บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.....

ที่.....**วันที่**..... 10 กันยายน 2561 .....

เรื่อง รายงานผลการไปประชุม/การอบรม/การสัมมนา/การศึกษาดูงาน

เรียน คณบดี

ตามคำสั่ง/หนังสือ/บันทึกข้อความ ที่.....๑๓๗/๒๕๖๑..... ลงวันที่...๕.กันยายน.๒๕๖๑.....
ให้ข้าพเจ้า.....นายอิศเรศ..กะการดี.....
พร้อมด้วย.....-.....
เดินทางไปประชุมวิชาการที่...คณะวิศวกรรมศาสตร์..มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.....
เรื่อง การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ ๙
ระหว่างวันที่....๖.....เดือน...กันยายน.....พ.ศ..๒๕๖๑... ถึงวันที่...๗.....เดือน...กันยายน.....พ.ศ. ..๒๕๖๑
จัดโดย.... มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.....รวมเป็นเวลา.....๒.....วัน

- ☑ อนุมัติให้ใช้งบประมาณ เป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการครั้งนี้ จำนวน...๔,๘๒๐....บาท
  (.....สี่พันแปดร้อยยี่สิบบาทถ้วน.....)
- ☐ ไม่ใช้งบประมาณ
- ☐ ใช้งบประมาณส่วนตัว

บัดนี้ การปฏิบัติหน้าที่ราชการที่ได้รับมอบหมายได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ข้าพเจ้าขอรายงานผลการไปประชุม/การอบรม/การสัมมนา/การศึกษาดูงาน ดังต่อไปนี้

ข้าพเจ้าเดินทางไปราชการเพื่อเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ ๙ ในวันที่ ๗ กันยายน ๒๕๖๑ ณ อาคาร ๕๐ ปี เทคนิค ไทย-เยอรมัน ขอนแก่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในช่วงเช้าของวันที่ ๗ กันยายน ๒๕๖๑ เข้าฟังบรรยายพิเศษเรื่อง “เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมแห่งอนาคต” โดย ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช ต่อด้วยฟังบรรยายพิเศษเรื่อง “ความสำคัญของนวัตกรรมทางความคิด” โดย ดร.สุรเดช ทวีแสงสกุลไทย และฟังบรรยายพิเศษเรื่องเรื่อง “Smart Engineer on Smart Technology” โดย ผู้อำนวยการวรินทร์ รอดโพธิ์ทอง จากนั้นเวลาประมาณ ๑๑:๓๐ – ๑๑:๔๕ ข้าพเจ้านำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง “การประเมินน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีด้วยแบบจาลอง SWAT”

ข้าพเจ้า จะนำความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ทักษะ หรืออื่นๆ ที่ได้รับในการไปประชุมการอบรม/การสัมมนา/การศึกษาดูงานในครั้งนี้ มาเพื่อพัฒนางานของหน่วยงาน ดังนี้

แบ่งปันประสบการณ์ และความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมประชุมวิชาการ ในด้านงานวิจัยทางสายงานวิศวกรรม การเขียนบทความ หัวข้อที่น่าสนใจต่าง ๆ ในปัจจุบัน เพื่อนำมาปรับใช้และถ่ายทอดสู่นักศึกษา และเป็นแรงบันดาลใจให้บุคลากรในหน่วยงานฝึกฝนเพื่อการพัฒนาตนเอง ทางด้านการเผยแพร่ผลงานวิชาการที่มีคุณภาพต่อไป.....

เอกสารที่ได้รับจากการไปราชการ/การอบรมสัมมนา/การศึกษาดูงาน มีดังต่อไปนี้ คือ

.....ตามเอกสารแนบ.....

การเผยแพร่ความรู้ ประสบการณ์ ทักษะ และอื่นๆ แก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ

นำประสบการณ์และเทคนิคใหม่ๆ ที่ได้จากการเข้าร่วมประชุมนำเสนอผลงานทางวิชาการมาถ่ายทอดให้นักศึกษาโดยการสอดแทรกเนื้อหาในวิชาเรียนในห้อง เพื่อเป็นแนวทางในการเผยแพร่ผลงานของนักศึกษาในโอกาสต่าง ๆ ให้อยู่ในมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับต่อไป.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้รายงาน
(....นายอิศเรศ..กะการดี.....)
ตำแหน่ง.....อาจารย์.....

ความคิดเห็นของหัวหน้าหน่วยงาน .....

.....

.....

ลงชื่อ.....
รองศาสตราจารย์ ดร.เนญจลักษณ์...เมืองมีศรี
ตำแหน่ง คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.....

หมายเหตุ

1. แนบสำเนาประกาศนียบัตร หนังสือสำคัญ หรือหนังสือรับรองการเข้ารับการฝึกอบรม สัมมนา/ประชุมทางวิชาการและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรม/สัมมนา/ประชุมทางวิชาการ ไปกับรายงานฉบับนี้ด้วย
2. ส่งรายงานพร้อมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้คณบดี <u>ภายใน 7 วัน</u> หลังสิ้นสุดการฝึกอบรม, ศึกษาหรือดูงาน, ประชุมเชิงปฏิบัติการหรือการสัมมนา
3. กรณีไปนำเสนอผลงานวิจัย/ผลงานวิชาการ หรือการได้รับการตีพิมพ์ในวารสารต่างๆ ขอให้จัดส่งไฟล์งาน (Proceeding จากการตีพิมพ์, วารสาร/ปก, เนื้อหาในส่วนตีพิมพ์ มายัง e-mail: kannika.sroy@vru.ac.th)

ที่ อว ๖๖๐๑.๐๔/๐๐๑๖

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๔๐ ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๑๖ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ ๙ (ESTACON 2018)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กำหนดการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ ๙ (ESTACON 2018)
๒. ใบสมัครเข้าร่วมการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ ๙ (ESTACON 2018)

ด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จัดการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ ๙ (ESTACON 2018) ในวันที่ ๒๕ - ๒๖ มกราคม ๒๕๖๑ ณ โรงแรมเดอะ สวัสดี ริเวอร์ไซด์ จังหวัดนครนายก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีให้นักวิจัยและนักวิชาการได้นำเสนอผลงานวิจัยและวิชาการ ตลอดจนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ในการนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ขอเชิญนักเรียนของท่านเข้าร่วมการประชุมวิชาการดังกล่าว ในหัวข้อ “SWAT” ดังรายละเอียดที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไปด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ชนะกุล)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สำนักงานวิจัยและนวัตกรรม
โทร. ๐ ๒๕๔๙ ๓๔๐๐ ต่อ ๓๐๑๑
โทรสาร ๐ ๒๕๔๙ ๓๔๐๐ ต่อ ๓๐๑๑
ผู้ประสานงาน นางสาวสุดารัตน์ ศรีสุข
โทรศัพท์ ๐๘๙ ๙๑๙ ๖๔๖๔

9th ESTA CON2018

การประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ ๙

(ESTACON 2018)

วันที่ ๒๕ - ๒๖ มกราคม ๒๕๖๑

ณ โรงแรมเดอะ สวัสดี ริเวอร์ไซด์ จังหวัดนครนายก

การประเมินน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีด้วยแบบจำลอง SWAT

Estimating Runoff in Prachinburi basin using by SWAT model.

อิศเรศ กะการดี[1]*

[1] สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
เลขที่ 1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180
*ผู้ติดต่อ: E-mail: isared@vru.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 086-871-9067

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) เพื่อการประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่ครอบคลุมจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดสระแก้ว พื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 9,650 ตารางกิโลเมตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาพน้ำท่าที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูล DEM ข้อมูลดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อมาประมวลผลด้วยแบบจำลอง SWAT แบบรายวันและสรุปผลเป็นรายเดือน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำท่ารายเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากแบบจำลอง SWAT มีความสอดคล้องกับข้อมูลน้ำท่าจากสถานีตรวจวัด KGT.9 โดยผลการปรับเทียบแบบจำลองในช่วงปี ค.ศ. 2000-2007 และผลการทวนสอบแบบจำลองในช่วงปี ค.ศ. 2008-2014 ค่า Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) เท่ากับ 0.76 และ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ สามารถใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า เพื่อจัดการลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: ลุ่มน้ำปราจีนบุรี, น้ำท่า, แบบจำลอง SWAT

Abstract

This study is an application of the SWAT model for the estimation of runoff in Prachinburi basin are covered, Prachin Buri and Srakaew Province. The Area basin is about 9,650 square kilometers. The purpose of this study was to evaluate the rainfall-runoff relationship using DEM data, soil data, land use and climate data. In processing by SWAT model for the daily and monthly summary. The results showed that the monthly runoff from the SWAT model was consistent with the observed data from the KGT.9 gage station. Model calibration results from 2000-2007 and model validation results from 2008-2014 are Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) was 0.74 and 0.78, respectively. Can be used as an analytical tool to effectively manage the watershed.

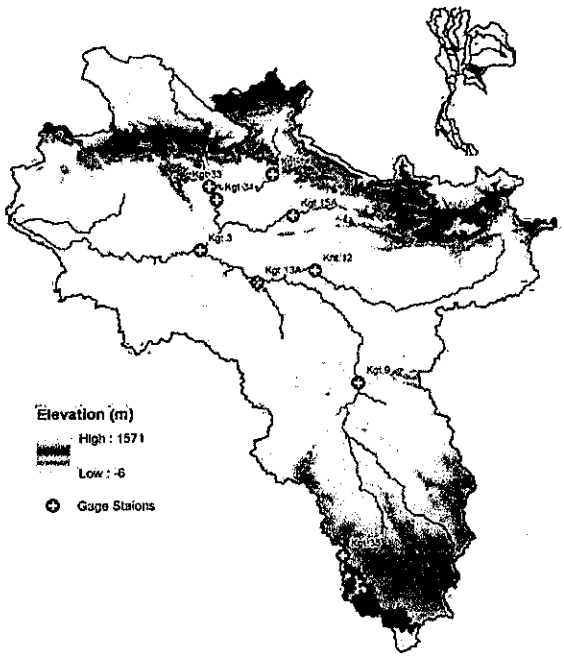
Keywords: Prachin Buri basin, Runoff, SWAT model.

1. บทนำ

ในงานศึกษาด้านอุทกวิทยาเป็นส่วนหนึ่งของงานทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาและวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากในปัจจุบันความต้องการใช้น้ำในทุกภาคส่วนมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านอุปโภคบริโภคและทางการเกษตรกรรม ด้วยเหตุนี้การวางแผนเพื่อบริหารจัดการน้ำจึงมีความสำคัญ จำเป็นต้องรู้ปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละที่ให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งแต่ละลุ่มน้ำจะมีการประเมินปริมาณน้ำในรูปแบบที่แตกต่างกันตามลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำนั้น ๆ การใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการประเมินปริมาณน้ำก็เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์วัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาพน้ำท่าที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน โดยผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางพัฒนาสำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อการพัฒนาประเทศในอนาคตต่อไป

2. พื้นที่ศึกษา

ลักษณะลุ่มน้ำปราจีนบุรีวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13° 02' เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 14° 28' เหนือและอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 101° 10' ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 102° 33' ตะวันออก มีอาณาเขตด้านทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำมูล ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำบางปะกง ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโตนเลสาป มีแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหนุมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง แล้วไหลลงอ่าวไทย [1] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา (ลุ่มน้ำปราจีนบุรี)

3. เครื่องมือและวิธีการ

3.1 แบบจำลอง SWAT

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) เป็น แบบจำลองทางอุทกวิทยา ที่เป็นสาธารณสิทธิ์ จัดทำขึ้นโดย Agricultural Research Service ที่ Grassland Soil and Water Research Laboratory สหรัฐอเมริกา สามารถดาวน์โหลดฟรีที่เวปไซต์ http://swat.tamu.edu/ ซึ่งทำงานร่วมกับข้อมูลระบบ GIS ได้โดยเป็นแบบจำลองประเภท Continuous-time basin-scale hydrologic model [2] มีความสามารถในการจำลองพื้นที่มีความซับซ้อนทางด้านอุทกวิทยาขนาดใหญ่ และประมวลผลเป็นช่วงเวลาต่อเนื่องทั้งรายวัน รายเดือน และรายปี เป็นที่ยอมรับและนำไปประยุกต์ใช้งานกันอย่างกว้างขวาง

3.2 ข้อมูลที่ใช้

1) DEM (Digital Elevation Model) คือ แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขชนิด Raster file สามารถแสดงความสูงและความชัน มีค่าระดับความสูงหน่วยเป็นเมตร สามารถดาวน์โหลดฟรีจากเวปไซต์ http://www.srtm.csi.cgiar.org [3] pixel size ขนาด

90 เมตร มีระบบที่ใช้ในการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์คือ WGS_1984_UTM_Zone 47 N และ Datum D_GCS_1984 เป็นตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวโลก

2) Soil grid คือข้อมูลแผนที่ดินชนิด Raster file จากกรมพัฒนาที่ดิน ครอบคลุมพื้นที่ศึกษากำหนด Pixel size 90 เมตร ซึ่งมีทั้งหมด 69 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2

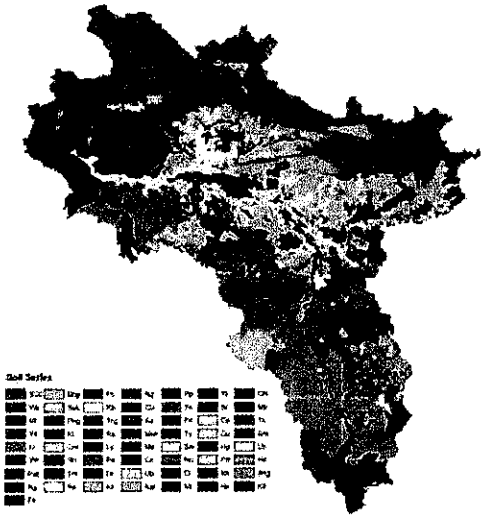
3) LandUse grid คือข้อมูลแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิด Raster file จากกรมพัฒนาที่ดิน กำหนด Pixel size 90 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ดำเนินการกำหนดรหัสตามฐานข้อมูล SWAT

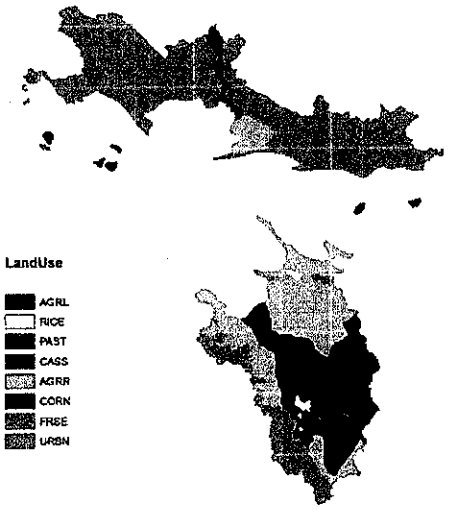
ลำดับ	Landuse SWAT	พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซนต์
1	AGRL	29.06	0.307
2	RICE	4,634.31	48.951
3	PAST	93.73	0.99
4	CASS	16.57	0.175
5	AGRR	1,077.75	11.384
6	CORN	1,026.63	10.844
7	FRSE	2,583.80	27.292
8	URBN	5.40	0.057
	รวม	9,467.25	100

4) Climate data คือข้อมูลที่มีการเก็บเชิงสถิติชนิดรายวันในรูปแบบ Table (ตาราง) โดยรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน ตั้งแต่ช่วงเวลาที่เริ่มมีการบันทึกข้อมูลถึงปัจจุบัน ประกอบด้วย ปริมาณฝน จำนวนวันที่ฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และความเข้มของแสงอาทิตย์ เป็นต้น

5) Observed data คือข้อมูลน้ำท่าจากสถานีตรวจวัดที่มีการบันทึกเป็นสถิติและมีความต่อเนื่องกัน ชนิดรายวัน จากกรมชลประทาน โดยจะนำมาใช้ตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้สถานี KGT.9 เนื่องจากข้อมูลค่อนข้างสมบูรณ์และมีความต่อเนื่อง



รูปที่ 2 แผนที่ชุดดิน



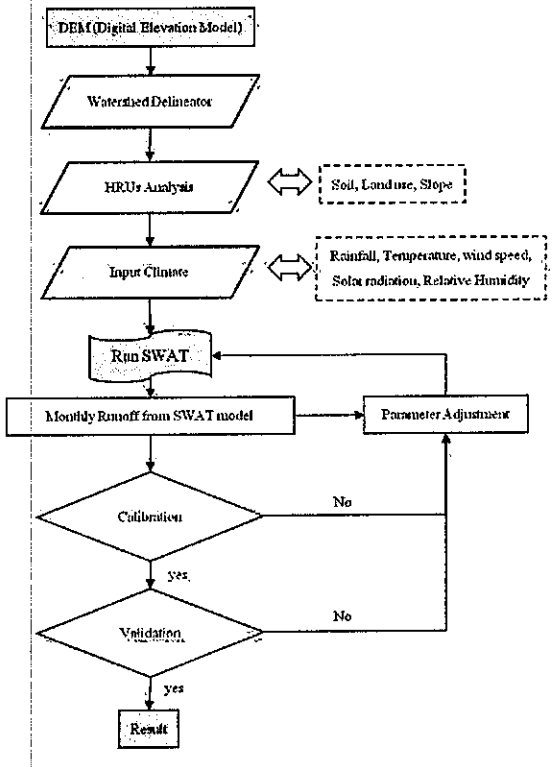
รูปที่ 3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.3 วิธีการศึกษา

ในส่วนขั้นตอนการศึกษาประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การเก็บรวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล 2) กำหนดขอบเขตและรายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำและประมวลผลด้วยแบบจำลอง 3) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งมีสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การเก็บรวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล ในขั้นตอนนี้ถือว่ามีความสำคัญมาก เพราะการดำเนินงานด้วยแบบจำลอง SWAT จะมีความแม่นยำตามความถูกต้องของข้อมูลที่นำเข้าไป ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลอง 2 ประเภทคือ ข้อมูลประเภท Grid file ประกอบด้วย DEM แผนที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งควรกำหนดความละเอียดของ Pixel size ให้เท่ากันทั้งหมด และข้อมูลประเภทตาราง ซึ่งได้แก่ ข้อมูลฝนและข้อมูลสภาพอากาศ ควรวิเคราะห์ความสำพันธ์และความต่อเนื่องของข้อมูลของแต่ละสถานี ที่ใช้เป็นตัวแทนโดยควรครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ก่อนนำมาใช้จำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้อง และลดข้อบกพร่องของข้อมูล

2) กำหนดขอบเขตและรายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำและประมวลผลด้วยแบบจำลอง เมื่อเตรียมข้อมูลนำเข้าแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว จึงทำการกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineator) โดยทำการนำเข้าข้อมูล DEM และทำการกำหนดจุดออกของลุ่มน้ำ จากนั้นนำเข้าข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน เพื่อทำการวิเคราะห์หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRU Analysis) และนำเข้าข้อมูลตาราง (Write Input Table) แก้ไขเพิ่มเติมฐานข้อมูล (Edit SWAT Input) และเริ่มการประมวลผลแบบจำลอง SWAT (SWAT Simulation) โดยงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะในส่วนของความสัมพันธ์น้ำฝน-น้ำท่า เท่านั้น โดยสั่งแบบจำลองประมวลผลเป็นรายวัน แล้วนำผลออกมาเพื่อนำมาสรุปเป็นรายเดือน



รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการประเมินน้ำท่าจำเป็นต้องศึกษาวงจรอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle) ของแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนสมการสมดุลของน้ำ [4] ดังนี้

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

เมื่อ SW_t คือปริมาณน้ำในดินสุดท้าย (mm),
SW_0 คือปริมาณน้ำในดินเริ่มต้น (mm),
t คือเวลา (Days),
R_{day} คือ ปริมาณฝนในวันที่ i (mm),
Q_{surf} คือปริมาณน้ำผิวดินในวันที่ i (mm),
E_a คือปริมาณการคายระเหยในวันที่ i (mm),
W_{seep} คือปริมาณน้ำไหลซึมชั้นใต้ดินในวันที่ i (mm),
Q_{gw} คือปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับสู่ลำน้ำในวันที่ i (mm).

การประเมินน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) และค่าอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดในแบบจำลอง SWAT สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ วิธี SCS Curve Number [5]

และ วิธี Green & Ampt infiltration ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้วิธี SCS Curve Number เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - I_a)^2}{(R_{day} - I_a + S)} \quad (2)$$

เมื่อ Q คือปริมานน้ำท่าเฉลี่ยรายวัน (m^3/s),

R คือปริมาณน้ำฝนรายวัน (mm)

S คือ Retention parameter

โดยตัวแปร S จะมีความสัมพันธ์กับค่า Curve number (CN) ดังสมการสมการ

$$S = 25.4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \quad (3)$$

เมื่อ CN คือ ค่า Curve number

3) การปรับเทียบและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ดำเนินการโดยใช้หลักสถิติเปรียบเทียบผลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากตรวจวัดจริง ซึ่งความแม่นยำของแบบจำลองนั้น จะพิจารณาความสอดคล้องกันของข้อมูลโดยการพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบกันและการคำนวณค่าความผิดพลาด (Error) ระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าสังเกตที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้เกณฑ์การประเมินเชิงประสิทธิภาพ (Efficiency Criteria) เช่น สัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2), Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) [6]

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N}(Q_{sim} - \overline{Q}_{obs})(Q_{obs} - \overline{Q}_{obs})\right]^2}{\left(\sum_{i=1}^{N}(Q_{sim} - \overline{Q}_{obs})^2\right)\left(\sum_{i=1}^{N}(Q_{obs} - \overline{Q}_{obs})^2\right)} \quad (4)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^{N}(Q_{obs} - \overline{Q}_{obs})^2} \quad (5)$$

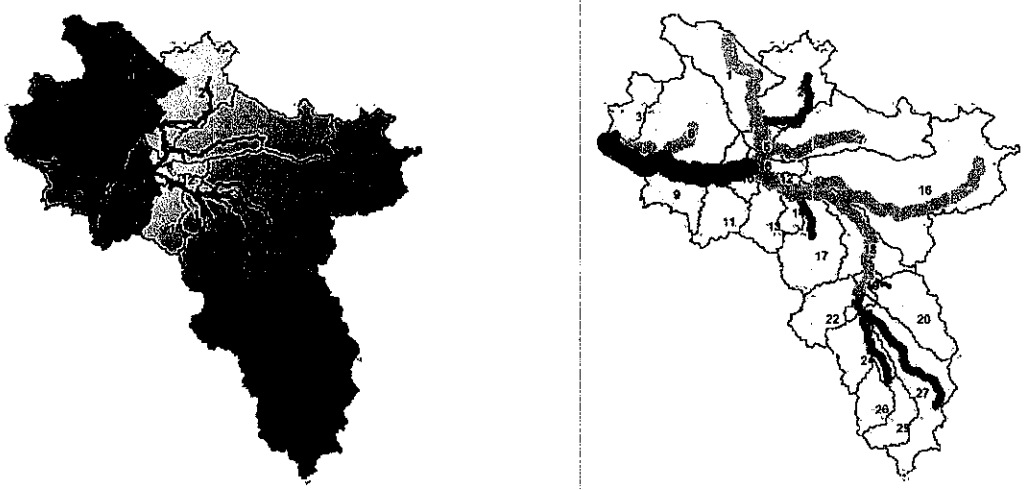
เมื่อ Q_{obs} คือค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง

Q_{sim} คือค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง

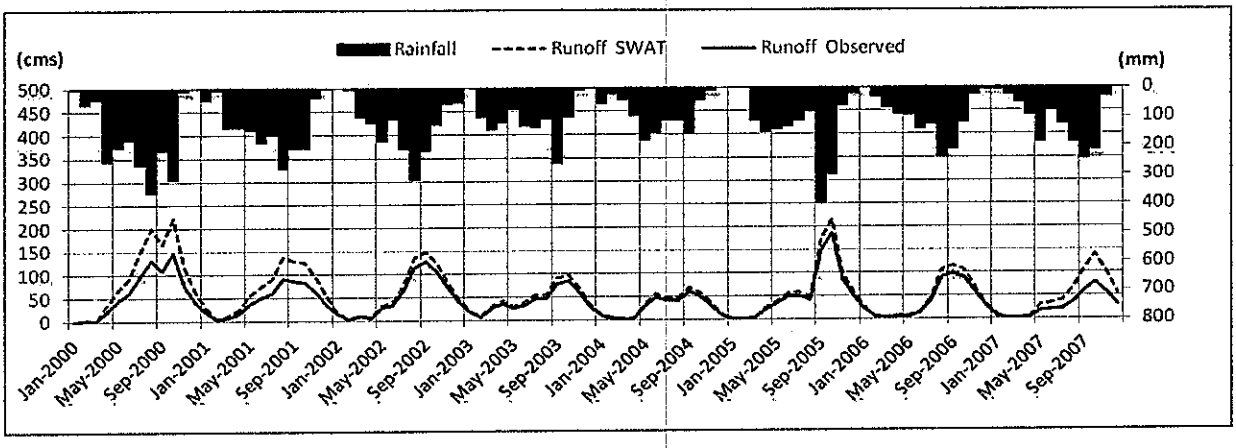
$\overline{Q}_{obs}$ คือค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงเฉลี่ย

4. ผลและวิจารณ์

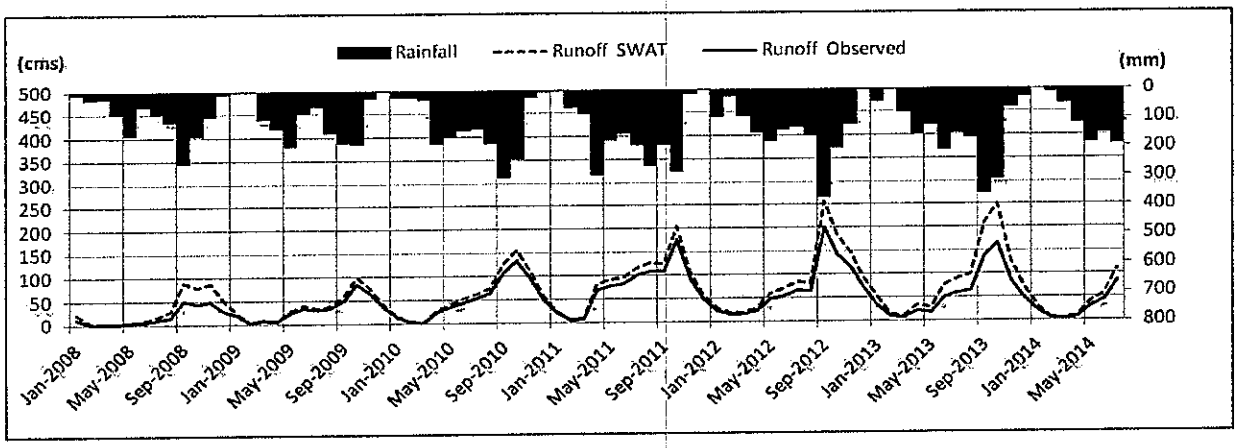
จากผลการศึกษา พบว่าแบบจำลองสามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 9,467.25 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งลุ่มน้ำย่อยออกเป็น 27 ลุ่มน้ำย่อย มีปริมาณน้ำท่าทั้งลุ่มน้ำประมาณ 393.4 ล้านลูกบาศก์เมตร ลักษณะการระบายน้ำแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ละพื้นที่มีลำดับการไหลตามลำดับลงสู่จุดออกสุดท้ายที่ลุ่มน้ำย่อยหมายเลข 4 ดังแสดงในภาพที่ 5. จากการปรับเทียบแบบจำลอง (SWAT model Calibration) โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำ KGT.9 ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยหมายเลข 19 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง พบว่าค่าพารามิเตอร์หลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งได้นำไปใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ได้แก่ SOL_AWC, SOL_K, และ CN2 ซึ่งหลังจากปรับค่าพารามิเตอร์โดยภาพรวมพบว่า ประมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองหลังจากปรับเทียบค่าพารามิเตอร์แล้วมีความใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.75 และค่า NSE เท่ากับ 0.76 ซึ่งผลอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี เนื่องจากข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์กันทางสถิติสอดคล้องกัน ดังแสดงในรูปที่ 6.



รูปที่ 5 ผลการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำของแบบจำลอง SWAT



รูปที่ 6 ผลการปรับเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง SWAT ตั้งแต่ปี 2000-2007



รูปที่ 7 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง SWAT ตั้งแต่ปี 2008-2014

การทวนสอบแบบจำลอง (SWAT model Validation) พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7 และค่า NSE เท่ากับ 0.71 ซึ่งผลทางสถิติอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี และมีความสอดคล้องกับประมาณน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 7

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

แบบจำลอง SWAT สามารถประเมินน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นที่น่าพอใจ จากการประเมินผลเป็นรายวันและสรุปผลเป็นรายเดือน ผลลัพธ์ที่ได้แบบจำลองสามารถกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำและลักษณะทางอุทกวิทยาได้ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริง ซึ่งหลังจากปรับการพารามิเตอร์และนำข้อมูลตรวจวัดจริงในภาคสนามมาเปรียบเทียบส่งผลให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้จำลองสถานการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำต่างๆ เพื่อวางแผนในการบริหารจัดการน้ำในอนาคต

ในการศึกษาโอกาสต่อไปหากต้องการให้ผลลัพธ์ที่ได้แบบจำลองความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น สามารถทำได้โดยหาข้อมูลต่างๆ ที่ใช้นำเข้าแบบจำลองจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือและมีความถูกต้องมากขึ้น รวมทั้งการออกสำรวจภาคสนามเพิ่มเติมเพื่อเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งเชิงสถิติและเชิงทางกายภาพ เพื่อนำมาปรับใช้ก็อาจจะช่วยให้มีฐานข้อมูลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้วิเคราะมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะต้องดำเนินการศึกษาอย่างต่อเนื่องต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการศึกษา ได้แก่ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรน้ำ และกรมอุตุนิยมวิทยา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), (2555) โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

[2] Arnold, J.G., R. Srinivasan, R. S. Muttiah, and J. R. Williams. 1998. Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. Journal of The American Water Resources Association. Vol 34 No.1.

[3] The CGIAR Consortium for Spatial Information (CSI-CGIAR), Applying GeoSpatail Science for Sustainable Furetue Technologist Senior Web Applications Developmet Specialist URL: http://www.srtm.csi.cgiar.org.

[4] Gassman PW, Reyes MR, Green CH Arnold JG. The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions. American Society of Agricultural and Biological Engineers.2007; 50(4): 1211-1250.

[5] Engel, B., D. Storm, M. White, J. Arnold, and M. Arabi.2007. A hydrologic/water quality model application protocol.J.American Water Resource. Assoc. 43(5): 1223-1236.

[6] Nash, J.E. and J.V.Sutcliffe (1970), River Flow Forecasting Through Conceptual Models, Part 1: A Discussion of Principles, Journal of Hydrology 10(3): 282-290.