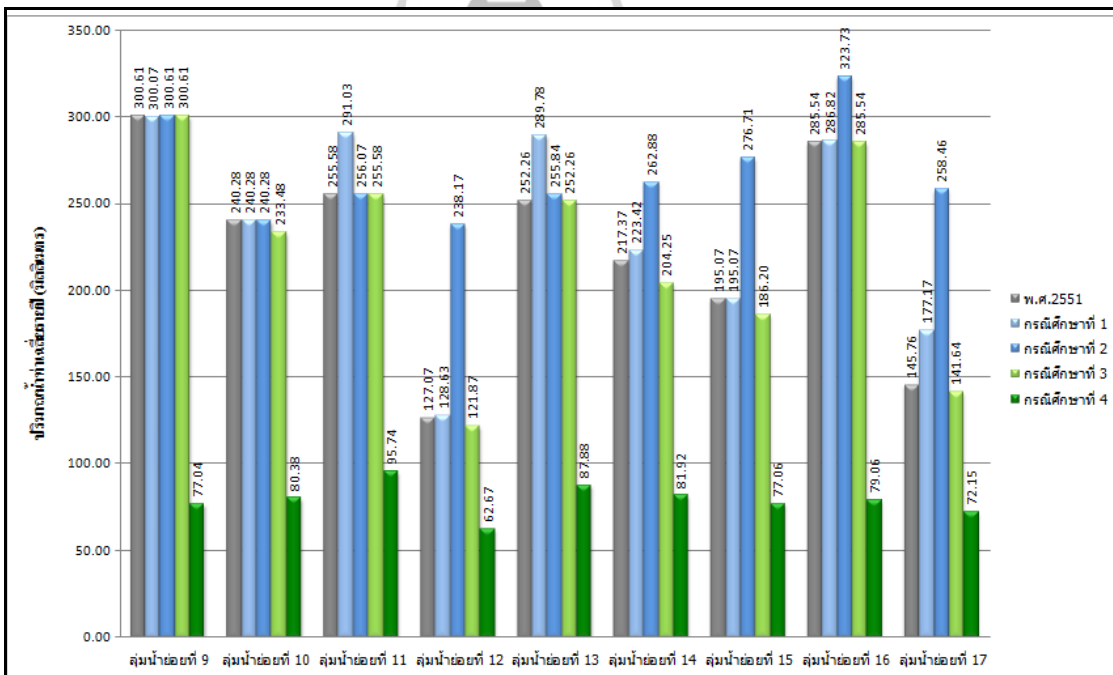
4.6.7 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี
ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่
4.25 ถึงตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.16 ถึงรูปที่ 4.17

ตารางที่ 4.25 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	124.54	141.61	258.82	119.23	62.70
2	133.61	133.61	261.20	133.61	65.21
3	177.15	222.88	210.52	171.53	74.20
4	151.57	181.09	242.62	151.57	86.98
5	151.39	161.12	259.14	151.39	70.03
6	279.99	366.72	279.99	279.99	131.77
7	217.04	218.26	217.04	207.33	73.67
8	256.33	256.51	256.33	256.33	79.94
9	300.61	300.07	300.61	300.61	77.04
10	240.28	240.28	240.28	233.48	80.38
11	255.58	291.03	256.07	255.58	95.74
12	127.07	128.63	238.17	121.87	62.67
13	252.26	289.78	255.84	252.26	87.88
14	217.37	223.42	262.88	204.25	81.92
15	195.07	195.07	276.71	186.20	77.06
16	285.54	286.82	323.73	285.54	79.06
17	145.76	177.17	258.46	141.64	72.15



รูปที่ 4.16 ปริมาณน้ำทำสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.17 ปริมาณน้ำทำสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.26 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	13.71
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	107.82
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	4.26
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	49.65
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	95.49
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	51.19
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	25.82
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	18.83
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	3.17
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	58.11
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	19.48
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	60.07
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	42.61
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	เพิ่มขึ้น	6.43
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	71.18
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	53.74
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	30.98
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	52.94
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	0.56
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	4.48
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	66.06
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	0.07
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	68.81
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	0.18
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	74.37
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ลดลง	2.83
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	66.55

ตารางที่ 4.26 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	13.87
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	0.19
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	62.54
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	1.23
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	87.44
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	4.09
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	50.68
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	14.87
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	1.42
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	65.16
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	2.78
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	20.94
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	6.03
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	62.31
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	41.85
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ลดลง	4.55
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	60.50
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.45
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	13.38
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	72.31
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	21.55
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	77.32
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	2.83
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	50.50

กรณีศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.07-30.98 สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำท่าจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมแต่ปริมาณน้ำท่าลดลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำ

สามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.19-107.82 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

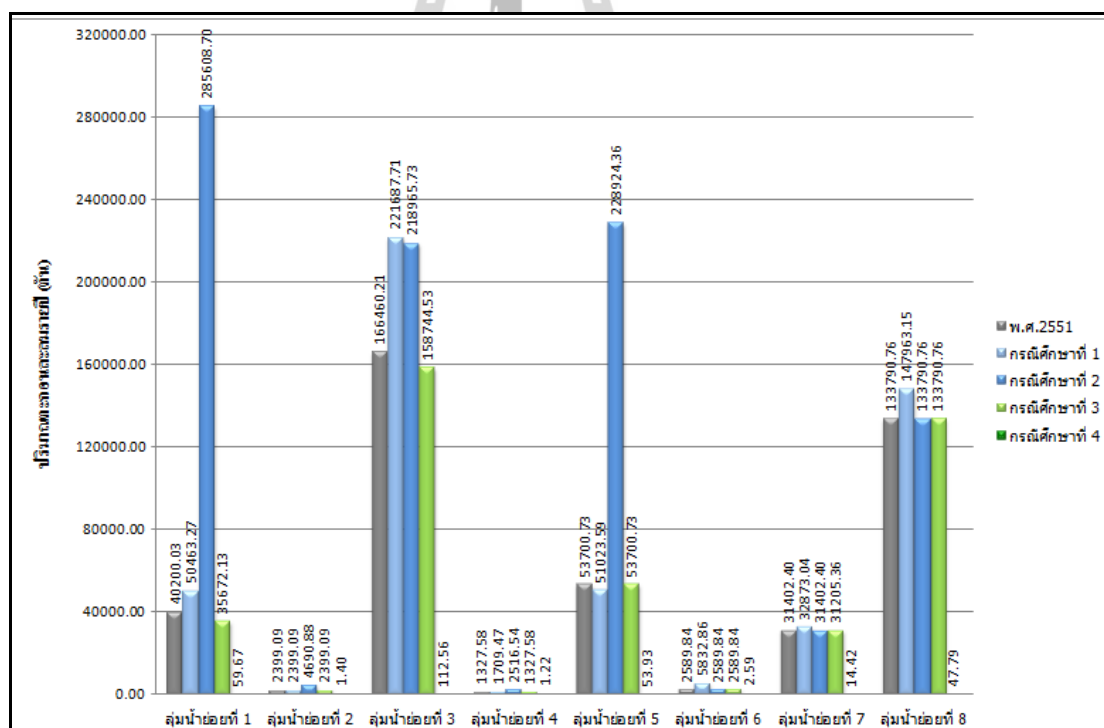
กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 2.83-6.03 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณน้ำท่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 42.61-74.37 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

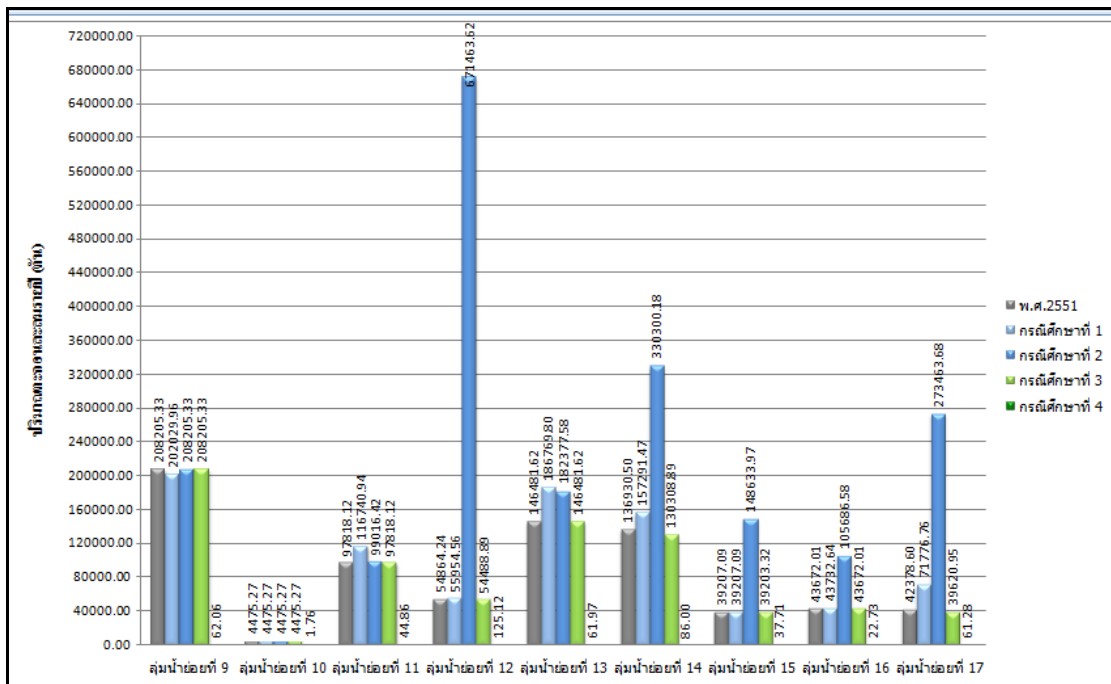
4.6-8 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี
ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดง
ในตารางที่ 4.27 ถึงตารางที่ 4.28 และรูปที่ 4.18 ถึงรูปที่ 4.19

ตารางที่ 4.27 ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	40200.03	50463.27	285608.70	35672.13	59.67
2	2399.09	2399.09	4690.88	2399.09	1.40
3	166460.21	221687.71	218965.73	158744.53	112.56
4	1327.58	1709.47	2516.54	1327.58	1.22
5	53700.73	51023.59	228924.36	53700.73	53.93
6	2589.84	5832.86	2589.84	2589.84	2.59
7	31402.40	32873.04	31402.40	31205.36	14.42
8	133790.76	147963.15	133790.76	133790.76	47.79
9	208205.33	202029.96	208205.33	208205.33	62.06
10	4475.27	4475.27	4475.27	4475.27	1.76
11	97818.12	116740.94	99016.42	97818.12	44.86
12	54864.24	55954.56	671463.62	54488.89	125.12
13	146481.62	186769.80	182377.58	146481.62	61.97
14	136930.50	157291.47	330300.18	130308.89	86.00
15	39207.09	39207.09	148633.97	39203.32	37.71
16	43672.01	43732.64	105686.58	43672.01	22.73
17	42378.60	71776.76	273463.68	39620.95	61.28



รูปที่ 4.18 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.19 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.28 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ลุ่มน้ำย่อยที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	25.53
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	610.46
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	11.26
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	99.85
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	95.52
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	99.94
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	33.17
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	31.54
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	4.63
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	99.93
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	28.76
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	89.55
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	99.90
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	ลดลง	4.98
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	326.29
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	99.89

ตารางที่ 4.28 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	125.22
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	99.89
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	4.68
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	0.62
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	99.95
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	10.59
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	99.96
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	2.96
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	99.97
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	99.96
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	19.34
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	1.22
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	99.95
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	1.98
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	1123.86
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	0.68
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	99.77
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	27.50
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	24.50
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	99.95
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	14.86
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	141.21
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	4.83
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	99.93
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	279.1
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.0096
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	99.90

ตารางที่ 4.28 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.13
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	142.001
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	99.94
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	69.37
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	545.28
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	6.50
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	99.85

กรณศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.13-125.22 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ปริมาณตะกอนลดลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.22-1123.86 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.009-11.26 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 99.77-99.97 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน

4.6.9 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ตารางที่ 4.29 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (มิลลิเมตร)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
50 ปี	553.95	593.55	669.7	549.68	287.79

ตารางที่ 4.30 ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
50 ปี	1290228	1490295	3098317	1267091	680.5

จากตารางที่ 4.29 และตารางที่ 4.30 จะเห็นว่าค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ที่กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามที่กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าลดลง

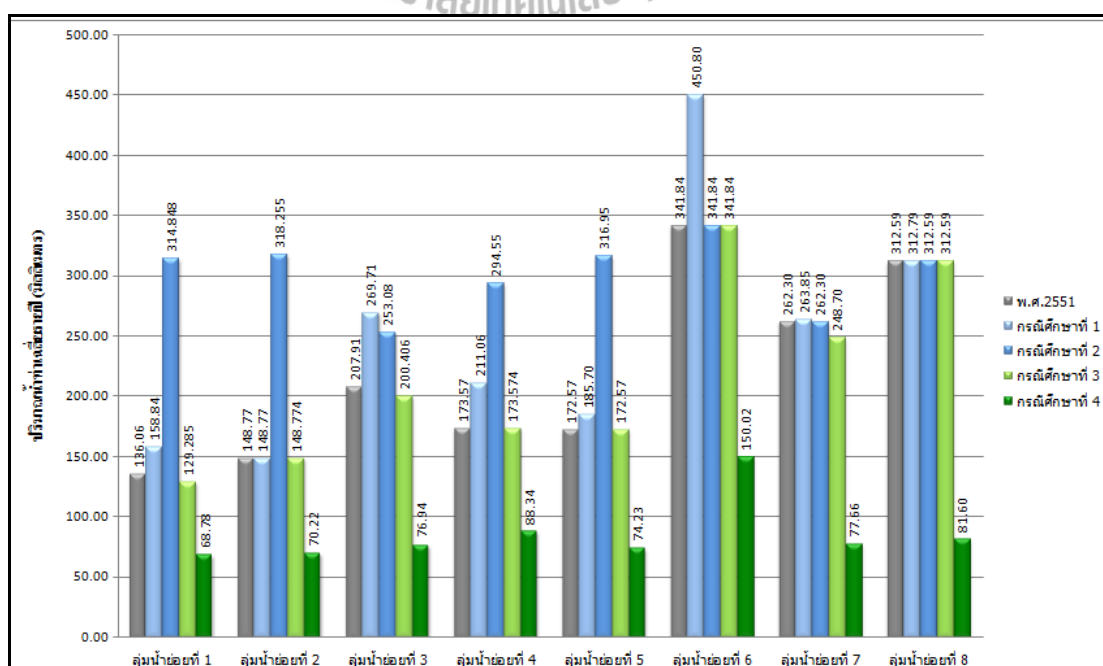
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้จะช่วยในการลดปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่มีผลกระทบโดยตรงกับอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งการลดลงของค่าดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำอีกด้วย

4.6.10 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

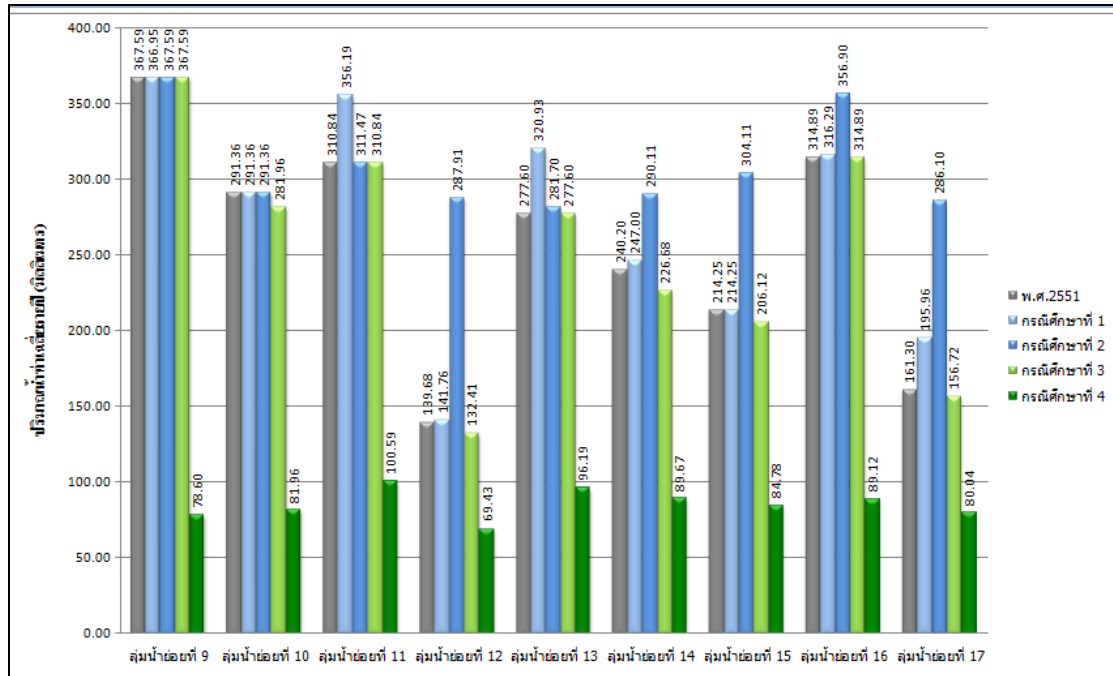
ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่ 4.31 ถึงตารางที่ 4.32 และรูปที่ 4.20 ถึงรูปที่ 4.21

ตารางที่ 4.31 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	136.06	158.84	314.85	129.29	68.78
2	148.77	148.77	318.26	148.77	70.22
3	207.91	269.71	253.08	200.41	76.94
4	173.57	211.06	294.55	173.57	88.34
5	172.57	185.70	316.95	172.57	74.23
6	341.84	450.80	341.84	341.84	150.02
7	262.30	263.85	262.30	248.70	77.66
8	312.59	312.79	312.59	312.59	81.60
9	367.59	366.95	367.59	367.59	78.60
10	291.36	291.36	291.36	281.96	81.96
11	310.84	356.19	311.47	310.84	100.59
12	139.68	141.76	287.91	132.41	69.43
13	277.60	320.93	281.70	277.60	96.19
14	240.20	247.00	290.11	226.68	89.67
15	214.25	214.25	304.11	206.12	84.78
16	314.89	316.29	356.90	314.89	89.12
17	161.30	195.96	286.10	156.72	80.04



รูปที่ 4.20 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.21 ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี ลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.32 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

ลุ่มน้ำย่อยที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	16.75
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	131.41
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	4.98
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	49.45
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	113.92
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	52.80
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	29.72
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	21.72
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	3.61
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	62.99
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	21.60

	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	69.70
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	49.10
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	เพิ่มขึ้น	7.61
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	83.67
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	56.99
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	31.88
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	56.11
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	0.59
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	5.18
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	70.39
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	0.06
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	73.90
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	0.17
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	78.62
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ลดลง	3.23
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	71.87

ตารางที่ 4.32 แนวโน้มปริมาณน้ำท่าที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	14.59
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	-0.20
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	67.64
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	1.49
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	106.12
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	5.21
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	50.30
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	15.61
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	1.48
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	65.35

14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	2.83
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	20.78
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	5.63
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	62.67
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	41.94
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ลดลง	3.79
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	60.43
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.44
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	13.34
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	71.70
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	21.49
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	77.38
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	2.84
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	50.38

กรณีศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.06-31.88 สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำท่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมแต่ปริมาณน้ำท่าลดลงนั้น ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.20-131.41 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 2.84-5.63 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณน้ำท่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณน้ำท่าเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้

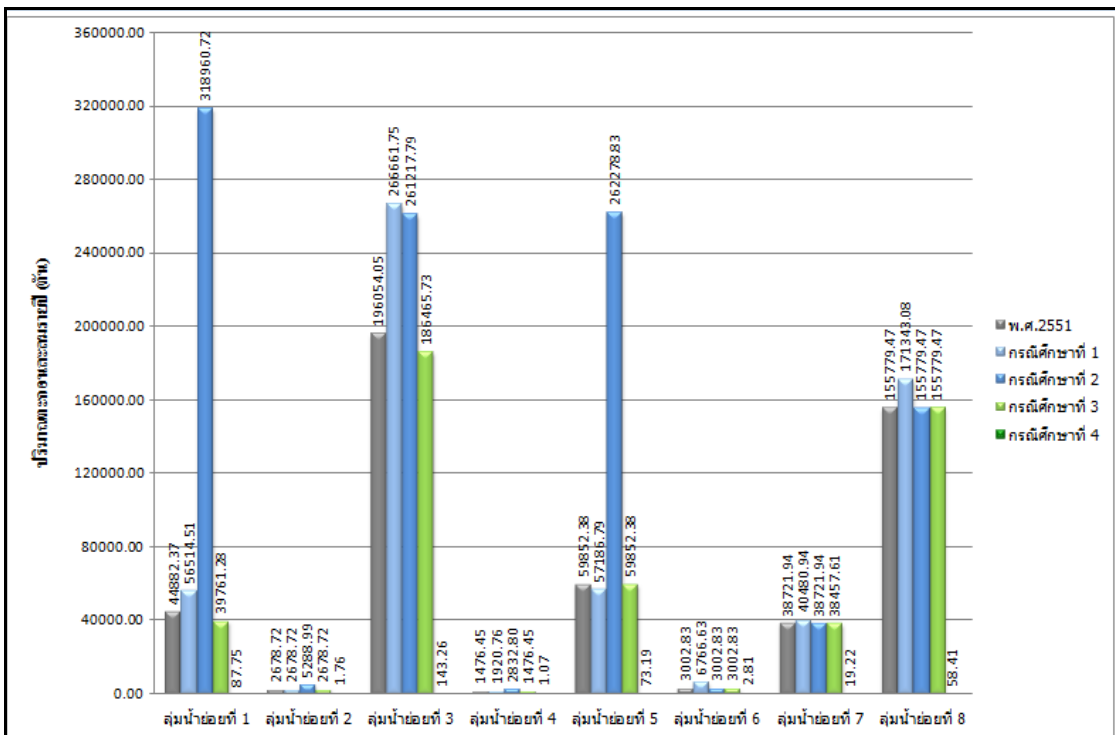
ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณน้ำท่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ดไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 49.10-78.62 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลง

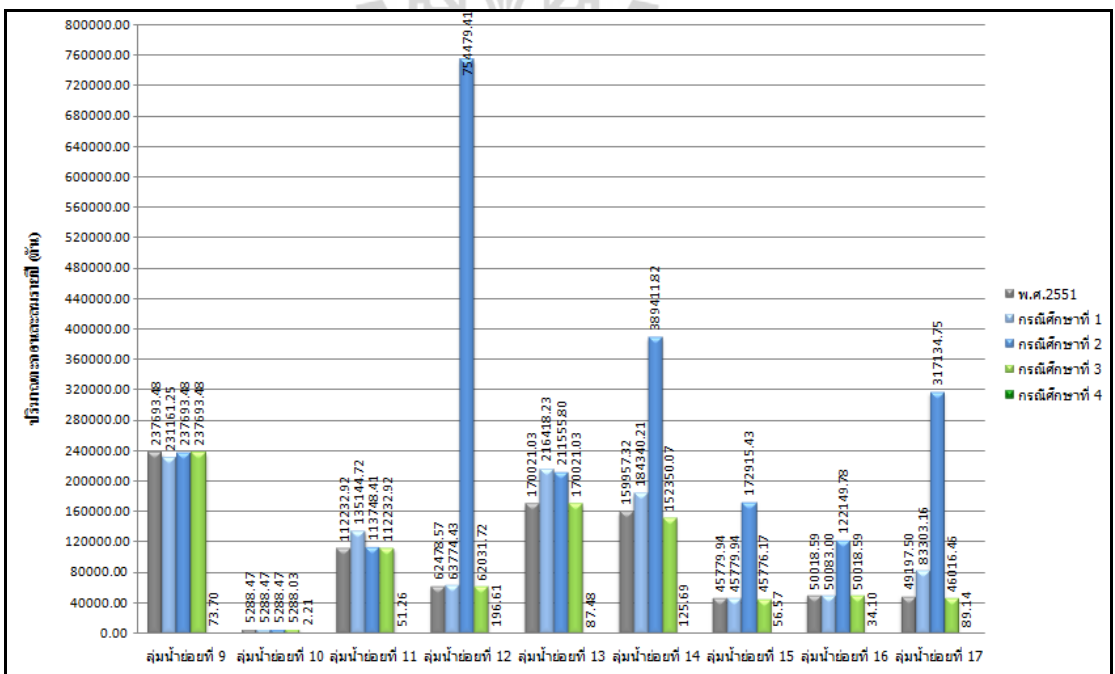
4.6-11 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ในกรณีศึกษาที่ 1-4 ดังแสดงในตารางที่ 4.33 ถึงตารางที่ 4.34 และรูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.23

ตารางที่ 4.33 ปริมาณตะกอนสะสมรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี

ลุ่มน้ำย่อย	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
1	44882.37	56514.51	318960.72	39761.28	87.75
2	2678.72	2678.72	5288.99	2678.72	1.76
3	196054.05	266661.75	261217.79	186465.73	143.26
4	1476.45	1920.76	2832.80	1476.45	1.07
5	59852.38	57186.79	262278.83	59852.38	73.19
6	3002.83	6766.63	3002.83	3002.83	2.81
7	38721.94	40480.94	38721.94	38457.61	19.22
8	155779.47	171343.08	155779.47	155779.47	58.41
9	237693.48	231161.25	237693.48	237693.48	73.70
10	5288.47	5288.47	5288.47	5288.03	2.21
11	112232.92	135144.72	113748.41	112232.92	51.26
12	62478.57	63774.43	754479.41	62031.72	196.61
13	170021.03	216418.23	211555.80	170021.03	87.48
14	159957.32	184340.21	389411.82	152350.07	125.69
15	45779.94	45779.94	172915.43	45776.17	56.57
16	50018.59	50083.00	122149.78	50018.59	34.10
17	44882.37	56514.51	318960.72	39761.28	87.75



รูปที่ 4.22 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 1-8



รูปที่ 4.23 ปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี กลุ่มน้ำย่อยที่ 9-17

ตารางที่ 4.34 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับกลุ่มน้ำย่อย ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
1	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.51	เพิ่มขึ้น	25.92
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	49.23	เพิ่มขึ้น	610.66
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	1.03	ลดลง	11.41
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	60.77	ลดลง	99.80
2	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	53.85	เพิ่มขึ้น	97.44
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	38.46	ลดลง	99.93
3	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	28.32	เพิ่มขึ้น	36.01
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	13.02	เพิ่มขึ้น	33.24
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.36	ลดลง	4.89
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	53.9	ลดลง	99.93
4	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.76	เพิ่มขึ้น	30.09
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	29.41	เพิ่มขึ้น	91.87
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	23.53	ลดลง	99.93
5	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.94	ลดลง	4.45
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	43.22	เพิ่มขึ้น	338.21
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	41.6	ลดลง	99.88

ตารางที่ 4.34 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณีศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
6	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	50	เพิ่มขึ้น	125.34
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.83	ลดลง	99.91
7	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	2.63	เพิ่มขึ้น	4.54
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	19.66	ลดลง	0.68
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	88.75	ลดลง	99.95
8	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	3.05	เพิ่มขึ้น	9.99
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	86.78	ลดลง	99.96
9	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	10.2	ลดลง	2.75
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	3.71	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	80.04	ลดลง	99.97
10	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00

	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.24	ลดลง	0.01
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	93.87	ลดลง	99.96
11	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	20.23	เพิ่มขึ้น	20.41
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.69	เพิ่มขึ้น	1.35
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	0.84	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.88	ลดลง	99.95
12	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.1	เพิ่มขึ้น	2.07
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	51.66	เพิ่มขึ้น	1107.58
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	12.79	ลดลง	0.72
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	45.61	ลดลง	99.69
13	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	15.55	เพิ่มขึ้น	27.29
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	7.41	เพิ่มขึ้น	24.43
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	6.17	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	68.39	ลดลง	99.95
14	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	6.53	เพิ่มขึ้น	15.24
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	14.15	เพิ่มขึ้น	143.45
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	11.56	ลดลง	4.76
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	62.85	ลดลง	99.92
15	1	-	-	-	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	31.03	เพิ่มขึ้น	277.71
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	15.27	ลดลง	0.01
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	64.2	ลดลง	99.88

ตารางที่ 4.34 แนวโน้มปริมาณตะกอนที่กรณศึกษา 1-4 สำหรับลุ่มน้ำย่อย
ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย ที่	กรณศึกษา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน			ทิศทางการเพิ่มขึ้น และลดลงของ ปริมาณน้ำท่า	อัตราการเพิ่มขึ้นและ ลดลงของปริมาณ น้ำท่า
		เดิม	ใหม่	ร้อยละ		
16	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	1.9	เพิ่มขึ้น	0.13
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	12.59	เพิ่มขึ้น	144.21
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	8.55	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	0.00
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	85.06	ลดลง	99.93
17	1	ป่าไม้	เกษตรกรรม	11.95	เพิ่มขึ้น	69.32
	2	ป่าไม้	เกษตรกรรม	48.93	เพิ่มขึ้น	544.62
	3	เกษตรกรรม	ป่าไม้	5.98	ลดลง	6.47
	4	เกษตรกรรม	ป่าไม้	46.19	ลดลง	99.82

กรณศึกษาที่ 1 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.1-50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.13-125.34 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้

ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม แต่ปริมาณตะกอนลดลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ตั้งแต่ร้อยละ 1.69-53.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 1.35-1107.58 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น

กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 0.84-19.66 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณตะกอนลดลงจากปี พ.ศ.2551 ในอัตราร้อยละ 0.01-11.41 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ ปริมาณตะกอนจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีค่าปริมาณตะกอนเท่ากับ พ.ศ.2551 และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ซึ่งในเบื้องต้นสาเหตุอาจเกิดมาจากค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง SWAT แต่ภาพรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนลดลง

กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน จะเห็นว่าในระดับลุ่มน้ำย่อยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เบ็ดเตล็ด ไปเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตั้งแต่ร้อยละ 23.53-93.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงจากปี พ.ศ.2551 ถึงร้อยละ 99.69-99.97 จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน

4.6.12 ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนสะสมรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

ตารางที่ 4.35 ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (มิลลิเมตร)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4

คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	762.68	800.28	854.78	753.05	511.61
----------------------	--------	--------	--------	--------	--------

ตารางที่ 4.36 ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ณ คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี

คาบการเกิดซ้ำ	ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ)				
	พ.ศ. 2551	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2	กรณีศึกษาที่ 3	กรณีศึกษาที่ 4
คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	1864570	2143575	4478371	1832587	2041.5

จากตารางที่ 4.35 และตารางที่ 4.36 จะเห็นว่าค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ที่กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามที่กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าลดลง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้จะช่วยในการลดปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่มีผลกระทบโดยตรงกับอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งการลดลงของค่าดังกล่าวจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำอีกด้วย



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

แบบจำลองอุทกวิทยา SWAT เป็นแบบจำลองที่ให้ผลการจำลองแบบที่มีความถูกต้องสามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนได้ มีการใช้พารามิเตอร์และการใช้ฐานข้อมูลในการนำเข้าที่สมเหตุสมผล ทำให้ผลการคำนวณที่ได้มีความสอดคล้องกันกับข้อมูลน้ำท่าและข้อมูลตะกอนจริง รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยการสร้างสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่และส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ทั้งนี้อาจมีข้อผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการขาดข้อมูลทางด้านข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลฝน ข้อมูลคุณสมบัติดินในพื้นที่ที่ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ลุ่มน้ำทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าและค่าปริมาณตะกอนมีค่าสูงเกินไปหรือต่ำเกินไปในบางช่วง

5.1.1 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนด้วยแบบจำลอง SWAT

จากการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT พบว่าค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแปรผันตรงกับปริมาณน้ำฝน เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีเท่ากับ 107.72 113.23 142.69 และ 209.95 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และมีค่าปริมาณตะกอนสะสมรายปีเท่ากับ 998974, 10670240, 1290228 และ 1864570 ตัน/พื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนส่วนใหญ่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ปริมาณน้ำท่าสะสมรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าเกิดความจุของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ที่สามารถจุได้เพียง 110 ล้าน ลบ.ม. ทั้งยังมีปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ที่ส่งผลให้ความจุในการกักเก็บน้ำลดลง

ในภาพรวมของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2551 พบว่ามีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่น้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด ในอัตราส่วนร้อยละ 53.7, 34.4, 3.3, 1.5 และ 7.1 ตามลำดับ ในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 53.7 จะแบ่งเป็นพืชไร่ถึงร้อยละ 41.7 ซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าโดยตรง เมื่อปริมาณฝนตกลงมาไม่มีสิ่งปกคลุมดินหรือตกลงบนพื้นที่เกษตรที่มีรากของพืชต้น เมื่ออัตราการซึมของน้ำลงดินต่ำลงถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ปริมาณน้ำส่วนเกินหรือน้ำท่าจะไหลบ่าไปยังพื้นที่

ที่ต่ำกว่า และมีความรุนแรงมากกว่าลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดป่าไม้ที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ตามธรรมชาติ อีกทั้งจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน การพัดพาและการทับถมของตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน

ดังนั้น ในระดับภาพรวมของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนควรมีมาตรการการบริหารจัดการน้ำ เช่น การเพิ่มความจุหรือขุดลอกอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง การหาพื้นที่เพื่อสำรองน้ำ หรือการพัฒนาปรับปรุงสภาพลำคลองและแหล่งน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ สำหรับกักเก็บปริมาณน้ำ และควรส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ พร้อมทั้งส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำใต้ดินที่สำคัญ รวมทั้งควรมีมาตรการควบคุมการขยายพื้นที่เกษตรกรรมไม่ให้มีพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยอาจส่งเสริมการประกอบอาชีพอื่นทดแทน เพื่อเป็นการป้องกันและเทาปัญหาด้านปริมาณน้ำที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ในระยะยาวได้

5.1.2 ผลกระทบของปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ทั้ง 4 กรณีศึกษาได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเมื่อพื้นที่ป่าไม้มีการลดลงและเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพ.ศ.2551 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ อัตราร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ในภาพรวมของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนพบว่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี พื้นที่ป่าไม้แปรผกผันกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน กล่าวคือ เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 10 นั้น ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 25 ค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

ในระดับลุ่มน้ำย่อย พบว่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ลุ่มน้ำย่อยที่ 16 มีค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นสูงสุด เมื่อพิจารณาที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเห็นว่าที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 16 กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 ที่มีร้อยละ 4.34 เป็นร้อยละ 4.45 และ 5.04 ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงจากร้อยละ 0.8 เป็น 0.7 และ 0.1 ตามลำดับ จึงส่งผลให้มีปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีค่าสูง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ในอัตราร้อยละ 10 และร้อยละ 25 ในภาพรวมของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนพบว่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี

พื้นที่ป่าไม้แปรผกผันกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน กล่าวคือ เมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลง โดยที่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 10 นั้น ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลงเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงในอัตราร้อยละ 25 ค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลงอย่างชัดเจน

ในระดับลุ่มน้ำย่อย พบว่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนกรณีศึกษาที่ 3 และ 4 ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 มีค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนลดลงต่ำสุด เมื่อพิจารณาที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเห็นว่าที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรมลดลงจากปีพ.ศ. 2551 ที่มีร้อยละ 25.39 เป็นร้อยละ 24.36 และ 0 ซึ่งไม่มีพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 59.74 เป็น 60.77 และ 86.15 ตามลำดับ จึงส่งผลให้มีปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนมีต่ำลง สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. การพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่ออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ได้พิจารณาที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสุดท้ายก่อนที่ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนจะไหลลงอ่างเก็บน้ำพระเพลิง โดยพิจารณาว่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนทั้งหมดไหลลงอ่างเก็บน้ำ ผลการศึกษาพบว่า การลดลงและเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้แปรผกผันกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำ คือ เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำจะเพิ่มขึ้น และเมื่อพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำลดลง

4. การวางแผนการใช้ที่ดินเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุและควรวางแผนควบคู่กับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นการให้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสม ด้วยวิธีที่ชาญฉลาด คำนึงค่าเกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน ซึ่งการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้เพื่อป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายทั้งบนพื้นที่ที่ความลาดชันต่ำจนถึงพื้นที่ที่ความลาดชันสูง ซึ่งมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำมีหลายมาตรการ ควรเลือกวิธีผสมผสานให้เหมาะสมกับลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ค่อนข้างมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนที่คำนวณได้จากแบบจำลอง SWAT แต่เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษามีข้อมูลขาดหายไปหลายปีหลายสถานี จึงทำให้ผลการคำนวณค่าปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนรายเดือนช่วงสูงสุดจากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด

2. ข้อมูลที่ต้องใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง ในพื้นที่ศึกษาซึ่งไม่มีการจัดเก็บที่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในแบบจำลอง เช่น อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม เป็นต้น ข้อมูลที่มีการเก็บและบันทึกไว้จะมีเพียงสถานีในจังหวัดเท่านั้น ในอนาคตหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจมีการขยายสถานีในการเพิ่มจุดตรวจวัดเพื่อให้ครอบคลุมกับพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย

3. ระบบฐานข้อมูลดินและฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการจัดเก็บในประเทศไทย ยังขาดข้อมูลคุณสมบัติของดินและข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างละเอียดและครบถ้วน ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม



รายการอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา (2554). สถิติข้อมูลปริมาณฝนคาบ 30 ปี (2523-2552). กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร
- สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2544). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2544.1-289.
- สุนันทา พลทวงษ์ (2546). การศึกษาผลจากการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรต่อการเกิดตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(ภูมิศาสตร์). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เทวินทร์ แก้วเมืองมูล และ ชาญชัย แสงชัยสวัสดิ์ (2552). อิทธิพลของการเกษตรต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา โดยใช้แบบจำลอง SWAT. รายงานการสัมมนา ระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ผลงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ. ระหว่างวันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมอบลอนไดร์เนชั่นแนล อุบลราชธานี. น.356-364.
- สมคิด แก้วไทรหงวน (2526). ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดเล็กบริเวณทุ่งจ้อย จังหวัดเชียงใหม่ กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศราวุฒิ โสภณพัฒนากุล, นิตยา หวังวงศ์โรจน์ และอุดมศักดิ์ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2552). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14, 13-15 พฤษภาคม 2552 สุราษฎร์ธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- รัชฎ์ลักษณ์ เอี่ยมณรงค์ฤทธิ์ (2550). การประยุกต์ใช้แบบจำลอง Neuro-genetic Optimizer เพื่อคาดการณ์ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2546.การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการบริหารและบูรณาการการจัดการทรัพยากรในลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยใช้ข้อมูลจากโครงการวิจัย GAME-T. รายงานฉบับสมบูรณ์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- \King, K.W., Arnold, J.G. and Bingber (1999). Comparison of Green-amp and Curve NumberMethods on Goodwin Creek Watershed Using SWAT. Trans. ASAE 42(4):919-925

- Brath, A., Castellarin, A. and Montanari, A. (2002). Assessing the effects of land-use changes on annual average gross erosion. *HESS*. 6(2). pp.255-265.
- Al-Soufi (2002). Soil Erosion and Sediment Transport in the Mekong Basin. In: Proc. of 2nd APHW conference, Singapore, pp 47-56
- Huang, Y.F., Chen, X., and Huang, G.H. (2003). GIS-based distributed model for simulating runoff and sediment load in the Malian River Basin. *Hydrobiologia*. 494(1-3). pp 127-134
- Neitsch, S.L., J.G.Arnold, J.R. Kiniry, and J.R. Williams (2005). Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation:Version 2005. USDA Agricultural Research Service and Texas A&M Blackland Research Center. Temple Texas.





ภาคผนวก ก

คุณสมบัติของดิน

การจำแนกชนิดดินในระดับชุดดินของประเทศไทย โดยสำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แบ่งชุดดินออกเป็น 62 ชุดแต่สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนนี้จะมีชุดดิน 13 หน่วยดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

1. กลุ่มชุดดินที่ 17

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินบนเป็นพวกดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนสีน้ำตาล, น้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อน , สีเทาอ่อน, สีเทาปนชมพูพบจุดประพอกสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดงปนเหลืองหรือสีแดงปะปน บางแห่งอาจพบศิลาแลงอ่อนหรือก้อนสารเคมีพวกเหล็กและแมงกานีสในดินชั้นล่าง เกิดจากพวกตะกอนลำน้ำ พบตามพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ บริเวณลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ น้ำแช่ขังลึก 30-50 ซม. นาน 2-4 เดือน เป็นดินลึกมาก ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่า pH 4.5-5.5 ได้แก่ชุดดินหล่มเก่า ร้อยเอ็ด เรณู และสายบุรี สุโขทัย โคกเกียน วิสัย สงขลา บუნทรุก ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ทำนา บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่หรือไม้ยืนต้น แต่มีปัญหาเรื่องการแช่ขังของน้ำในฤดูฝน

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ฤดูฝนขังน้ำนาน 2 - 4 เดือน ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

ความเหมาะสมของกลุ่มชุดดินสำหรับการปลูกพืช : โดยทั่วไปแล้วกลุ่มชุดดินที่ 17 มีศักยภาพเหมาะสมที่จะใช้ในการทำนามากกว่าการปลูกพืชไร่ ไม้ผล และพืชผัก ในช่วงฤดูฝน แต่สามารถปลูกพืชไร่หรือพืชผักที่มีอายุสั้นได้ในช่วงฤดูแล้ง ถ้ามีแหล่งน้ำธรรมชาติหรือน้ำชลประทานเข้าถึง

2. กลุ่มชุดดินที่ 25

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนปนดินเหนียวที่เป็นกรวดหรือลูกรังปะปนเป็นปริมาณมาก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีเทาอ่อน หรือ สีน้ำตาลปนเทา ได้ชั้นดินลูกรังอาจพบชั้นดินเหนียวที่มีศิลาแลงอ่อนปะปน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำทับอยู่บนชั้นหินผุ พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ตามลานตะพักลำน้ำระดับต่ำและระดับกลาง น้ำแช่ขังลึก 30 ซม. นาน 3 - 4 เดือน เป็นดินตื้น ส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่า pH ประมาณ 4.5-6.0 ได้แก่ชุดดินเพ็ญอัน และม่วงค่อม ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ทำนา บางแห่งเป็นป่าละเมาะหรือป่าเต็งรัง

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินตื้นเป็นทรายมีชั้นลูกรังศิลาแลงยากแก่การไถพรวน และ ชุดเจาะ น้ำซึมผ่านชั้นดินได้เร็ว ปานกลาง ถึงช้ำมาก มีการอุ้มน้ำต่ำถึงปานกลาง ฤดูฝนน้ำแช่ขัง นาน 3 - 4 เดือน ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ มักขาดน้ำ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช เนื่องจากกลุ่มชุดดินที่ 25 เป็นดินตื้น เพราะมีชั้นกรวดหรือลูกรังปะปนในเนื้อดินอยู่มาก ดินมีการระบายน้ำเร็ว มักมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน จึงมีศักยภาพเหมาะที่จะใช้ทำนา ส่วนฤดูแล้งสามารถปลูกพืชไร่ที่ระบบรากสั้น รวมทั้งพืชผักบางชนิดได้ สำหรับการปลูกไม้ผลและพืชไร่เศรษฐกิจในกลุ่มชุดดินนี้ไม่เหมาะสม เนื่องจากดินมีศักยภาพทางการเกษตรต่ำ มีปัญหาเรื่องดินตื้น และการระบายน้ำเร็ว แล้วยังมีปัญหาในการเขตรกรรมด้วยการจะเพิ่มศักยภาพของดินนี้กระทำไม่ได้ลำบากและต้องลงทุนสูง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอาจพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือปลูกป่าไม้โตเร็วทดแทน

3. กลุ่มชุดดินที่ 29

ลักษณะโดยทั่วไป :เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิด ดินพวกตะกอนถ้ำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินหลายชนิด ที่มีเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3-25 % เป็นดินลึก มีการระบาย น้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5 ได้แก่ชุดดินบ้านจ้อง เชียงของ หนอง-มด แม่แดง ปากช่อง ห้างฉัตร เขาใหญ่ และ โขกชัย สูงเนิน ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่และไม้ผลต่างๆ มีส่วนน้อยที่ยังคงสภาพป่าธรรมชาติ

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินมีความพรุนสูง น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลาง มีการอุ้มน้ำต่ำถึงปานกลาง น้ำใต้ดินลึก พืชจะขาดน้ำเมื่อฝนทิ้งช่วงนาน ดินมีการพังทลายในบริเวณที่มีความลาดชันสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางเหมาะสำหรับปลูกพืชไร่หรือไม้ผลต่าง ๆ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 29 มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และไม้ผลมากกว่าที่จะนำมาปลูกข้าวหรือทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ยกในการที่จะเก็บกักน้ำไว้ปลูกข้าว

4. กลุ่มชุดดินที่ 31

ลักษณะโดยทั่วไป :เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาล เหลือง แดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินหลายชนิด พบบริเวณพื้นที่ดินที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน มีความลาดชัน ประมาณ 3 - 20 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตร ในฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง pH 5.5-6.5 ได้แก่ชุดดินเลย วังไฮ ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผลต่าง ๆ มีส่วนน้อยที่ยังคงสภาพป่าธรรมชาติ

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : น้ำซึมผ่านชั้นดินปานกลางถึงช้า ดินอุ้มน้ำปานกลางถึงสูง มีการพังทลายของดินในบริเวณที่มีความลาดชันน้อยกว่า 20 % ระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 31 มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และไม้ผลหลายชนิด แต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเป็นเนินเขา ยกในการที่จะเก็บกักน้ำไว้ปลูกข้าว

5. กลุ่มชุดดินที่ 35

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดินที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชันประมาณ 3 - 20 % และบางส่วนมีความลาดชันประมาณ 20 - 35 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.50 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH ประมาณ 4.5 - 5.5 ได้แก่ ชุดดินคอนไร่ โคราช สะตึก วาริน ยโสธร และด่านซ้าย มาบบอน ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่าง ๆ เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ปอ งา และถั่ว บางแห่งใช้ปลูกไม้ผลและไม่ขึ้นต้นบางชนิด

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย มีการอุ้มน้ำต่ำถึงปานกลาง น้ำใต้ดินลึก มีการกัดกร่อนของดินปานกลางถึงรุนแรง บริเวณที่มีความลาดชันสูงเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 35 มีศักยภาพในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม่ขึ้นต้น ตลอดทั้งพัฒนาทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์มากกว่าที่จะนำมาใช้ทำนา หรือปลูกข้าวที่ต้องการน้ำขัง เนื่องจากเป็นที่ดอนสภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชันเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำดี เนื้อดินมีความพรุนมาก เก็บกักน้ำไม่ค่อยอยู่

6. กลุ่มชุดดินที่ 40

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทราย ดินสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือแดง บางแห่งอาจพบจุดประสีในดินชั้นล่าง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกตะกอนลำนํ้าหรือจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ จนถึงพื้นที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มีความลาดชันประมาณ 2 - 20 % และบางส่วนมีความลาดชันประมาณ 20 - 35 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5 - 5.5 ได้แก่ ชุดดินสันป่าตอง เขาพลอง ชุดดินหุบกระพง และชุดดินยางตลาด ชุมพาง ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่าง ๆ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ปอ ข้าวโพด และถั่ว บางแห่งมีสภาพเป็นป่าละเมาะ หรือทุ่งหญ้าธรรมชาติ

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : เนื้อดินเป็นทรายจัด น้ำซึมผ่านชั้นดินได้เร็วมาก ดินอุ้มน้ำต่ำ ระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก ดินมีการกัดกร่อนในบริเวณที่มีความลาดชันสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 40 มีความเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ และไม่ผล ก่อนข้างไม่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกพืชผัก และไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำนา

เนื่องจากเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายและสภาพพื้นที่ไม่อำนวย แต่สามารถใช้ประโยชน์ในการปลูกไม้โตเร็วและปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ได้ดี

7. กลุ่มชุดดินที่ 46

ลักษณะโดยทั่วไป : ส่วนใหญ่เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 5-20 % เป็นดินตื้นมาก มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 5 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่า pH 4.5-7.0 ได้แก่ชุดดินเขียงคาน ภูสะนา กบินทร์บุรี สุรินทร์ โป่งตอง ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่บางชนิด เช่น มันสำปะหลัง อ้อย และปอ บางแห่งเป็นทุ่งหญ้าธรรมชาติ และป่าละเมาะ หรือมีการปลูกป่าทดแทน

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินมีลูกรังตลอด และชั้นหินพื้นอยู่ตื้นมาก การซบซึมของน้ำปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว ดินมีการอุ้มน้ำปานกลางถึงต่ำ มีการกัดกร่อนของดินที่ความลาดชันสูงความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : โดยทั่วไปแล้วกลุ่มชุดดินที่ 46 มีศักยภาพไม่ค่อยเหมาะสมและไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ผล เนื่องจากเป็นดินตื้นถึงตื้นมาก เนื้อดินมีกรวดลูกรังปนไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่สูงและดินเก็บกักน้ำไม่ค่อยอยู่ อย่างไรก็ตามมีศักยภาพพอที่จะใช้ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ได้ ถ้าในกรณีที่จะใช้ปลูกพืชไร่ ควรเลือกพืชไร่ที่มีรากตื้นและหน้าดินควรจะหนาไม่ต่ำกว่า 15 ซม.

8. กลุ่มชุดดินที่ 47

ลักษณะโดยทั่วไป: เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วน ที่มีเศษหินปะปนมาก และพบชั้นหิน พื้นลึก 50 - 80 ซม. ดินมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อละเอียด มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 2 - 20 % เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่าถึงปานกลาง pH 5.0-7.5 ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง บางแห่งทำไร่เลื่อนลอย หรือปลูกป่าทดแทน ได้แก่ ชุดดินลี่ มวกเหล็ก นครสวรรค์ ทาลี สบปราบ และไพศาลี หินซ้อน โคนปรีด โป่งน้ำร้อนงาว ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าละเมาะ บางแห่งใช้ทำไร่เลื่อนลอย หรือปลูกป่าทดแทน

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน: ดินตื้นมากมีชั้นหินผุ และหินพื้น น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลาง ถึงค่อนข้างเร็ว มีการอุ้มน้ำปานกลางถึงต่ำ ดินถูกกัดกร่อนได้ง่ายที่ความลาดชันสูงสภาพพื้นที่ เป็นลูกคลื่นถึงเนินเขา ระดับน้ำใต้ดินลึก

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 47 มีศักยภาพค่อนข้างไม่เหมาะสมและไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกพืชทั่วไป เนื่องจากเป็นดินตื้นถึงตื้นมาก และสภาพพื้นที่ที่มีความลาดสูงเป็นส่วนใหญ่

9. กลุ่มชุดดินที่ 48

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้น กว้าง 50 ซม. ดินเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง พบบริเวณพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 3 - 25 % เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ตลอดปี pH 5.0-7.0 ได้แก่ชุดดินท่ายาง แมริม นาเกลือ พะเยา น้ำขุ่น ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าละเมาะ และทุ่งหญ้าธรรมชาติ บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่ หรือไม้โตเร็ว

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินตื้นมีก้อนกรวดมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการกัดกร่อนของดินได้ง่ายที่ความลาดชันสูง สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นถึงเนินเขา

ความเหมาะสมสำหรับพืช : โดยทั่วไปแล้วกลุ่มชุดดินที่ 48 มีศักยภาพไม่ค่อยเหมาะสมและไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ยืนต้น เนื่องจากเป็นดินตื้นถึงตื้นมากและมีก้อนหิน หรือเศษหินที่หน้าผิวดินไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่สูงและดินเก็บกักน้ำไม่อยู่ แต่มีศักยภาพพอที่จะใช้ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์และปลูกไม้โตเร็วบางชนิด

10. กลุ่มชุดดินที่ 52

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว ที่มีก้อนปูนหรือปูนมาร์ลปะปนอยู่มากตั้งแต่ 30 ซม. จากผิวดิน ดินสีดำนี้อาจมีหรือแดงพบบริเวณเชิงเขาหินปูน ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันประมาณ 2 - 4 % เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงสูง pH 7.0-8.5 ได้แก่ชุดดินตาคี และบึงชะงั้ง ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ เช่น ฝ้ายข้าวโพด ถั่ว และไม้ผลบางชนิด เช่น มะม่วง มะพร้าว และน้อยหน่า ถ้าในกรณีที่พบชั้นปูนมาร์ลในระดับความลึกกว่า 25 ซม. บ้างนำมาใช้ปลูกพืชไร่

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : เป็นดินตื้น มีชั้นดินหรือก้อนกรวด การไถพรวนยาก ดินเป็นด่างปานกลางถึงด่างแก่ ถ้าพบชั้นปูนมาร์ลในระดับความลึกกว่า 25 ซม. ชั้นปูนอยู่ตื้น จะมีปัญหาการไถพรวน

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : โดยทั่วไปกลุ่มชุดดินที่ 52 มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และพืชผักหลายชนิด ถึงแม้จะเป็นดินตื้น แต่มักจะมีหน้าดินหนากว่า 15 ซม. เป็น

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและลักษณะทางกายภาพดีเป็นส่วนใหญ่ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น และไม่เหมาะสมในการทำนา เพราะพบในบริเวณที่ดอนและสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง จึงเก็บกักน้ำที่ผิวดินไม่ค่อยอยู่ มีความเหมาะสมอย่างมากในการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

11. กลุ่มชุดดินที่ 55

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือแดง ในดินชั้นล่างระดับความลึกต่ำ 50 ซม.ลงไปจะพบหินผุ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่งมีก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย สีดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีแดงเกิดจากวัสดุต้นกำเนิด ดินพวกหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีปูนปน ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเท 1 - 2 % มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ค่าความเป็นกรดประมาณ 6.0-7.5 มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ได้แก่ ชุดดินวังสะพุง ทับทวน และจตุรัส ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่บางชนิด เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว บางแห่งเป็นป่าละเมาะ หญ้าแพ็กและไผ่

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินลึกปานกลาง มีชั้นที่มีก้อนปูนหรือเศษหินปะปนชั้นดินดานและชั้นหินพื้นอยู่ลึก 1 เมตร น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลางถึงค่อนข้างช้า การอุ้มน้ำของดินปานกลาง มีการกักตรอนของดินที่ความลาดชันสูง

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช : กลุ่มชุดดินที่ 55 มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ พืชผัก ไม้ผลหรือไม้ยืนต้น และพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่ค่อนข้างเหมาะสมถึงไม่เหมาะสมในการที่จะใช้ทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่อำนวย คือสูงเกินไปและบางส่วนมีความลาดเทสูงสำหรับนาข้าว จึงเก็บกักน้ำไม่อยู่

12. กลุ่มชุดดินที่ 56

ลักษณะโดยทั่วไป : เนื้อดินช่วง 50 ซม.ตอนบนเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่าง เป็นดินปนเศษหิน ดินสีน้ำตาลเหลืองหรือแดง เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินพวกหินตะกอนเนื้อหยาบ หรือหินอัคนีเนื้อหยาบ พบบนสภาพพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา มีความลาดชันประมาณ 6 - 35 % เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0-6.0 ได้แก่ชุดดินลาดหญ้า และโพนงาม, ภูสะนา ปัจจุบันดินนี้ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง โดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะมีปัญหาเรื่องดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และอาจเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย ถ้าปลูกพืชในบริเวณที่มีความลาดชันมาก ๆ โดยได้มีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : ดินให้น้ำซึมผ่านค่อนข้างเร็วถึงปานกลาง มีการอุ้มน้ำต่ำระดับน้ำใต้ดินลึกมาก ดินมีการกักตรอนได้ง่าย ที่ความลาดชันสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ

ความเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช: โดยทั่วไปกลุ่มชุดดินที่ 56 มีศักยภาพค่อนข้างไม่เหมาะสมถึงเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ ขึ้นอยู่กับสภาพและความลาดเทของพื้นที่ ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกพืชผักต่างๆ และไม้ผล เนื่องจากขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก และในดินชั้นล่างจะพบชั้นเศษหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน จึงไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับไม้ผล

13. กลุ่มชุดดินที่ 62

ลักษณะโดยทั่วไป : ดินนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 % ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้น โสลด กระจายกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอย โดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้น โสลด ได้แก่ชุดดินที่ลาดชันเชิงซ้อน (Sc) กลุ่มชุดดินนี้ไม่ควรนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เนื่องจากมีปัญหาหลายประการที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติ เพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำลำธาร

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ที่ดิน : พื้นที่ภูเขาลาดชันมากกว่า 35 % มีการกัดกร่อนของดินได้ง่าย

ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืช : ดินกลุ่มที่ 62 มีศักยภาพไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืช เนื่องจากเป็นดินตื้น มีหินโสลดที่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน มีความลาดเทเฉลี่ยเกิน 35 % ยากต่อการชะล้างพังทลายของดิน จึงเหมาะสมที่จะรักษาไว้เป็นพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมและเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

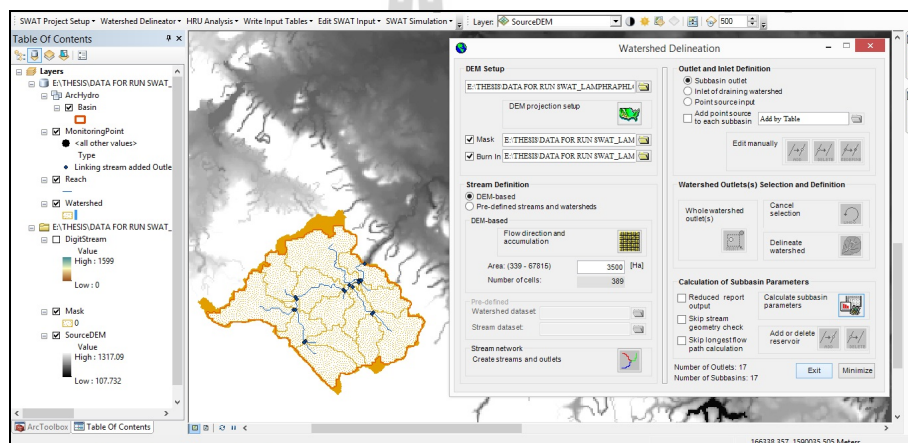


ภาคผนวก ข

การจำลองพื้นที่ศึกษาให้กับแบบจำลอง

การใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน ควรเตรียมข้อมูลนำเข้าต่างๆไว้ในชุดเดียวกันเพื่อความสะดวกในการดึงข้อมูลมาใช้ ในการคำนวณของแบบจำลองมีขั้นตอนดังนี้

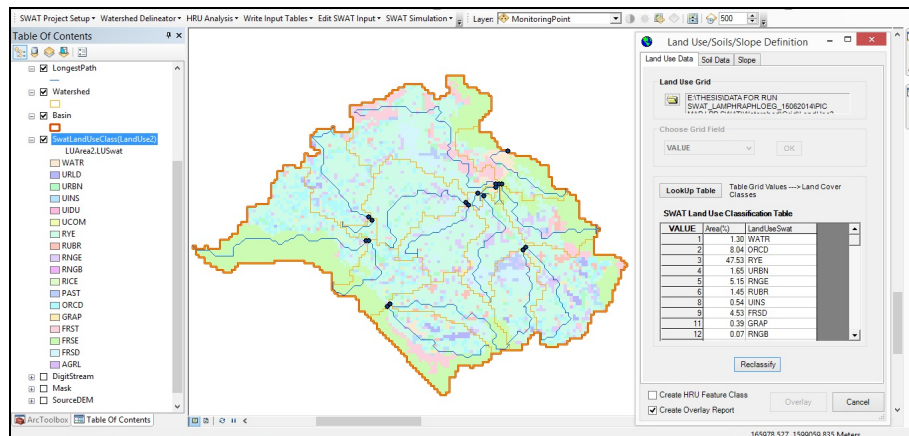
1. การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineation) ในขั้นตอนนี้เป็นการจำลองลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ เส้นแนวลำน้ำ โดยการนำเข้าข้อมูล DEM, ขอบเขตพื้นที่ศึกษา, เส้นแนวลำน้ำ และกำหนดจุดทางออก (outlet) ให้กับพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จากนั้นแบบจำลองจะสร้างขอบเขตลุ่มน้ำจากแผนที่ DEM และทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะความสูงต่ำของพื้นที่ เป็นต้น โดยขั้นตอนนี้แสดงได้ดังรูปที่ ข-1



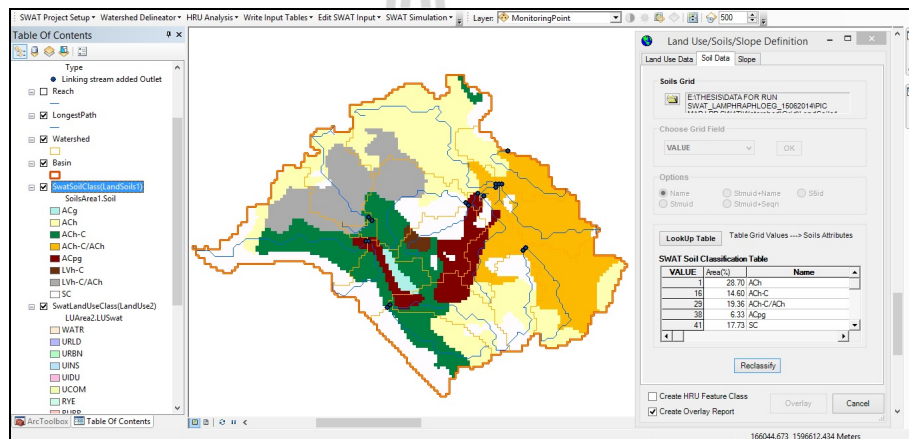
รูปที่ ข-1 การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineation)

2. การกำหนดลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดกลุ่มดิน และร้อยละความลาดชัน

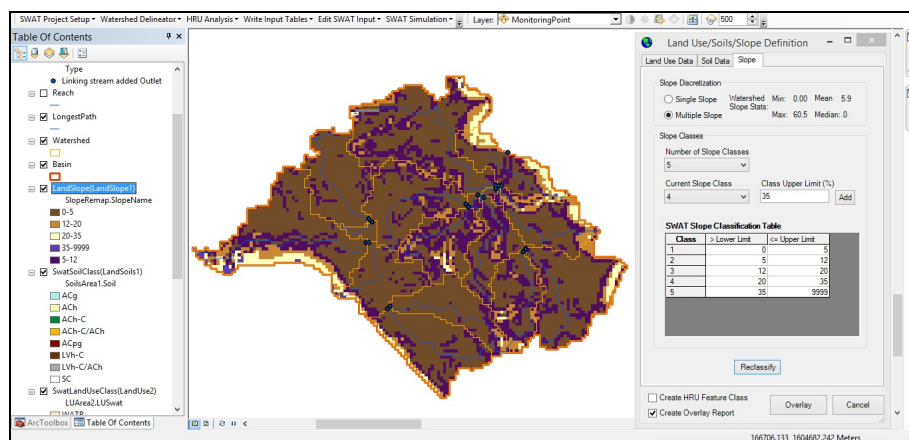
ในขั้นตอนนี้เป็นการนำเข้าข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดิน และกำหนดร้อยละของความลาดชัน ซึ่งมีการนำเข้าข้อมูล 2 ประเภทได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดิน ในรูปแบบ GIS ชนิด Raster และข้อมูลประเภทตารางรหัสชุดดินและรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อเชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลประเภท Raster จากนั้นทำการกำหนดชั้นข้อมูลร้อยละความชัน โดยขั้นตอนนี้แสดงได้ดังรูปที่ ข-2 ถึง รูปที่ ข-4



รูปที่ ข-2 การนำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน



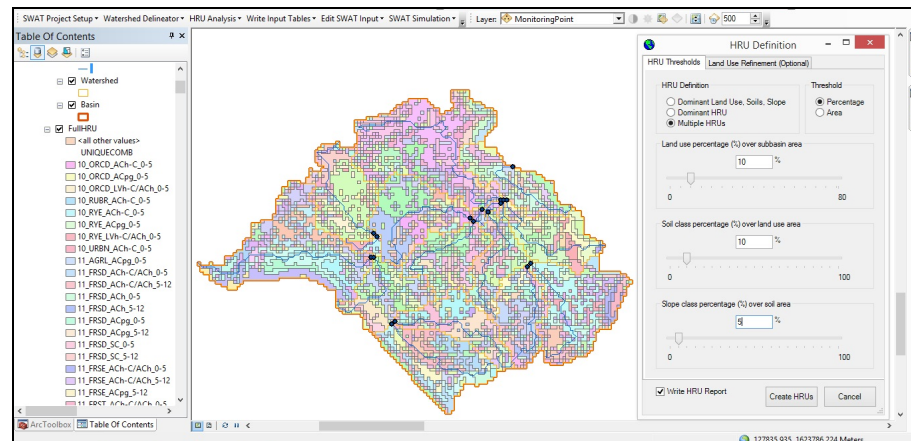
รูปที่ ข-3 การนำเข้าข้อมูลชนิดดิน



รูปที่ ข-4 การกำหนดร้อยละของความลาดชัน

3. การสร้างหน่วยจัดการอุทกวิทยา (Hydrological Response Units: HRUs)

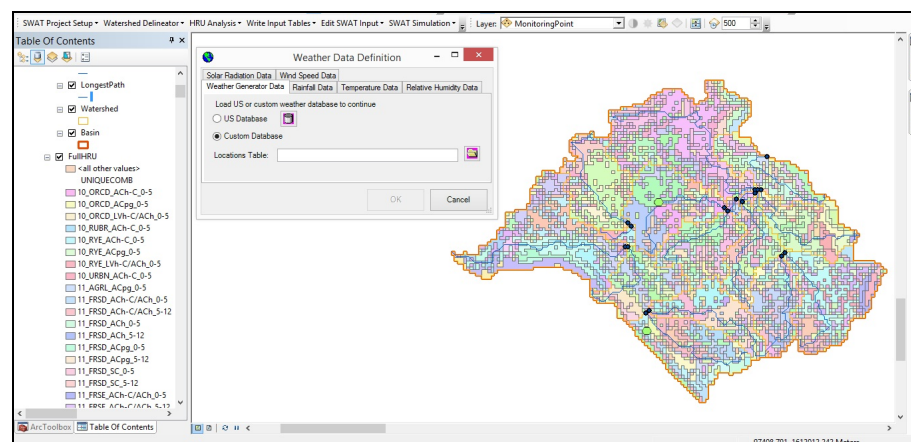
ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดลักษณะทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำ โดยในการศึกษานี้ กำหนดให้ในแต่ละกลุ่มน้ำย่อยมี HRUs สอดคล้องตามสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดินร้อยละ 10 สัดส่วนชนิดดินร้อยละ 10 และสัดส่วนความลาดชันร้อยละ 5 ซึ่งแสดงดังรูปที่ ข-5



รูปที่ ข-5 การสร้างหน่วยจัดการอุทกวิทยา

4. การนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Import Weather)

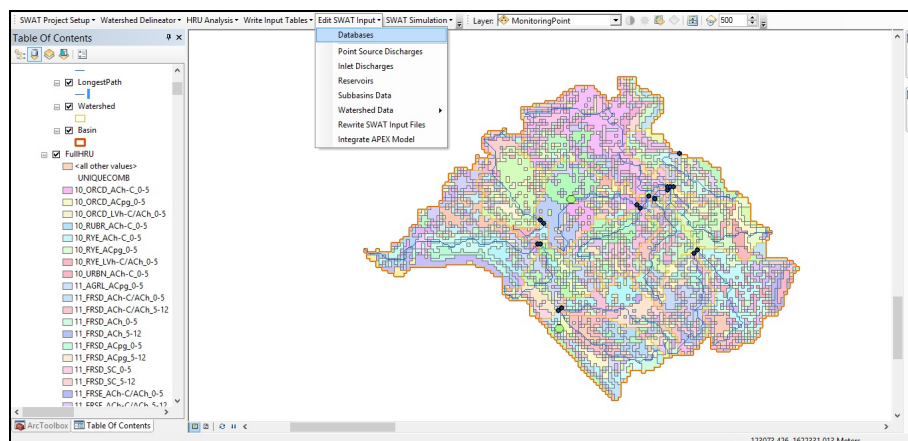
ในขั้นตอนนี้เป็นการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยาหลักที่เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปใช้ในสมการคณิตศาสตร์ในการคำนวณของแบบจำลอง SWAT ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งแสดงดังรูปที่ ข-6



รูปที่ ข-6 การนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

5. การปรับแก้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่จริง

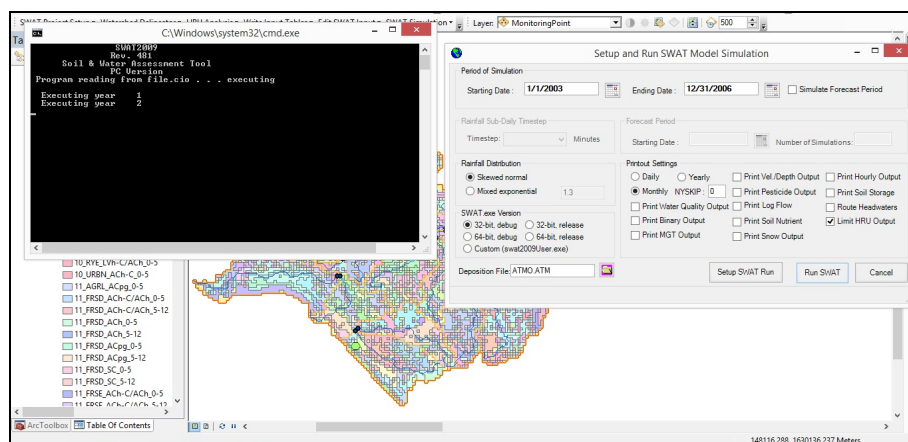
ในขั้นตอนนี้เป็นการปรับแก้พารามิเตอร์ในส่วนต่างๆ เช่น พารามิเตอร์เกี่ยวกับดิน พารามิเตอร์เกี่ยวกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน พารามิเตอร์เกี่ยวกับลำน้ำ พารามิเตอร์เกี่ยวกับน้ำใต้ดิน เป็นต้น เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่จริง ซึ่งแสดงดังรูปที่ ข-7



รูปที่ ข-6 การปรับแก้พารามิเตอร์ของแบบจำลอง SWAT

6. การตั้งค่ากำหนดช่วงเวลาการคำนวณของแบบจำลอง SWAT

ในการศึกษานี้ได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการคำนวณปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแบบรายเดือน พ.ศ.2524 - พ.ศ.2553 จึงมีการกำหนดค่าในแบบจำลองตามช่วงระยะเวลาดังกล่าว ซึ่งแสดงดังรูปที่ ข-7

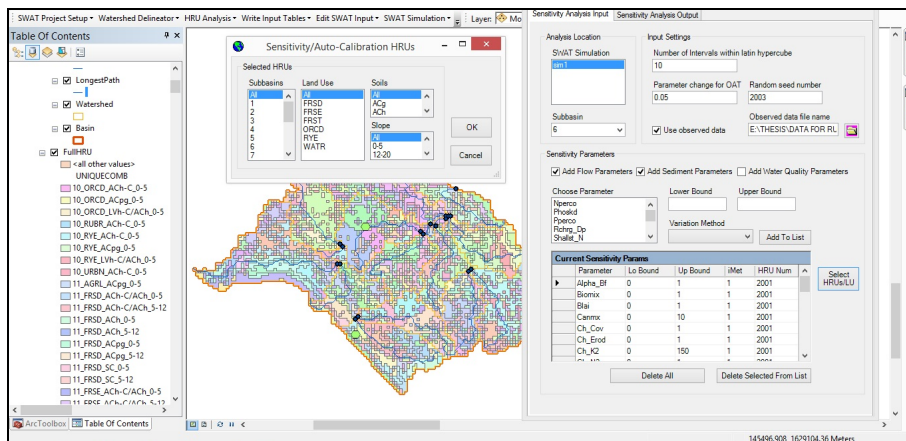


รูปที่ ข-7 การกำหนดช่วงเวลาการคำนวณของแบบจำลอง SWAT

7. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Automated Sensitivity Analysis Tools ซึ่งเป็นเครื่องมือภายใต้แบบจำลอง SWAT ในการศึกษานี้ได้เลือกพารามิเตอร์เกี่ยวกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนเท่านั้น จากนั้นทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหว เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองต่อไป ซึ่งแสดงดังรูปที่

ข-8



รูปที่ ข-8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์



ภาคผนวก ค

หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ที่ได้จากแบบจำลอง SWAT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
1	1	1_WATR_Group 48_0-5	3.6
1	2	1_WATR_Group 48_5-12	1.66
1	3	1_WATR_Group 62_0-5	1.66
1	4	1_WATR_W_5-12	1.94
1	5	1_WATR_W_0-5	4.71
1	6	1_RYE_Group 46_5-12	0.88
1	7	1_RYE_Group 46_0-5	5.59
1	8	1_RYE_Group 48_5-12	2.94
1	9	1_RYE_Group 48_0-5	6.18
1	10	1_RYE_Group 56_5-12	1.82
1	11	1_RYE_Group 56_12-20	2.13
1	12	1_RYE_Group 56_0-5	5.47
1	13	1_FRST_Group 46_0-5	3.36
1	14	1_FRST_Group 46_5-12	0.56
1	15	1_FRST_Group 48_0-5	3.36
1	16	1_FRST_Group 48_5-12	3.08
1	17	1_FRSE_Group 48_5-12	4.43
1	18	1_FRSE_Group 48_20-35	2.07
1	19	1_FRSE_Group 48_12-20	5.31
1	20	1_FRSE_Group 48_0-5	4.72
1	21	1_FRSE_Group 56_0-5	1.48
1	22	1_FRSE_Group 56_20-35	2.36
1	23	1_FRSE_Group 56_5-12	2.95
1	24	1_FRSE_Group 56_12-20	4.72
1	25	1_FRSE_Group 62_5-12	1.21
1	26	1_FRSE_Group 62_20-35	16.06
1	27	1_FRSE_Group 62_12-20	5.76
2	28	2_RYE_Group 48_5-12	36.37
2	29	2_FRSE_Group 48_0-5	45.46
2	30	2_FRSE_Group 48_5-12	18.18
3	31	3_RYE_Group 46_5-12	7.6
3	32	3_RYE_Group 46_0-5	25.73

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
3	33	3_RYE_Group 47_5-12	6.19
3	34	3_RYE_Group 47_12-20	0.98
3	35	3_RYE_Group 47_0-5	8.86
3	36	3_RYE_Group 55_0-5	6.19
3	37	3_RYE_Group 55_5-12	1.69
3	38	3_RYE_Group 55_12-20	0.42
3	39	3_FRST_Group 46_0-5	10.12
3	40	3_FRST_Group 46_5-12	2.05
3	41	3_FRST_Group 55_12-20	0.69
3	42	3_FRST_Group 55_0-5	1.52
3	43	3_FRST_Group 55_5-12	2.91
3	44	3_FRST_Group 62_12-20	1.69
3	45	3_FRST_Group 62_5-12	2.11
3	46	3_FRST_Group 62_0-5	4.08
3	47	3_FRSE_Group 46_5-12	1.76
3	48	3_FRSE_Group 46_0-5	1.65
3	49	3_FRSE_Group 46_12-20	0.71
3	50	3_FRSE_Group 47_5-12	0.35
3	51	3_FRSE_Group 47_35-9999	0.35
3	52	3_FRSE_Group 47_20-35	0.82
3	53	3_FRSE_Group 47_12-20	0.35
3	54	3_FRSE_Group 47_0-5	0.12
3	55	3_FRSE_Group 48_12-20	1.53
3	56	3_FRSE_Group 48_5-12	0.47
3	57	3_FRSE_Group 48_20-35	1.53
3	58	3_FRSE_Group 48_0-5	0.47
3	59	3_FRSE_Group 55_12-20	1.29
3	60	3_FRSE_Group 55_5-12	1.65
3	61	3_FRSE_Group 55_0-5	0.59
3	62	3_FRSE_Group 55_20-35	0.24
3	63	3_FRSE_Group 62_20-35	2.07
3	64	3_FRSE_Group 62_12-20	1.22

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
4	65	4_WATR_Group 48_5-12	11.77
4	66	4_WATR_Group 48_0-5	23.53
4	67	4_RYE_Group 46_0-5	5.88
4	68	4_RYE_Group 48_5-12	11.77
4	69	4_RYE_Group 48_0-5	5.88
4	70	4_FRSD_Group 46_5-12	5.88
4	71	4_FRSD_Group 48_0-5	5.88
4	72	4_FRSE_Group 48_0-5	23.53
4	73	4_FRSE_Group 48_5-12	5.88
5	74	5_RYE_Group 48_0-5	2.41
5	75	5_RYE_Group 48_5-12	2.11
5	76	5_RYE_Group 48_12-20	2.41
5	77	5_RYE_Group 56_12-20	2.15
5	78	5_RYE_Group 56_5-12	5.83
5	79	5_RYE_Group 56_0-5	30.36
5	80	5_FRSE_Group 31_0-5	5.33
5	81	5_FRSE_Group 31_12-20	2.07
5	82	5_FRSE_Group 31_5-12	2.96
5	83	5_FRSE_Group 48_0-5	1.18
5	84	5_FRSE_Group 48_5-12	6.51
5	85	5_FRSE_Group 48_20-35	0.89
5	86	5_FRSE_Group 48_12-20	7.99
5	87	5_FRSE_Group 56_20-35	1.48
5	88	5_FRSE_Group 56_0-5	4.44
5	89	5_FRSE_Group 56_12-20	4.73
5	90	5_FRSE_Group 56_5-12	8.58
5	91	5_FRSE_Group 62_5-12	1.48
5	92	5_FRSE_Group 62_20-35	3.85
5	93	5_FRSE_Group 62_12-20	3.25
6	94	6_RYE_Group 46_0-5	4.35
6	95	6_RYE_Group 46_5-12	13.05
6	96	6_RYE_Group 48_0-5	26.09

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
6	97	6_RYE_Group 48_5-12	4.35
6	98	6_FRSD_Group 46_0-5	17.39
6	99	6_FRSD_Group 46_5-12	26.09
6	100	6_FRSD_Group 48_0-5	8.7
7	101	7_ORCD_Group 47_0-5	10.47
7	102	7_ORCD_Group 47_5-12	2.04
7	103	7_ORCD_Group 55_0-5	5.88
7	104	7_ORCD_Group 62_5-12	0.54
7	105	7_ORCD_Group 62_0-5	4.83
7	106	7_RYE_Group 47_0-5	29.12
7	107	7_RYE_Group 55_5-12	2.5
7	108	7_RYE_Group 55_0-5	44.64
8	109	8_RYE_Group 46_5-12	12.37
8	110	8_RYE_Group 46_0-5	42.12
8	111	8_RYE_Group 48_0-5	27.36
8	112	8_RYE_Group 48_5-12	6.84
8	113	8_RYE_Group 62_0-5	4.48
8	114	8_RYE_Group 62_12-20	1.18
8	115	8_RYE_Group 62_5-12	5.66
9	116	9_RYE_Group 46_5-12	12.93
9	117	9_RYE_Group 46_12-20	2.38
9	118	9_RYE_Group 46_0-5	6.12
9	119	9_RYE_Group 48_12-20	12.09
9	120	9_RYE_Group 48_5-12	35.56
9	121	9_RYE_Group 48_0-5	30.93
10	122	10_ORCD_Group 25_0-5	2.22
10	123	10_ORCD_Group 56_0-5	11.11
10	124	10_RYE_Group 25_0-5	24.45
10	125	10_RYE_Group 35_0-5	24.45
10	126	10_RYE_Group 56_0-5	37.78
11	127	11_RYE_Group 46_5-12	25.67
11	128	11_RYE_Group 46_0-5	30.56

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
11	129	11_RYE_Group 46_12-20	4.07
11	130	11_RYE_Group 56_5-12	4.48
11	131	11_RYE_Group 56_0-5	10.19
11	132	11_RYE_Group 56_12-20	1.63
11	133	11_FRSD_Group 46_5-12	6.95
11	134	11_FRSD_Group 46_0-5	12.8
11	135	11_FRSD_Group 62_5-12	1.46
11	136	11_FRSD_Group 62_0-5	2.19
12	137	12_ORCD_Group 47_5-12	0.63
12	138	12_ORCD_Group 47_0-5	6.33
12	139	12_ORCD_Group 55_0-5	6.2
12	140	12_ORCD_Group 55_5-12	0.63
12	141	12_RYE_Group 47_0-5	15.84
12	142	12_RYE_Group 47_5-12	1.95
12	143	12_RYE_Group 55_5-12	1.3
12	144	12_RYE_Group 55_0-5	11.43
12	145	12_FRSE_Group 47_5-12	8.3
12	146	12_FRSE_Group 47_12-20	2.65
12	147	12_FRSE_Group 47_20-35	2.42
12	148	12_FRSE_Group 47_0-5	3.92
12	149	12_FRSE_Group 48_20-35	0.92
12	150	12_FRSE_Group 48_12-20	2.19
12	151	12_FRSE_Group 48_5-12	2.19
12	152	12_FRSE_Group 48_0-5	1.38
12	153	12_FRSE_Group 55_0-5	3.81
12	154	12_FRSE_Group 55_5-12	2.88
12	155	12_FRSE_Group 62_5-12	4.5
12	156	12_FRSE_Group 62_35-9999	2.42
12	157	12_FRSE_Group 62_0-5	1.27
12	158	12_FRSE_Group 62_12-20	6.92
12	159	12_FRSE_Group 62_20-35	9.92
13	160	13_RYE_Group 46_12-20	4.96

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
13	161	13_RYE_Group 46_0-5	21.37
13	162	13_RYE_Group 46_5-12	10.3
13	163	13_RYE_Group 48_12-20	1.49
13	164	13_RYE_Group 48_5-12	10.04
13	165	13_RYE_Group 48_0-5	12.65
13	166	13_RYE_Group 56_5-12	1.47
13	167	13_RYE_Group 56_0-5	6.59
13	168	13_RYE_Group 62_12-20	0.73
13	169	13_RYE_Group 62_0-5	4.03
13	170	13_RYE_Group 62_5-12	4.4
13	171	13_FRSD_Group 46_0-5	8.4
13	172	13_FRSD_Group 46_5-12	5.04
13	173	13_FRSD_Group 62_0-5	3.26
13	174	13_FRSD_Group 62_12-20	0.81
13	175	13_FRSD_Group 62_5-12	4.48
14	176	14_ORCD_Group 29_5-12	0.78
14	177	14_ORCD_Group 29_0-5	1.37
14	178	14_ORCD_Group 31_5-12	1.37
14	179	14_ORCD_Group 31_0-5	9.97
14	180	14_ORCD_Group 48_0-5	2.15
14	181	14_ORCD_Group 48_5-12	0.59
14	182	14_RYE_Group 31_5-12	11.15
14	183	14_RYE_Group 31_0-5	42.17
14	184	14_RYE_Group 48_12-20	1.11
14	185	14_RYE_Group 48_0-5	5.53
14	186	14_RYE_Group 48_5-12	3.98
14	187	14_FRSE_Group 31_5-12	3.57
14	188	14_FRSE_Group 31_0-5	0.99
14	189	14_FRSE_Group 31_12-20	2.58
14	190	14_FRSE_Group 31_20-35	2.78
14	191	14_FRSE_Group 48_12-20	1.19
14	192	14_FRSE_Group 48_20-35	0.79

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
14	193	14_FRSE_Group 48_5-12	1.19
14	194	14_FRSE_Group 62_12-20	4.57
14	195	14_FRSE_Group 62_0-5	0.4
14	196	14_FRSE_Group 62_20-35	0.6
14	197	14_FRSE_Group 62_5-12	1.19
15	198	15_ORCD_Group 48_5-12	2.2
15	199	15_ORCD_Group 48_0-5	5.67
15	200	15_ORCD_Group 55_0-5	5.67
15	201	15_ORCD_Group 55_5-12	1.26
15	202	15_ORCD_Group 56_0-5	2.83
15	203	15_RYE_Group 48_5-12	2.81
15	204	15_RYE_Group 48_0-5	18.13
15	205	15_RYE_Group 55_0-5	16.88
15	206	15_RYE_Group 55_5-12	1.25
15	207	15_RYE_Group 56_0-5	7.5
15	208	15_FRSE_Group 48_5-12	4.95
15	209	15_FRSE_Group 48_0-5	9.6
15	210	15_FRSE_Group 56_5-12	0.56
15	211	15_FRSE_Group 56_0-5	7.56
15	212	15_FRSE_Group 62_5-12	2.8
15	213	15_FRSE_Group 62_20-35	4.48
15	214	15_FRSE_Group 62_35-9999	0.84
15	215	15_FRSE_Group 62_0-5	1.68
15	216	15_FRSE_Group 62_12-20	3.36
16	217	16_RYE_Group 35_0-5	13.54
16	218	16_RYE_Group 46_5-12	3.05
16	219	16_RYE_Group 46_0-5	13.54
16	220	16_RYE_Group 48_0-5	52.79
16	221	16_FRSE_Group 46_0-5	0.97
16	222	16_FRSE_Group 46_5-12	2.26
16	223	16_FRSE_Group 48_0-5	1.94
16	224	16_FRSE_Group 48_5-12	0.32

ตารางที่ ค-1 หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) ในลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับ	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)	ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย
16	225	16_FRSE_Group 62_0-5	0.97
16	226	16_FRSE_Group 62_20-35	0.97
16	227	16_FRSE_Group 62_5-12	5.16
16	228	16_FRSE_Group 62_12-20	4.52
17	229	17_RYE_Group 40_0-5	6.22
17	230	17_RYE_Group 48_0-5	15.32
17	231	17_RYE_Group 48_5-12	4.55
17	232	17_RYE_Group 55_5-12	0.72
17	233	17_RYE_Group 55_0-5	4.31
17	234	17_RYE_Group 56_0-5	5.27
17	235	17_FRST_Group 29_0-5	6.54
17	236	17_FRST_Group 48_0-5	4.12
17	237	17_FRST_Group 48_5-12	2.42
17	238	17_FRST_Group 62_12-20	0.23
17	239	17_FRST_Group 62_0-5	0.93
17	240	17_FRST_Group 62_5-12	0.7
17	241	17_FRSE_Group 48_12-20	2.27
17	242	17_FRSE_Group 48_5-12	12.47
17	243	17_FRSE_Group 48_0-5	17.91
17	244	17_FRSE_Group 48_20-35	2.49
17	245	17_FRSE_Group 62_20-35	5.21
17	246	17_FRSE_Group 62_5-12	2.95
17	247	17_FRSE_Group 62_0-5	1.59
17	248	17_FRSE_Group 62_12-20	3.63

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ภัทรพร แสงทอง และปรีชาพร โภษา, 2557 การประเมินปริมาณน้ำทำด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วารสารปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558 (อยู่ระหว่างการพิจารณาและประเมินบทความเพื่อดำเนินการปรับปรุง/แก้ไขและตีพิมพ์เผยแพร่)





วารสารวิชาการวิศวกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok

แบบตอบรับบทความเพื่อลงพิมพ์
วารสารวิชาการวิศวกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558

ที่ 249/2556

วันที่ 4 ธันวาคม 2556

เรื่อง การรับบทความเพื่อลงพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรียน คุณภัทรพร แสงทอง

ตามที่ท่านได้จัดส่งบทความวิจัย เรื่องการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาพื้นที่
ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน (Estimation of Streamflow using SWAT Model: A Case Study of Upper
Lumphraphloeng River Basin) มาเพื่อพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรมพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ นั้น ในการนี้ขอเรียนให้ท่านทราบว่ากองบรรณาธิการวารสารวิชาการวิศวกรรมพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ ได้รับบทความของท่านเพื่อลงพิมพ์ในวารสารปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณที่ท่านส่งบทความเพื่อลงพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรม
พระจอมเกล้าพระนครเหนือในครั้งนี้



(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วิภาวิวัฒน์)
บรรณาธิการวารสารวิชาการวิศวกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ภัทรพร แสงทอง^{1*} และ ปรียาพร โภษา²

บทคัดย่อ

แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยาที่สามารถเชื่อมโยงได้กับข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และเป็นแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ตามพื้นที่แบบกระจายพารามิเตอร์ ถูกนำมาทดสอบเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน และวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี โดยอาศัยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดิน ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย และข้อมูลอุทกวิทยา จากผลการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนพบว่า ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT มีความสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดเป็นอย่างดี โดยผลการสอบเทียบแบบจำลอง ที่สถานีวัด M.171 ในช่วง พ.ศ. 2546-2549 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.84 ค่า Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) เท่ากับ 0.84 และผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองในช่วง พ.ศ.2550-2553 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.89 ค่า Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) เท่ากับ 0.90 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง SWAT มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน

ผลการศึกษา พบว่า อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีไหลลงอ่างเท่ากับ 94.11, 104.94, 136.68, และ 153.91 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี, 20 ปี, 50 ปี และ 100 ปี ตามลำดับ ดังนั้น การเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำให้มากขึ้นจึงมีความจำเป็นต่อพื้นที่ด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ นอกจากนี้ ลุ่มน้ำย่อยบริเวณต้นน้ำควรอนุรักษ์ป่าไม้ พร้อมทั้งเพิ่มอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กและฝายเพื่อชะลอน้ำ และลุ่มน้ำย่อยด้านท้ายน้ำควรที่จะขุดลอกแม่น้ำ เพื่อให้น้ำสามารถไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงได้ดี

คำสำคัญ : น้ำท่า, ลุ่มน้ำลำพระเพลิง, SWAT

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

* ผู้ติดต่อ, อีเมลล์: st.patcha@hotmail.com

Estimation of Streamflow using SWAT: A Case Study of Upper Lam Phra Phloeng River Basin

Phattaraporn Sangthong^{1*} and Preeyaphorn Kosa²

Abstract

SWAT is embedded with Geographic Information System or GIS. The parameter distributions of SWAT were monthly analyzed to estimate the mean monthly streamflow in the Upper Lam Phra Phloeng River Basin. The mean monthly streamflow was analyzed using rainfall data at return period 10 year 20 year 50 year and 100 year. Moreover, the input data of this model were consisted of the Digital Elevation Map (DEM), land use, soil characteristic, weather data, and hydrological data. The monthly calibration at M.171 station during 2004-2008 were consisted of a coefficient of determination (R^2) = 0.84 and a Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) = 0.84. Thereafter, the results of monthly validation during 2009-2010 were contained a coefficient of determination (R^2) = 0.89 and a Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) = 0.90. Then, SWAT is suitable for the mean monthly streamflow computation in the Upper Lam Phra Phloeng River Basin.

The results presents that the mean annual streamflow to the Lam Phra Phloeng reservoir at return period 10 years, 20 years, 50 years and 100 years are 94.11 MCM, 104.94 MCM, 136.68 MCM, and 153.91 MCM, respectively. Therefore, the capacity of the Lam Phra Phloeng reservoir should be increased to serve the downstream area. In addition, the conservation forest, the small reservoirs, and dams should be considered in the upstream sub-basin. For the downstream sub-basin, the river should be dredged to drainage water into the Lam Phra Phloeng reservoir.

Keywords: streamflow, Lam Phra Phloeng, SWAT

¹ Master Degree Graduate, School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology

² Assistant Professor, School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology

* Corresponding author, E-mail: st.patcha@hotmail.com

1. บทนำ

ในหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการเร่งพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ทำให้ความต้องการใช้น้ำทุกภาคส่วนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เช่น ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ความต้องการใช้น้ำชลประทานภาคการเกษตร การอุตสาหกรรม และการรักษาระบบนิเวศน์ ซึ่งในปี พ.ศ. 2553 มีแหล่งเก็บกักน้ำที่มีความจุเพียงร้อยละ 38 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเท่านั้น [1] ดังนั้น ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำให้เหมาะสม จึงจำเป็นจะต้องทราบว่าในพื้นที่นั้นมีปริมาณน้ำต้นทุนอยู่มากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะนำน้ำต้นทุนนั้นไปใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำต่อไป

แบบจำลองคณิตศาสตร์หาความสัมพันธ์ของน้ำฝนน้ำท่า หรือแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ผ่านมาเป็นการจำลองน้ำท่าในลักษณะของการพิจารณารวมและเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ทั้งลุ่มน้ำ แต่แบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่จำลองลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำแบบกระจายพารามิเตอร์ตามสภาพทางกายภาพของพื้นที่จริง โดยมีกระบวนการคำนวณที่มีประสิทธิภาพ [5]

การศึกษาอิทธิพลของการเกษตรต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ท่า จ.ลำพูน โดยใช้แบบจำลอง SWAT มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำย่อยที่มีกิจกรรมทางการเกษตร สำหรับนำไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้ทำการปรับมาตรฐานแบบจำลองในช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2551 กับจุดวัดน้ำ P.77 ของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง SWAT สามารถใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า โดยมีความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจ ($R^2 = 0.72, E = 0.72$) [3]

การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนนั้น มีการลดลงของป่าไม้การเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมและการขยายพื้นที่เขตเมืองมากขึ้น เป็นผลให้เกิดช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำ

แล้งที่ขึ้นแบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT ใช้ในการจำลองหากระบวนการเกิดปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2533, 2544 และ 2549 และใช้ข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาแบบอนุกรมก่อนปี พ.ศ. 2533 ผลการคำนวณจะเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดสถานี P.1 ค่าเฉลี่ยรายปีและรายเดือนมีการกระจายตัวความแตกต่างเล็กน้อย แต่กรณีศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน [4]

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ลุ่มน้ำเหลือง เพื่อประเมินการเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในช่วงปี ค.ศ. 1992-1997 ทำการสอบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ปี ค.ศ. 1998-1999 ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ และค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล Nash-Sutcliffe Efficiency มากกว่า 0.7 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง SWAT สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน เพื่อใช้สำหรับการวางแผนทางด้านทรัพยากรน้ำและการอนุรักษ์ดิน[10]

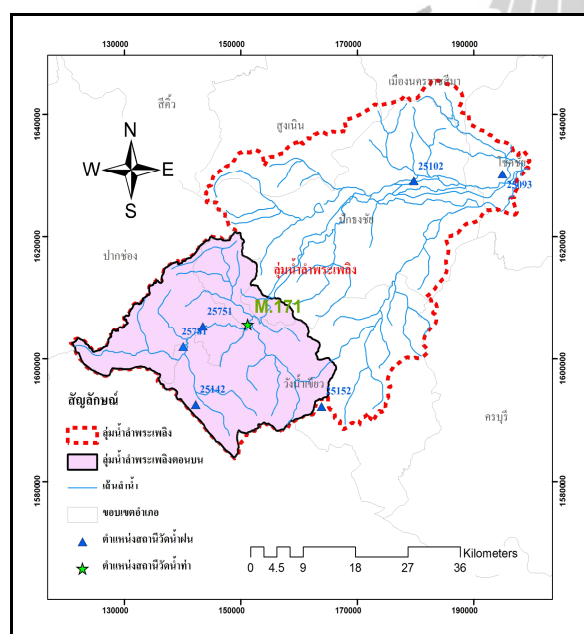
การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ลาดเชิงเขาและเกษตรกรรมทางตอนเหนือของประเทศกรีซ โดยศึกษาภายใต้สภาพอากาศและดินในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ทำการศึกษาข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่าปริมาณน้ำท่า โดยได้ปรับเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดช่วงปี ค.ศ. 1998-2000 ซึ่งผลที่ได้มีความใกล้เคียงกับสภาพจริง ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มากกว่า 0.7 และค่า Root Mean Square Error (RMSE) มากกว่า 0.3 ผลที่ได้จากการตรวจสอบสามารถบอกถึงประสิทธิภาพที่ดีของแบบจำลองและสามารถนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้ในการจัดการลุ่มน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7]

สำหรับพื้นที่ศึกษาในการวิจัยนี้ คือ ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เมื่อเกิดอุทกภัยจะสร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนเป็นอย่างมาก การศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง SWAT ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา ในการพิจารณาค่าปัจจัยต่างๆ ทางธรรมชาติด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ สำหรับ

วิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมทั้งการบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี, 20 ปี, 50 ปี และ 100 ปี

2. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา มีต้นน้ำจากเทือกเขาสนักำแพง ไหลผ่านอำเภอน้ำเขียว อำเภอบัวชุม และบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอโชคชัย โดยตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 14 องศา 18 ลิปดา ถึง 14 องศา 38 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 101 องศา 29 ลิปดา ถึง 101 องศา 54 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 807 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้ ทิศเหนือ ติดต่อกับ อ.บัวชุม จ. นครราชสีมา ทิศใต้ ติดต่อกับ อ.ประจันตคาม อ.นาดี จ. ปราจีนบุรี ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา และทิศตะวันตก ติดต่อกับ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิอากาศของลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยสภาพฝนจะเริ่มตกจากปลายเดือนเมษายน มีฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนหรือเดือนกรกฎาคม และจะมีฝนชุกมากในเดือนกันยายนและตุลาคม เนื่องจากระยะนี้มักจะมีพายุดีเปรสชันผ่านเข้ามา ที่สถานีห้วยนางอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงฝนเฉลี่ยจากปี พ.ศ.2521 – ปี พ.ศ. 2550 เฉลี่ย 1,135.80 มิลลิเมตร ฝนมากที่สุดปี พ.ศ.2553 วัดได้ 1,567.60 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณฝนน้อยที่สุดปี พ.ศ. 2527 วัดได้ 714.10 มิลลิเมตร [2]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษานี้มีขั้นตอนการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 2

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1) ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (Topography Map) แผนที่ภูมิศาสตร์ในรูปตัวเลขหรือ Digital Elevation Model (DEM) ใช้เป็นฐานข้อมูลที่บอกถึงลักษณะของพื้นผิวของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยข้อมูล DEM สามารถใช้ในเส้นแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำได้ [6]

2) ข้อมูลแผนที่ดิน (Soil Map) การศึกษานี้จะใช้แผนที่ดินของจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้มาจากกรมพัฒนาที่ดินโดยจะแสดงถึงชนิดและคุณสมบัติของดินในพื้นที่

3) ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use/Land Cover Map) การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2551 จากกรมพัฒนาที่ดิน โดยนำมาใช้สำหรับการแบ่งประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแบบจำลอง SWAT

4) ข้อมูลเส้นแนวลำน้ำ แม้ว่าข้อมูลเส้นแนวลำน้ำจะสามารถกำหนดได้จากการลากเส้นแม่น้ำโดยอาศัยแผนที่ DEM แต่ความละเอียดถูกต้องของแนวแม่น้ำจริงก็ยังมีจำเป็นต้องใช้ในแบบจำลองนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มความละเอียดถูกต้องให้กับข้อมูลเส้นแนวแม่น้ำที่ได้จาก DEM

5) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 - พ.ศ.2553 ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถเก็บ

รวบรวมได้จากสถานีตรวจอากาศ สำหรับข้อมูลสภาพอากาศที่ใช้สำหรับพื้นที่ลุ่มแม่น้ำลำพระเพลิง ได้มาจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาและสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน โดยตำแหน่งสถานีแสดงดังรูปที่ 1

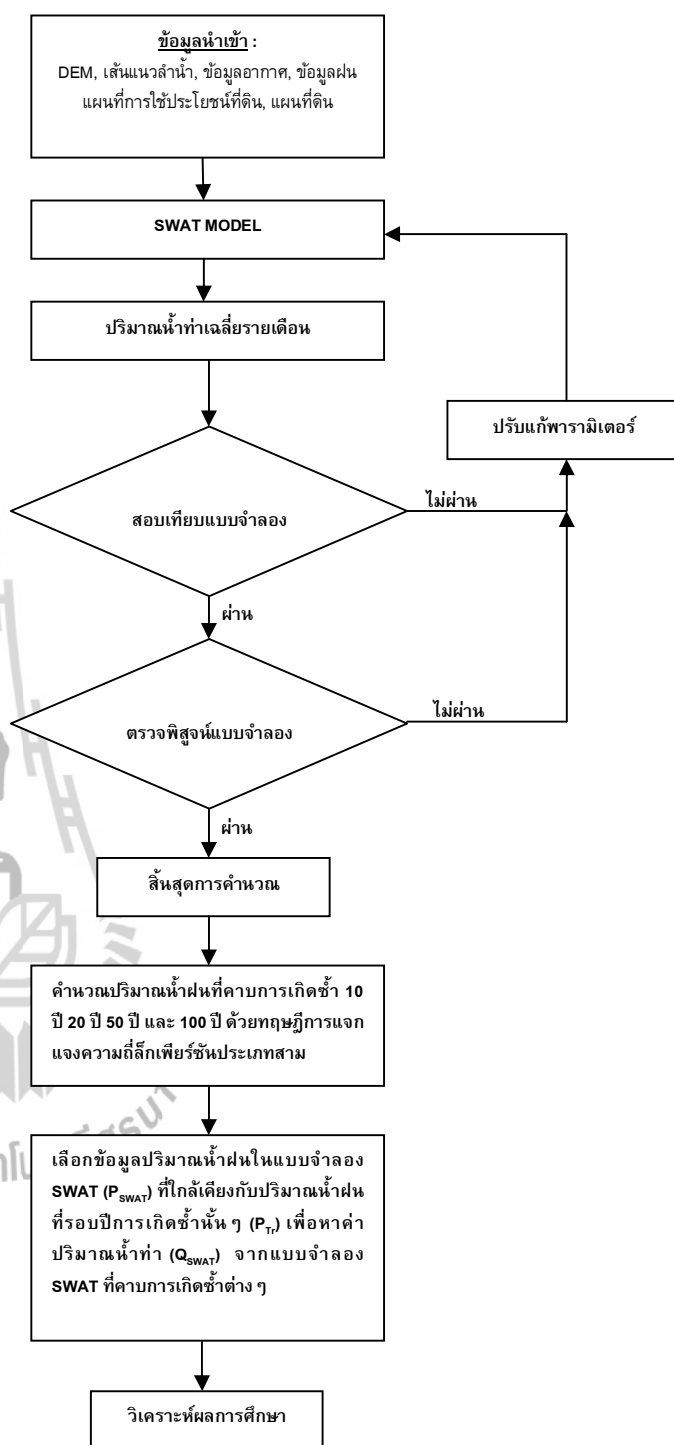
6) ข้อมูลน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลือกใช้สถานีวัดน้ำท่า M.171 จากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งตำแหน่งสถานีแสดงดังรูปที่ 1

3.2 แบบจำลองอุทกวิทยา SWAT

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา สามารถใช้เชื่อมโยงได้กับข้อมูลระบบ GIS โดย SWAT เป็นแบบจำลองประเภทจำลองแบบกระบวนการทางอุทกในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ (River Basin Scale Model) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบในเชิงปริมาณของการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน โดยเป็นแบบจำลองที่เป็นสาธารณสิทธิ์ (Public Domain Model) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Backland Research Center, TAES และ United States Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS)

ส่วนประกอบของแบบจำลอง ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนอุทกวิทยานบนผิวดิน และส่วนการเคลื่อนตัวของน้ำ

1) อุทกวิทยานบนผิวดิน (ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย) เป็นแบบจำลองที่ใช้ควบคุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของแบบจำลอง SWAT ซึ่งแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 8 ส่วน คือ อุทกวิทยา (Hydrology) สภาพอากาศ (Weather Conditions) การตกตะกอน (Sedimentation) อุณหภูมิของดิน (Soil Temperature) การเติบโตของพืช (Crop Growth) สารอาหารพืช (Nutrients) ยาฆ่าแมลง (Pesticides) และการจัดการทางการเกษตร (Agricultural Management)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษา

2) ส่วนการเคลื่อนตัวของน้ำ เป็นส่วนของการเคลื่อนตัวของน้ำในแบบจำลอง SWAT ที่ประกอบด้วย การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำ (Channel Routing) และการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Routing) โดยที่การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำ ประกอบด้วย การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมผ่านทางน้ำ การเคลื่อนตัวของน้ำผ่านแหล่งกักน้ำ (Impoundment Routing) การเคลื่อนตัวของตะกอนในทางน้ำ (Channel Sediment Routing) และการเคลื่อนตัวของสารอาหาร และยาฆ่าแมลงผ่านทางน้ำสำหรับการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย สมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ และการเคลื่อนตัวผ่านอ่างเก็บน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอนผ่านอ่างเก็บน้ำ และการเคลื่อนตัวของสารอาหาร และยาฆ่าแมลง

โดยสมการหลักที่เป็นสมการพื้นฐานของการคำนวณวงจรอุทกวิทยาส่วนพื้นดิน คือสมการสมดุลของน้ำ ดังนี้

$$SW_{t+1} = SW + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i) \quad (1)$$

เมื่อ SW คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในดินที่ความตื้น 15 บรรยากาศ, t คือ เวลา มีหน่วยเป็นวัน, R_i คือ ค่าของฝนรายวัน, Q_i คือ ค่าของน้ำท่ารายวัน, ET_i คือ ค่าของการคายระเหยของน้ำรายวัน, P คือ ค่าของการไหลซึมลงดินรายวัน, QR_i คือ ค่าของ Return Flow รายวัน [9]

3.3 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น จะใช้การเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากสถานีตรวจวัด M.171 โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกช่วงการเปรียบเทียบแบบจำลอง ตั้งแต่พ.ศ. 2546 – พ.ศ. 2549 และช่วงการตรวจพิสูจน์แบบจำลองตั้งแต่ พ.ศ. 2550 – พ.ศ. 2553 โดยจะต้องมีอัตราส่วนของข้อมูลทั้งสองคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่าวกกลับไม่เกินร้อยละ 5 และใช้ค่าทางสถิติตรวจสอบ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) และค่า

Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) ดังสมการที่ (2) และสมการที่ (3) โดยผลที่แสดงระดับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง [8] แสดงได้ดังตารางที่ 1 และพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 2

1) สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})(Q_i - \bar{Q})}{\left[\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2 \right]^{0.5} \left[\sum_{i=1}^N (Q_i - \bar{Q})^2 \right]^{0.5}} \right\} \quad (2)$$

2) Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE)

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2} \quad (3)$$

เมื่อ O_i = ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจริงที่เวลาใด ๆ, Q_i = ค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองที่เวลาใด ๆ, \bar{O} = ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจริงเฉลี่ยที่เวลาใด ๆ, N = จำนวนข้อมูลน้ำท่าที่พิจารณาความคลาดเคลื่อน

นอกจากการพิจารณาค่าทางสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้ว ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ใช้การเปรียบเทียบกราฟถึงการเข้ากันได้ดีของรูปร่างกราฟน้ำท่าระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำท่า M.171 โดยรูปร่างของกราฟจะต้องใกล้เคียงกันและไปในทิศทางเดียวกัน

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่ล็อกเพียร์สันประเภทสาม (Log Pearson Type III Distribution) ซึ่งทฤษฎีการแจกแจงความถี่นี้ใช้หลักเปลี่ยนจากข้อมูลเดิมเป็นค่าล็อกการิซึมของข้อมูล ซึ่งเรียกว่า log transformed data นั่นคือ แต่ละค่าของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี R จะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ $\log R_i$ และการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{LogMean} = \log R = \frac{\sum_{i=1}^N \log R_i}{N} \quad (4)$$

$$\text{LogStandardDeviation}(S_{\log R}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [\log R_i - \log R]^2}{N-1}} \quad (5)$$

$$\text{LogSkewCoefficient}(G_{\log R}) = \frac{N \sum_{i=1}^N [\log R_i - \log R]^3}{(N-1)(N-2)(S_{\log R})^3} \quad (6)$$

เมื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ได้แล้ว คำนวณขนาดของปริมาณน้ำฝน R_{Tr} ที่มีรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ย Tr ปี ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\log R_{Tr} = \log R + K_{Tr}(S_{\log R}) \quad (7)$$

เมื่อ K_{Tr} เป็นค่าแฟกเตอร์ เรียกว่า skew curve factor สำหรับแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ย Tr และเมื่อคำนวณค่า $\log R_{Tr}$ ได้แล้วก็ใช้แอนตี้ล็อกคำนวณค่า R_{Tr}

ตารางที่ 1 ระดับการประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง ด้วยค่าทางสถิติสำหรับรายเดือน

ระดับการประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง	R^2	NSE
ดีมาก	>0.5 ซึ่งถือว่าผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ และยอมรับได้	$0.75 \leq NSE \leq 1.00$
ดี		$0.65 < NSE \leq 0.75$
น่าพอใจ		$0.50 < NSE \leq 0.65$
ไม่น่าพอใจ		$NSE > 0.50$

ตารางที่ 2 ระดับการประเมินประสิทธิผลของแบบจำลอง ด้วยค่าทางสถิติสำหรับรายเดือน

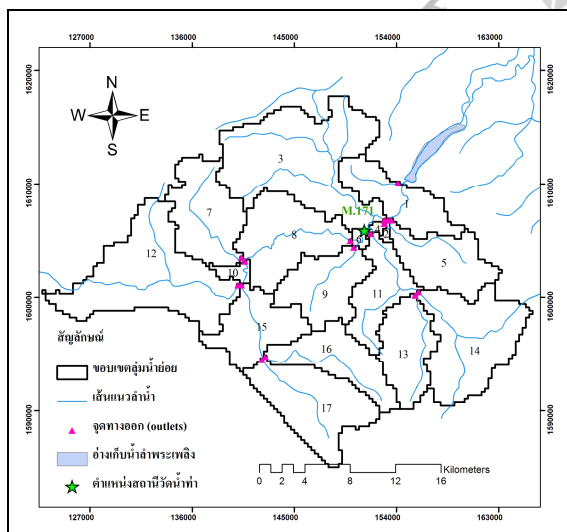
พารามิเตอร์	คำอธิบาย	ช่วงของพารามิเตอร์
SOL_AWC	Available Water Capacity of the Soil Layer	ค่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินที่สามารถเก็บไว้ได้ เพื่อพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์
ESCO	Soil Evaporation Compensation Factor	ค่าแฟกเตอร์ชดเชยการระเหยในดิน ใช้ปรับแก้การกระจายความลึกที่พบในดิน หรือความต้องการการระเหยของดินที่ส่งผลต่อการดึงตูดน้ำในดิน
CN2	Initial SCS Curve Number II Value	ค่าเริ่มต้นของการหาหน้าทำด้วยวิธี SCS Curve Number สำหรับเงื่อนไขความชื้นที่ 2 โดยค่า CN เป็นฟังก์ชันของการซึมได้ในดินและสภาพการใช้ที่ดิน
GWQMN	Threshold Depth of Water in the Shallow Aquifer Required for Return Flow to Occur	ค่าปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดในชั้นแหล่งน้ำตื้นที่ต้องการ เพื่อทำให้เกิดการไหลของน้ำใต้ดินที่ไหลจากชั้นแหล่งน้ำตื้นเป็นปริมาณน้ำไหลกลับ (Return Flow) สู่น้ำ
REVAPMN	Threshold dept of water in the shallow aquifer for "revap" to occur.	ค่าปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดในชั้นแหล่งน้ำตื้นที่ทำให้เกิดการไหลของน้ำใต้ดินจากชั้นแหล่งน้ำตื้นซึมสู่ชั้นน้ำใต้ดินที่ลึกลงไป
ALPHA_BF	Base Flow alpha Factor	ค่าแฟกเตอร์การไหลลดลงของปริมาณการไหลพื้นฐาน
GW_REVEP	Groundwater "revap" coefficient.	ค่าสัมประสิทธิ์การระเหยของน้ำใต้ดิน คือ การเคลื่อนย้ายน้ำจากชั้นแหล่งน้ำตื้นไปสู่ชั้นดินที่ยังไม่อิ่มตัว อาจรวมถึงการเคลื่อนย้ายน้ำจากชั้นที่ลึกลงไปอีกมาสู่ชั้นเขตรากพืชจากการตูดน้ำของพืช

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการจำลองสภาพพื้นที่จากแบบจำลอง

เมื่อนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิประเทศในรูปแบบข้อมูล DEM ที่มีความละเอียด 30 เมตร x 30 เมตร ข้อมูลแนวเส้นแม่น้ำ และกำหนดจุดทางออก (Outlets) ของลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนที่บริเวณท้ายลุ่มน้ำในแบบจำลอง SWAT เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยด้วยเครื่องมือแบบอัตโนมัติ (Automated Watershed Delineation Tools) ภายใต้แบบจำลอง SWAT โดยสามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาออกได้เป็น 17 พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแสดงดังรูปที่ 3 มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงดังตารางที่ 3

ลักษณะและทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมีลำดับการไหลดังนี้ ลุ่มน้ำย่อยที่ 16 และ 17 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 15 ลุ่มน้ำย่อยที่ 15 และ 12 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 10 ลุ่มน้ำย่อยที่ 10 และ 7 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 8 ลุ่มน้ำย่อยที่ 8 และ 9 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 6 ลุ่มน้ำย่อยที่ 6 และ 11 (ลุ่มน้ำย่อยที่ 13 และ 14 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 11) ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 4 ลุ่มน้ำย่อยที่ 4, 3 และ 2 (ลุ่มน้ำย่อยที่ 5 ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 2) ไหลลงลุ่มน้ำย่อยที่ 1 จากนั้นปริมาณน้ำที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 จะไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงที่จุดทางออกสุดท้าย



รูปที่ 3 ลุ่มน้ำย่อยที่ถูกแบ่งด้วยแบบจำลอง SWAT

4.2 ผลการปรับเทียบปริมาณน้ำท่า (Streamflow calibration)

ในกระบวนการปรับเทียบแบบจำลอง พารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่า และใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ได้แก่ SOL_AWC, ESCO, CN2, GWQMN, REVAPMN, ALPHA_BF และ GW_REVP ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ แสดงดังตารางที่ 4 ผลการปรับเทียบแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 5 และกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีวัด M.171 แสดงดังรูปที่ 4

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการวัด ค่าร้อยละความแตกต่างของข้อมูลทั้ง 2 ชุด เท่ากับ 0.6 โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.84 และค่า NSE เท่ากับ 0.84 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก และจากผลการปรับเทียบแบบจำลอง กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าของข้อมูลทั้ง 2 ชุดมีรูปร่างใกล้เคียงกัน และไปในทิศทางเดียวกัน

4.3 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า (Streamflow validation)

จากผลการพิสูจน์แบบจำลอง เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนโดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการวัดโดยมีค่าร้อยละความแตกต่างเท่ากับ 4.4 โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.83 และค่า NSE เท่ากับ 0.9 แสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และกราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าของข้อมูลทั้ง 2 ชุดมีรูปร่างใกล้เคียงกัน และไปในทิศทางเดียวกันแสดงดังรูปที่ 5

ตารางที่ 3 ขนาดพื้นที่และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำย่อย

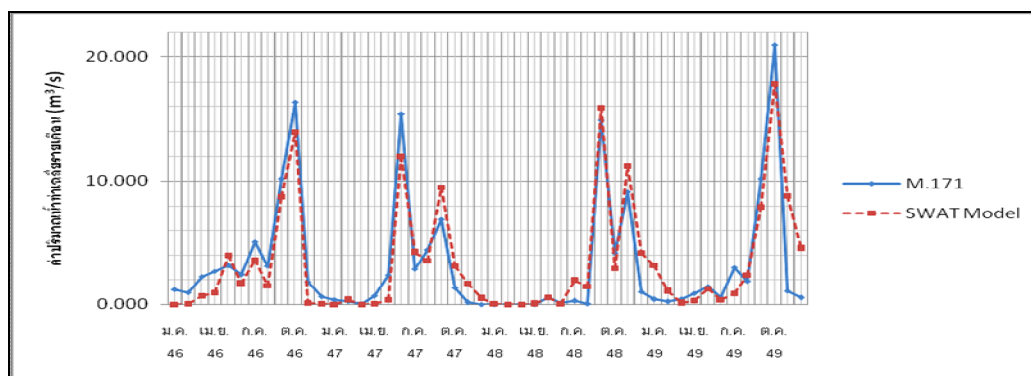
ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่ของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำย่อยต่างๆ (ตร.กม.)				
		เกษตรกรรม	ชุมชน	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด	แหล่งน้ำ
1	35.10	9.45	0	12.51	5.31	7.83
2	1.17	0.72	0	0	0.45	0
3	102.33	70.47	0	29.88	1.98	0
4	1.53	0.54	0	0.81	0.18	0
5	38.52	16.65	0	21.24	0.63	0
6	2.16	2.16	0	0	0	0
7	48.06	45.36	0.99	1.71	0	0
8	53.1	53.1	0	0	0	0
9	38.79	38.79	0	0	0	0
10	4.41	4.41	0	0	0	0
11	32.04	28.71	0	3.33	0	0
12	89.37	44.19	0.27	44.91	0	0
13	36.45	23.04	0	13.41	0	0
14	66.15	51.21	5.85	9.09	0	0
15	37.71	27.18	0	10.53	0	0
16	37.89	33.93	0	3.96	0	0
17	55.71	28.62	1.08	25.74	0.27	0
รวม	680.49	478.53	8.19	177.12	8.82	7.83

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์ในแบบจำลอง SWAT ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

พารามิเตอร์	SOL_AWC	ESCO	CN2	GWQMN	REVAPMN	ALPHA_BF	GW_REVP
ค่าที่ใช้จริง	0.05-0.44	0.7	55-85	50	200	0.1	0.2

ตารางที่ 5 ค่าทางสถิติสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

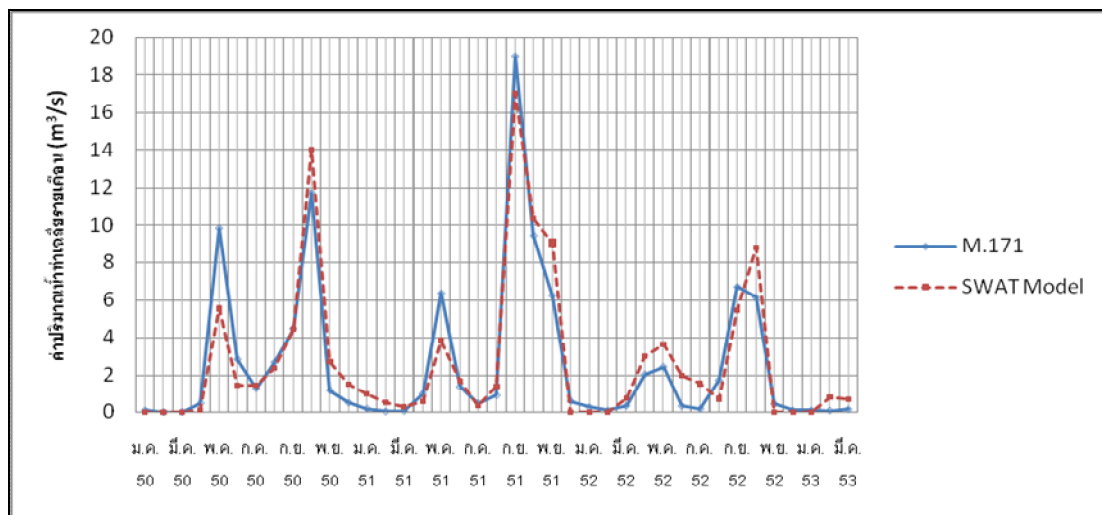
	ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ลูกบาศก์เมตรวินาที)	ร้อยละความแตกต่าง	R ²	NSE
สถานีวัดน้ำท่า M.171	3.26	0.6	0.84	0.84 (ดีมาก)
แบบจำลอง SWAT	3.28			



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีวัดน้ำท่า M.171 กับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง SWAT ปี พ.ศ. 2546 – พ.ศ. 2549

ตารางที่ 6 ค่าทางสถิติสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน

	ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (m^3/s)	ร้อยละความแตกต่าง	R^2	NSE
สถานีวัดน้ำท่า M.171	2.62	4.4	0.89	0.90 (ดีมาก)
แบบจำลอง SWAT	2.74			



รูปที่ 5 การตรวจพิสูจน์ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีวัดน้ำท่า M.171 กับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง SWAT ปี พ.ศ. 2550 – พ.ศ. 2553

4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยทฤษฎีการแจกแจงความถี่ล็อกเพียร์ซันประเภทสาม เพื่อคำนวณปริมาณน้ำฝน (R_{Tr}) ที่รอบปีการเกิดซ้ำ (Tr) 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี จากนั้นดำเนินการเลือกข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง SWAT (R_{SWAT}) ที่มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำฝนในรอบปีการเกิดซ้ำนั้นๆ เพื่อหาค่าปริมาณน้ำท่า (Q_{SWAT}) ที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

5. สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT มาเป็นเครื่องมือในการศึกษาเพื่อการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน และได้ศึกษาถึงความเหมาะสมและความถูกต้องของแบบจำลองดังกล่าวก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ใน

การศึกษา จากผลการเปรียบเทียบและผลการพิสูจน์แบบจำลองจนได้ค่าพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ รวมทั้งการพิสูจน์ความสอดคล้องของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแบบจำลองด้วยค่าทางสถิติซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองอุทกวิทยา SWAT เป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมและความถูกต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนได้ รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยการสร้างสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่และส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ในระดับลุ่มน้ำย่อย ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี ดังตารางที่ 7 พบว่า เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น จากทิศทางและลำดับการไหล เส้นลำน้ำหลักจะไหลผ่านลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, 1

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ

ลุ่มน้ำย่อย	คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี		คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี		คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี		คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี	
	R _{SWAT} (มม.)	Q _{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)	R _{SWAT} (มม.)	Q _{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)	R _{SWAT} (มม.)	Q _{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)	R _{SWAT} (มม.)	Q _{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)
1	1154	2.50	1206	3.12	1326	4.74	1446	5.33
2	1154	0.18	1206	0.24	1326	0.26	1446	0.32
3	1154	10.29	1206	11.64	1326	18.33	1446	19.55
4	1154	0.15	1206	0.18	1326	0.27	1446	0.32
5	1154	3.46	1206	4.00	1326	6.09	1446	6.78
6	1154	0.56	1206	0.66	1326	0.76	1446	0.93
7	1154	5.34	1206	6.18	1326	9.33	1446	9.48
8	1154	8.53	1206	10.05	1326	12.52	1446	14.56
9	1154	8.15	1206	9.71	1326	11.22	1446	13.57
10	1154	0.79	1206	0.93	1326	1.13	1446	1.33
11	1154	5.95	1206	6.89	1326	8.55	1446	10.13
12	1154	6.64	1206	7.95	1326	12.29	1446	13.62
13	1125.2	5.41	1202.2	5.79	1282.3	6.98	1333.5	7.90
14	1125.2	13.42	1202.2	14.20	1282.3	15.98	1333.5	18.17
15	1125.2	7.25	1202.2	7.68	1282.3	9.14	1333.5	10.29
16	1125.2	8.35	1202.2	8.42	1282.3	9.82	1333.5	11.16
17	1125.2	7.13	1202.2	7.30	1282.3	9.26	1333.5	10.49

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีทั้งลุ่มน้ำสำหรับเพลิงตอนบนที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝน ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ

Tr	R _{Tr} (มม.)	R _{SWAT} (มม.)	Q _{SWAT} (ล้าน ลบ.ม.)
10	1190.51	1097.56	87.878
20	1255.06	1210.34	115.758
50	1332.17	1362.2	141.678
100	1386.35	1558.39	200.459

และลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในที่สุด ซึ่งปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในลุ่มน้ำย่อยหลัก เมื่อไม่มีการกักเก็บน้ำและไหลจากที่สูงลงที่ต่ำตามธรรมชาติแล้ว ที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ มีค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีดังนี้

ที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี ที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, 1 จะมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 30.16, 44.03, 52.74, 77.67 และ 94.11 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ

ที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี ที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, 1 จะมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 32.28, 48.51, 58.88, 85.94 และ 104.94 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ

ที่คาบการเกิดซ้ำ 50 ปี ที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, 1 จะมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 41.64, 63.50, 75.47, 107.25 และ 136.68 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ที่คาบการเกิดซ้ำ 100 ปี ที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 10, 8, 6, 4, 1 จะมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 46.89, 70.92, 85.42, 121.94 และ 153.91 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ดังนั้น ลุ่มน้ำย่อยด้านต้นน้ำควรมีมาตรการในการหาพื้นที่เพื่อสำรองน้ำ สร้างฝายหรือแก้มลิง และดำเนินการขุดลอกแม่น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำด้านท้ายน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ ทั้งนี้ แหล่งเก็บกักน้ำแก้มลิง ควรจัดให้เป็นระบบโครงข่ายด้วยคลองเดิมที่มีอยู่หรือคลองที่ขุดมาใหม่ นอกจากนี้ ควรสนับสนุนให้เกิดการบริหารจัดการน้ำระดับชุมชน โดยสนับสนุนให้ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนและบริหารจัดการน้ำโดยชุมชนในพื้นที่

จากผลการประเมินปริมาณน้ำท่าทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน ดังตารางที่ 8 พบว่า เมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ค่าปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 10 ปี 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี เท่ากับ 87.878 ล้าน ลบ.ม. 115.758 ล้าน ลบ.ม. 141.678 ล้าน ลบ.ม. และ 200.459 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่คาบการเกิดซ้ำ 20 ปี 50 ปี และ 100 ปี มีค่าเกิดความจุของอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ซึ่งสามารถจุได้เพียง 110 ล้าน ลบ.ม. ดังนั้น ในระดับภาพรวมของลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบนควรมีมาตรการการบริหารจัดการน้ำที่มีขนาดเกินความจุของอ่างเก็บน้ำ เช่น การเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง การหาพื้นที่เพื่อสำรองน้ำ หรือการพัฒนาปรับปรุงสภาพลุ่มน้ำและแหล่งน้ำในพื้นที่สำหรับกักเก็บปริมาณน้ำ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมชลประทาน. 2553. รายงานสรุปโครงการจัดทำแผนพัฒนาการชลประทานระบบลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ (กรอบน้ำ 60 ล้านไร่). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร

[2] กรมอุตุนิยมวิทยา. 2554. สถิติข้อมูลปริมาณฝนคาบ (2552 - 2523 .ศ.พ) ปี 30. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพมหานคร.

[3] เทวินทร์ แก้วเมืองมูล และ ชาญชัย แสงชโย สวัสดิ์. อิทธิพลของการเกษตรต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา โดยใช้แบบจำลอง SWAT. ใน: รายงานการสัมมนากระบวนเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 :พลังงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ . ระหว่างวันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมออบอลอินเตอร์เนชั่นแนล อุดรราชธานี. น.356-364.

[4] สรวุฒิ โสภณพัฒนากุล, นิตยา หวังวงศ์โรจน์ และ อุดมศักดิ์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2552. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปึงตอนบน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14, 13-15 พฤษภาคม 2552 สุราษฎร์ธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[5] โอพาร เวศอุไร, 2548. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[6] Dr.Marc Souris. Computer Science Research and GIS Developer,IRD. Available at: URL: <http://www.savgis.org/thailand.htm>. Accessed August 10, 2012

[7] Gikas, G., Yiannakopoulou, T. and Tsihritzis, V. 2006, "Modeling of non-point source pollution in a Mediterranean drainage basin" Environmental Modeling and Assessment, Vol.11, pp.219-223.

[8] Morisa, D.N., J.G. Arnold, M.W. Van Liew, R.L. Binger, R.D. Harmel, and T. Veith, 2007. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. Transaction of the ASABE 50(3):885-900

[9] Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, and J.R. Williams, 2005. Soil and Water Assessment Tool, Theoretical Documentation: Version 2005. USDA Agricultural Research Service and Texas A&M Blackland Research Center, Temple Texas.

[10] Zhang Xue-Song.,Fang-gua, H. and Hong –
guang, C., 2003, Application of SWAT Model in the
Upstream Watershed of the Luohe River. China
Chinese Geographical Science, Vol.13, pp.334-
339.



ประวัติผู้เขียน

นางสาวภัทรพร แสงทอง เกิดเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2530 เริ่มศึกษาชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนเทศบาล ๓ (ยมราชสามัคคี) ชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนมารีย์วิทยา จังหวัดนครราชสีมา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ.2553 ในภาคสุดท้ายของการศึกษาระดับปริญญาตรี ได้เป็นนักศึกษาจ้างงานของบริษัท ไทยแมค ฟริแควซ์ จำกัด ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร โครงการ ซึ่งเป็นงานเกี่ยวกับการผลิตและติดตั้งระบบโครงสร้างสำเร็จรูป โดยหลังจากสำเร็จการศึกษาได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา

ปี พ.ศ.2553 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยขณะศึกษาได้เป็นผู้ช่วยวิจัยโครงการวิจัย 5 โครงการ คือ (1) โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลกระทบของภูมิอากาศ และการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (2) โครงการวิจัยเรื่อง คณิตศาสตร์วัดปริมาณน้ำท่าเพื่อการบริหารจัดการน้ำสำหรับลุ่มน้ำมูล (3) โครงการวิจัยเรื่อง การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการผลิตประปาชุมชน (4) โครงการวิจัยเรื่อง โครงการศึกษาวางแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมชุมชนจังหวัดร้อยเอ็ด (5) โครงการวิจัยเรื่อง โครงการจัดทำแผนบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ จังหวัดตราด

ในระหว่างการศึกษาในระดับปริญญาโท ได้มีผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ คือ (1) ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17 เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาลุ่มน้ำลำตะคอง (2) ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการวิศวกรรมแหล่งน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 5 เรื่อง การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมขังในพื้นที่ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา (3) ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 เรื่อง การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำดิบสำหรับโรงประปาหมู่บ้าน และ (4) ได้ตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558 เรื่อง การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน