

การศึกษาศักยภาพของแม่น้ำชีตอนบนโดยใช้แบบจำลอง

Water Evaluation and Planning System The Potential

of the Upstream Chi River using Water Evaluation and Planning System Model

สมหมาย คงยัง¹, อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง^{2*}, นิดา ชัยมูล³, รัตนา หอมวิเชียร⁴

Sommay Kongyung¹, Anongrit Kangrang^{2*}, Nida Chaimoon³, Ratana Hormwichian⁴

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำชีตอนบนกำลังประสบปัญหาอุทกภัยและภัยแล้ง เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และการไม่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ ทำให้มีการก่อสร้างสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสูบน้ำจากลำน้ำสายหลักเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมโดยไม่มีการควบคุมปริมาณการใช้น้ำ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำในลำน้ำชีและระบบนิเวศวิทยาของลุ่มน้ำ การศึกษานี้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Water Evaluation and Planning System (WEAP) เพื่อศึกษาปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง WEAP สามารถใช้สร้างโครงข่ายระบบลุ่มน้ำสำหรับศึกษาสมดุลน้ำในน้ำชีตอนบนได้ โดยปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงมากกว่า 80% ส่วนการศึกษาสมดุลน้ำจากการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำน้ำโดยใช้แบบจำลอง WEAP พบว่าวิธีการหาค่าปริมาณน้ำท่าโดยใช้วิธี Soil moisture model มีความเหมาะสมกับพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนมากกว่าวิธี FAO เพราะทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่สถานีตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า

คำสำคัญ: WEAP สูบน้ำด้วยไฟฟ้า สมดุลน้ำ ลุ่มน้ำชีตอนบน

Abstract

Chi River (Upstream) is experiencing flood and drought because of climate change, land use change from forest to agricultural land, and empty large reservoirs in the area. The electrical pumping stations were constructed with electrical pumping of the main canal into the irrigation area without control of water consumption. These are direct impacts on the quantity of water in the river basin and ecosystems. This study used a Water Evaluation and Planning System (WEAP) model to study rainfall, runoff, stream flow and water balance in the Upstream Chi River. The results showed that the WEAP model can be used to generate flow network for calculating water balance in watershed area. The stream flow provided by the WEAP model was close to the values of the river gauging stations located in the river basin. which nearly 80%. Whereas, The results of water balance and stream flow using the WEAP model shows that the Soil Moisture sub model was more suitable for calculating stream flow of Upstream Chi River than the FAO sub model. because the calculated stream flow using the Soil Moisture sub model close to the record values of the gauging station nearby watersheds than thos calculated by FAO sub model.

Keywords: WEAP, electrical pumping, water balance, upstream Chi river

¹นิสิตปริญญาโท ²รองศาสตราจารย์, ^{3,4}อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹Master Student ²Associate Professor ^{3,4} Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150 Thailand

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ส่งผลกระทบกับการเกษตรกรรมทั่วโลก โดยเฉพาะพื้นที่ที่ไม่มีระบบชลประทาน ทำให้พืชผลทางการเกษตรได้รับความเสียหายเนื่องจากภัยแล้งและอุทกภัยซึ่งนับวันจะมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้วางแผนและจัดการแหล่งน้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเปลี่ยนเงื่อนไขพื้นฐานของการบริหารจัดการน้ำ¹ และทำให้เกิดความสับสนในการวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำเนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความไม่แน่นอนและยากที่จะคาดการณ์² เกษตรกรที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวในการทำการเกษตรได้รับความเดือดร้อนโดยตรง ส่งผลให้ไม่สามารถเพาะปลูกข้าวในฤดูทำนาปีได้ตามปกติ จึงจำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่ชลประทานให้ได้อีกที่สุด ซึ่งการจะเพิ่มพื้นที่ชลประทานจำเป็นต้องศึกษาสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ และจำเป็นต้องประเมินการใช้น้ำทุกกิจกรรมให้มีความถูกต้อง เพื่อไม่ให้เกิดการเพิ่มพื้นที่ชลประทานเกิดผลกระทบกับการใช้น้ำเดิมของพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น เพื่อการรักษาระบบนิเวศ การใช้น้ำเพื่ออุปโภค บริโภค และกิจกรรมอื่นๆที่มีความจำเป็นมากกว่าการเพิ่มพื้นที่ชลประทาน

เมื่อมีความต้องการใช้น้ำจำนวนมากและเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้มีจำกัด จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงศักยภาพในการตอบสนองต่อความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนโดยการก่อสร้างอ่างเก็บกักน้ำขนาดใหญ่หรือขนาดกลางประสบปัญหาอุปสรรคหลายด้าน ไม่สามารถดำเนินการได้ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเรื่องที่ดินของราษฎร การสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและอื่นๆ การศึกษาสมดุลน้ำจะทำให้สามารถบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันและหามาตรการในการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ที่ผ่านมามีการศึกษาสมดุลน้ำในลุ่มน้ำชีเช่น การศึกษาการใช้น้ำในลุ่มน้ำชี³ โดยใช้ WUSMO Version 5 ผลการศึกษากรณีสภาพปัจจุบัน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลน 29.01 ล้าน ลบ.ม. กรณีสภาพอนาคตเมื่อเปิดโครงการตามแผนการก่อสร้าง ปริมาณน้ำที่ขาดแคลน 62.68 ล้าน ลบ.ม.

การศึกษามูลน้ำนอกจากการประเมินความต้องการน้ำในทุกกิจกรรมแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งคือการศึกษามูลน้ำฝน-น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อจะได้วิเคราะห์ปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่เกิดผลกระทบกับระบบนิเวศของลุ่มน้ำและกิจกรรมการใช้น้ำเดิม ในปัจจุบันมีแบบจำลองที่ใช้ศึกษามูลน้ำมากมายและใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาค่าปริมาณน้ำ

ฝน-น้ำท่าที่แตกต่างกัน และจะได้ค่าปริมาณน้ำท่าที่แตกต่างกัน การศึกษาสมดุลน้ำที่ผ่านมาได้มีผู้ศึกษา เช่น การศึกษาสมดุลน้ำและประสิทธิภาพการชลประทานโดยใช้สมการสมดุลน้ำ⁴, การศึกษาการวางแผนและการจัดการลุ่มน้ำโดยใช้ (WEAP) ในลุ่มน้ำจอร์แดน ที่อยู่ภายใต้สภาวะการขาดแคลนน้ำ และความขัดแย้งทางการเมืองในภูมิภาค⁵ การประยุกต์ใช้ WEAP เพื่อประเมินความต้องการใช้น้ำในอนาคต ในลุ่มน้ำไนเจอร์ซึ่งมีปัญหาทางสังคมวัฒนธรรม เศรษฐกิจและระบบนิเวศวิทยา⁶

การศึกษามูลน้ำในลุ่มน้ำชีที่ผ่านมาเป็นการวิเคราะห์จากข้อมูลและสถิติที่เป็นค่าคงที่ และไม่ได้พิจารณาถึงสภาพภูมิประเทศที่มีสภาวะน้ำท่วม ที่ทำให้ต้องเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวให้แล้วเสร็จก่อนที่น้ำจะท่วมในพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งการเพาะปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวโดยปกติใช้เวลาประมาณ 120 วัน ช่วงระยะเวลานี้หากไม่มีน้ำในแม่น้ำชีตอนบน สำหรับการสูบน้ำจะทำให้พืชผลได้รับความเสียหาย จากวิกฤตการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำชีตอนบนและวิกฤตการแย่งน้ำเพื่อการเกษตร การอุปโภค-บริโภค การอุตสาหกรรม การรักษาระบบนิเวศ และอื่นๆ อีกทั้งในภาวะปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกเปลี่ยนแปลงตามราคาผลผลิตที่นับวันจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ นอกจากจะมีการทำนาปีเต็มพื้นที่แล้วยังมีการทำนาปรังในขณะที่ปริมาณน้ำต้นทุนมีจำกัด การศึกษามูลน้ำในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องใช้แบบจำลองที่ตัวแปรของระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ตามสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนของลุ่มน้ำ การศึกษามูลน้ำในลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโขง⁷ โดยใช้ MIKE BASIN ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยน้ำสวย ห้วยหลวงและห้วยดาน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำหมดไปสำหรับการคายระเหยเป็นร้อยละ 43.72 ของปริมาณฝน และคิดเป็นร้อยละ 86.05 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ในช่วงฤดูแล้งปริมาณการใช้น้ำมากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้า จึงมีการนำน้ำจากแหล่งเก็บกักภายในลุ่มน้ำมาใช้

แบบจำลอง Water Evaluation and Planning system WEAP ถูกพัฒนาโดยสถาบันสิ่งแวดล้อมแห่งสตอกโฮล์ม สหรัฐอเมริกา WEAP เป็นเครื่องมือในการศึกษาน้ำบนดินและน้ำใต้ดิน โดยใช้หลักการสมดุลน้ำ ซึ่งสามารถทดสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำได้⁸ และรวมกระบวนการทางกายภาพ และอุทกวิทยาซึ่งใช้จัดการความต้องการน้ำและใช้ติดตั้ง สิ่งก่อสร้างที่สอดคล้องกับการบริหารจัดการน้ำ⁹ ซึ่งในแบบจำลองจะมีการวิเคราะห์หาค่าน้ำฝน-น้ำท่าที่แตกต่างกัน ได้แก่วิธีของ FAO และวิธี Soil moisture model ซึ่งจะได้ค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่แตกต่างกัน นำไปสู่การศึกษามูลน้ำที่จะได้ค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งแบบ

จำลอง WEAP ถูกพัฒนามาเป็นระยะเวลานานและถูกใช้วางแผนทรัพยากรน้ำในหลายพื้นที่¹⁰ และถูกปรับใช้กับหลายลุ่มน้ำ¹¹ สำหรับแบบจำลองปริมาณน้ำฝน น้ำท่าในแบบจำลอง WEAP วิธี Soil moisture method การใช้แบบจำลองขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการสังเกตพฤติกรรมของการใช้น้ำของพืช ปริมาณน้ำท่า การไหลของน้ำ การซึมลงดินสำหรับพื้นที่รับน้ำหรือกลุ่มของพื้นที่รับน้ำที่มีความสัมพันธ์กัน¹²

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้แบบจำลอง WEAP ในการวิเคราะห์และศึกษาสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน โดยใช้แบบจำลอง Water Evaluation and Planning system (WEAP)

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำชีตอนบนมีพื้นที่รับน้ำฝน 13,549 ตร.กม. มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 1,079 มม. ทำให้เกิดปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 3,229 ล้าน ลบ.ม. แต่สามารถเก็บกักน้ำในพื้นที่ได้เพียง 334.28 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนร้อยละ 84 ในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนประกอบด้วยประชากรของ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น และนครราชสีมา โดยอยู่ในเขตจังหวัดชัยภูมิ 14 อำเภอ ขอนแก่น 12 อำเภอ และนครราชสีมา 5 อำเภอ ประกอบด้วย 7 ลุ่มน้ำย่อยได้แก่ ลำน้ำชีตอนบน ลำสะพุง ลำกระเจวน ลำคันฉู ลำน้ำชีส่วนที่ 2 ห้วยสามหมอก และลำน้ำชีส่วนที่ 3 (Figure 1)

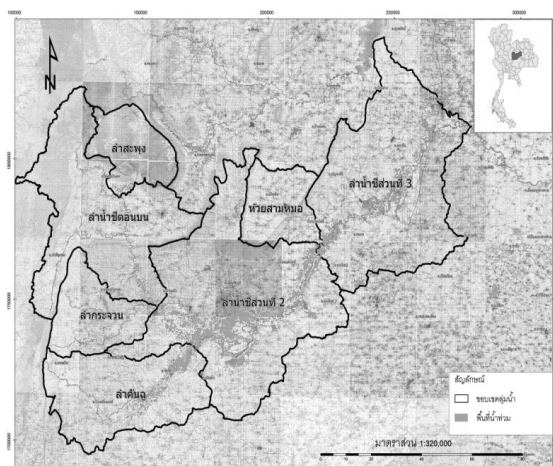


Figure 1 Study area

วิธีการศึกษา

การรวบรวมและศึกษางานวิจัยและรายงานการศึกษาเดิมของพื้นที่ศึกษาคือลุ่มน้ำชีตอนบน ประกอบด้วยข้อมูลทางอุทกวิทยา ข้อมูลโครงการที่ใช้ในการศึกษา ข้อมูลปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก และข้อมูลการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำหลัก

ข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในปัจจุบัน¹³ ประกอบด้วยโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลาง จำนวน 32 โครงการ ความจุ 283.27 ล้าน ลบ.ม. พื้นที่ชลประทาน 113,572 ไร่ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กจำนวน 446 โครงการ ความจุ 51.01 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รับประโยชน์ 214,266 ไร่ โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีจำนวนทั้งสิ้น 122 โครงการ มีพื้นที่ชลประทานรวม 246,939 ไร่ (Figure 2)

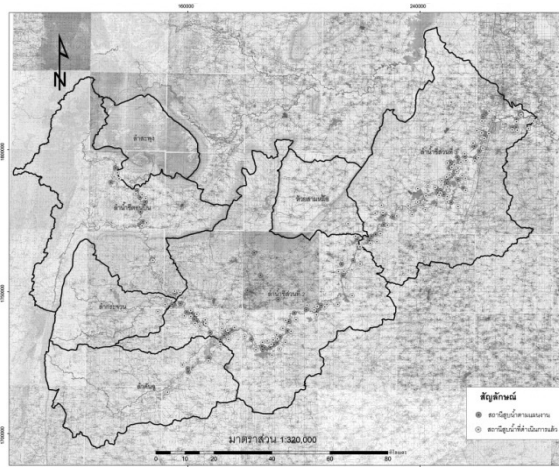


Figure 2 Pumping stations in study area

วิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง WEAP

การศึกษาระบบลุ่มน้ำชีตอนบนใช้แบบจำลอง WEAP เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำในด้านต่างๆที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำ เป็นเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่ง่ายต่อการใช้งานซึ่งใช้วิธีบูรณาการในการวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำ โดยศึกษาสภาพสมดุลน้ำระหว่างอุปสงค์และอุปทาน (Demand and Water Supply) เพื่อนำไปใช้สู่การบริหารจัดการและจัดสรรทรัพยากรน้ำให้กับภาคการใช้น้ำในด้านต่างๆ ของแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสม และเกิดประโยชน์สูงสุด

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง WEAP โดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูล (gather and checking data) ประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าก่อนนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป
2. จัดทำโครงข่ายระบบจำลองลุ่มน้ำ (river system configuration) เพื่อการจำลองแบบลุ่มน้ำ ศึกษาพฤติกรรมการเกิดและการไหลของน้ำ การใช้น้ำ เป็นต้น
3. การปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลอง (model calibration and validation) โดยการใช้วิธีการหาปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าที่แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่วิธีของ FAO และวิธี Soil moisture model เพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการศึกษาสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

โครงข่ายระบบจำลองลุ่มน้ำ

การจัดทำโครงข่ายระบบจำลองลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนดังแสดงใน Figure 3 เพื่อใช้ศึกษาสมดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน โดยต้องใส่รายละเอียดการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ การใช้น้ำในพื้นที่ ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ข้อมูลการใช้ที่ดินและอื่น ๆ จากรูปจะเห็นได้ว่ามีกิจกรรมการใช้น้ำในทุกลุ่มน้ำย่อย และมีสถานีสูบน้ำอย่างหนาแน่นในลุ่มน้ำย่อยลำน้ำชีส่วนที่ 2 และลำน้ำชีส่วนที่ 3

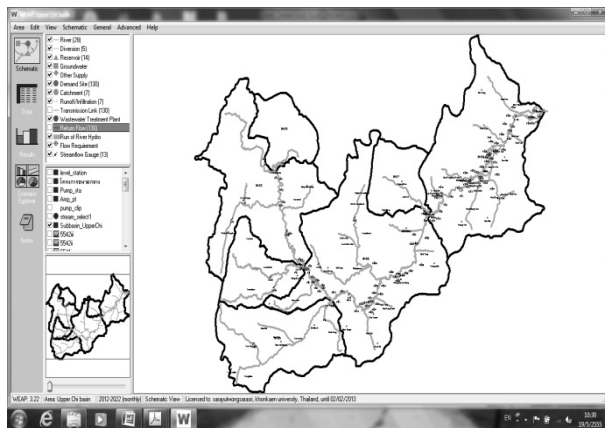


Figure 3 Schematic View

การปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลอง

การศึกษาดุลน้ำจำเป็นต้องมีการปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลที่มีการตรวจวัดจริง โดยใช้ข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำชีตอนบนจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า E.5, E.23 และ E.9 โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าย้อนหลัง 15 ปี (ปี ค.ศ.1995 - 2009) ดังแสดงใน Figure 4 จากรูปจะเห็นได้ว่าสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการปรับเทียบเป็นจุดออกของลุ่มน้ำย่อย ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำย่อยได้

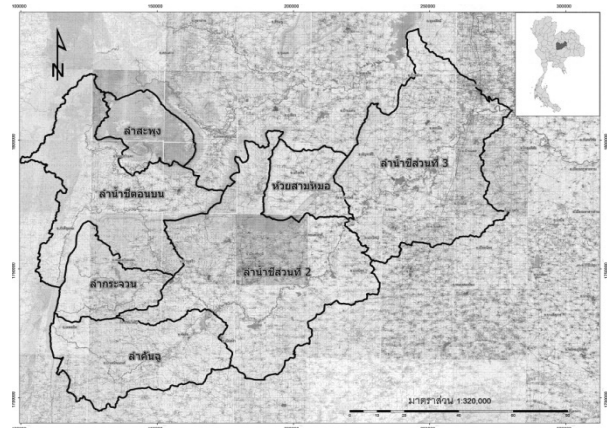


Figure 4 Gauging stations

การปรับเทียบแบบจำลอง (Model calibration)

การคำนวณหาปริมาณน้ำท่าโดยใช้วิธีการของ FAO และวิธีการ Soil moisture model จะได้ค่าปริมาณน้ำท่าที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 5 ซึ่งวิธีการของ Soil moisture model จะได้ค่าปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า E.5 ใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดมากกว่าวิธีการของ FAO

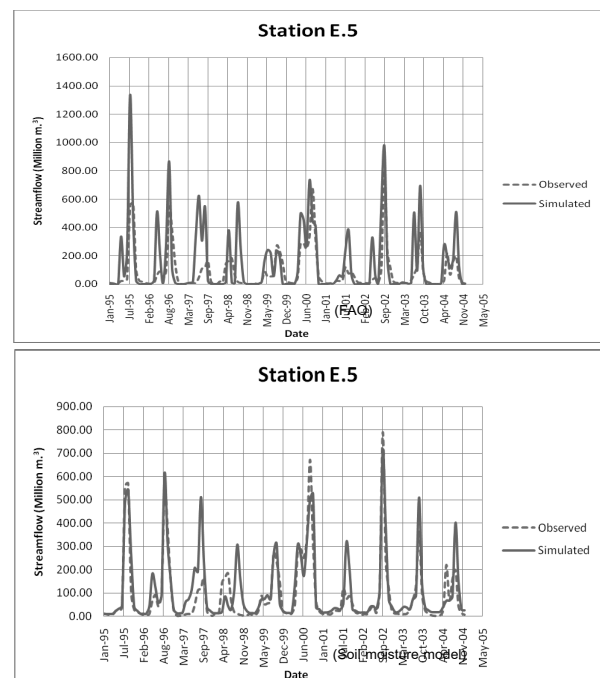


Figure 5 Model Calibration

1) Rainfall Runoff (FAO)

การหาค่า Rainfall Runoff โดยใช้วิธีการของ FAO มีผู้ใช้ใน WEAP เช่น การศึกษา Impact of introducing reserve flows on abstractive uses in water stressed Catchment in Kenya : Application of WEAP 21 model ¹⁴ ข้อมูล Land Use ประกอบด้วย Area, Kc และ Effective Precipitation และข้อมูล

Climate ประกอบด้วย Precipitation และ ETref. ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงและข้อมูลจากการทดลอง การ Calibration and Validation ใช้การ Calibrate ค่า Land use ซึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำชื่อนอนบน กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานสำรวจและจัดทำแผนที่การใช้ที่ดิน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลการใช้ที่ดินปี 2550 จึงไม่ได้ทำการ Calibrate ค่า Land use ซึ่งวิธีการหาค่า Rainfall Runoff โดยใช้วิธีของ FAO ควรใช้กับพื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจรายละเอียดและจัดทำแผนที่การใช้ที่ดิน

2) Rainfall Runoff (soil moisture model)

การหาค่า Rainfall Runoff โดยใช้วิธีของ Soil moisture model มีผู้ใช้ใน WEAP เช่น การศึกษา Hydrologic Model for the Rio Conchos Basin: Calibration and Validation¹⁵ ข้อมูล Land use ประกอบด้วย Area, Kc, Soil Water capacity, Deep water capacity, Runoff resistance factor, Root zone conductivity, Deep conductivity, Preferred Flow Direction, Initial Z1 และ Initial Z2 และข้อมูล Climate ประกอบด้วย Precipitation, Temperature, Humidity, Wind, Cloudiness Fraction, Latitude, Initial snow, Melting point, Freezing point, และ Snow accumulation gauge ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง ข้อมูลจากการทดลอง และข้อมูลที่สามารถปรับค่าตามสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนได้ ซึ่งสามารถใช้เพื่อการเปรียบเทียบแบบจำลองได้ และเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีการสำรวจและจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินเช่นเดียวกับลุ่มน้ำชื่อนอนบน

แบบจำลองจะพิจารณาถึงการเคลื่อนที่ของน้ำในชั้นดินสองชั้น คือดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ดินชั้นบนจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำที่อยู่ใกล้ผิวดิน ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ได้ ส่วนดินชั้นล่างที่อยู่ลึกกว่า น้ำสามารถไหลไปรวมกับน้ำใต้ดินได้ ตัวแปรในแบบจำลองยังรวมถึงช่องว่างระหว่างเม็ดดินของแต่ละชั้นดินที่แตกต่างกันของแต่ละลุ่มน้ำย่อย ซึ่งการเคลื่อนที่ของน้ำในชั้นดินจะแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบแบบจำลองในการหาค่า Rainfall Runoff โดยวิธี FAO และวิธี Soil moisture model ได้ค่าที่แตกต่างกัน โดยวิธี Soil moisture model ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับสถานีวัดน้ำท่ามากกว่าวิธีของ FAO จึงสรุปได้ว่าการหาค่า Rainfall Runoff ในพื้นที่ลุ่มน้ำชื่อนอนบนโดยวิธี Soil moisture model มีความเหมาะสมกับพื้นที่ Table 1 แสดงการเปรียบเทียบค่า r โดยวิธี FAO และวิธี Soil moisture model จากตารางจะเห็นได้ว่าวิธี Soil moisture model จะได้ค่าปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดจริงที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 80% ของ

ทุกสถานีวัดน้ำท่า ส่วนวิธี FAO จะได้ค่าปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกับสถานีตรวจวัดจริงเฉพาะสถานีวัดน้ำท่า E.5 ที่ความเชื่อมั่น 72%

Table 1 Model Calibration

Stream flow	FAO	Soil moisture model
E.5	r = 0.72	r = 0.86
E.23	r = 0.58	r = 0.84
E.9	r = 0.41	r = 0.82

พื้นที่ลุ่มน้ำชื่อนอนบนนอกจากจะมีสภาพแห้งแล้งในฤดูแล้งแล้ว ในช่วงฤดูฝนยังเกิดปัญหาน้ำท่วมทุกปี และมีสภาพน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานประมาณ 1 ถึง 2 เดือน ซึ่งจะมีสภาพแตกต่างกันในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ ที่ตอนบนของลุ่มน้ำเป็นภูเขาสูงสลับกับที่ราบ ส่วนตอนกลางเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง และได้รับอิทธิพลจากสภาวะน้ำท่วมบริเวณด้านท้ายของลุ่มน้ำ ทำให้ไม่สามารถไหลออกจากลุ่มน้ำได้โดยอิสระ ต้องรอระยะเวลาให้น้ำด้านท้ายลดระดับลง น้ำจากพื้นที่ตอนบนจึงจะสามารถไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำได้ ทำให้การเปรียบเทียบแบบจำลองในสถานีวัดน้ำท่าที่ใกล้จุดออกของพื้นที่ลุ่มน้ำ (E.9) ให้ค่าที่แตกต่างจากการตรวจวัดจริงในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นเดือนที่น้ำที่ท่วมขังอยู่สองฝั่งแม่น้ำชีไหลลงสู่ลำน้ำ รวมกับปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าสูงกว่าแบบจำลอง และยังไม่สามารถปรับเทียบค่าปริมาณน้ำท่าในเดือนพฤศจิกายนที่สถานีวัดน้ำท่า E.9 ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้ ซึ่งในอนาคตควรมีการพัฒนาแบบจำลองการศึกษาสมดุลน้ำให้สามารถประเมินปริมาณน้ำท่าที่ตกค้างอยู่ในพื้นที่และไหลออกจากพื้นที่เมื่อถึงเวลาตามสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ที่มีปัญหาอุทกภัยเช่นลุ่มน้ำชื่อนอนบน

การสอบเทียบแบบจำลอง (Model validation)

การหาค่า Rainfall Runoff โดยใช้วิธี Soil moisture model ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับสถานีวัดน้ำท่าที่มีการตรวจวัดจริงในพื้นที่ จึงทำการสอบเทียบแบบจำลองโดยใช้วิธี Soil moisture model และใช้ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าปี ค.ศ. 2005 ถึงปี ค.ศ.2009 ในการสอบเทียบแบบจำลอง ซึ่งได้ค่า Rainfall Runoff ดังแสดงใน Figure 6 และจะได้ค่า r ดังแสดงใน Table 2

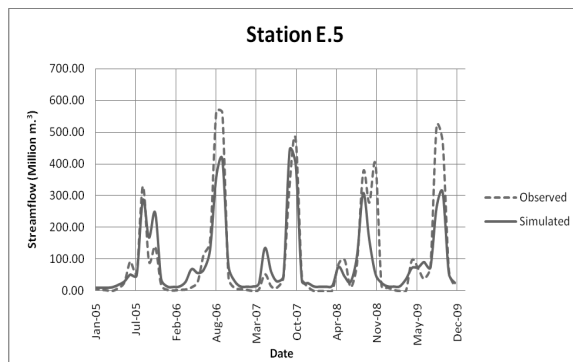


Figure 6 Model validation

Table 2 Model validation

Stream flow	Soil moisture model
E.5	$r = 0.90$
E.23	$r = 0.81$
E.9	$r = 0.82$

สมมูลน้ำ

การศึกษาสมมูลน้ำในสภาพปัจจุบันพิจารณาการใช้ น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการ ใช้้ำส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ และไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่ในพื้นที่ ในฤดูแล้งจะไม่มีน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ เนื่องจากไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ที่จะทำหน้าที่ส่งน้ำเข้าสู่ระบบเพื่อรักษาระบบนิเวศ จึงพิจารณาการใช้้ำ เฉพาะเพื่อการอุปโภค บริโภค และเพื่อการเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งสามารถประเมินการใช้้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบนได้ รายละเอียดตาม Table 3 ซึ่งจะมีความต้องการใช้้ำมากใน ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำชีส่วนที่ 2 และลำน้ำชีส่วนที่ 3

Table 3 Water demand

Sub basin	Inflow	Agricultural	Domestic
	(Million m. ³)	(Million m. ³)	(Million m. ³)
Upper Chi	775	67.997	6.281
Lum Sa Pung	208	7.114	0.814
Lum Kra Juan	292	16.542	2.079
Lum Cun Chu	288	139.529	12.495
Chi Part 2	523	276.012	29.131
Huai Sam Mor	120	30.65	6.183
Chi Part 3	1,022	294.178	39.591
Sum	3,229	832.022	96.574

ปริมาณความต้องการใช้้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน เพื่อการอุปโภค บริโภค ประมาณ 96.574 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี และเพื่อการเกษตรกรรม ประมาณ 832.022 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี รวมปริมาณความต้องการน้ำประมาณ 928.596 ล้าน ลูกบาศก์ เมตร

ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน มีเพียงพอกับ ปริมาณความต้องการน้ำในปัจจุบัน แต่เนื่องจากไม่มีแหล่งเก็บ กักน้ำขนาดใหญ่ ทำให้มีปริมาณน้ำท่าไหลออกจากลุ่มน้ำใน ปริมาณมาก หรือหากเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงนาน จะทำให้เกิด ปัญหภัยแล้งในพื้นที่ ซึ่งจำเป็นต้องปรับแผนการปลูกพืชให้ สอดคล้องกับสภาพน้ำฝน น้ำท่าในแต่ละปี เพื่อป้องกันความ เสียหายที่จะเกิดขึ้นกับพืชผลทางการเกษตร และจำเป็นต้อง เพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักในพื้นที่ เพื่อรองรับปริมาณความต้องการ ใช้้ำที่มีปริมาณมากขึ้นในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

แบบจำลอง WEAP สามารถจำลองระบบลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ชีตอนบนได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถใช้ร่วมกับ ข้อมูลด้าน GIS เพื่อกำหนดพื้นที่และตำแหน่งของโครงการ พัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆ ในพื้นที่ รวมถึงลักษณะของลำน้ำและ สภาพภูมิประเทศ สภาพการใช้ที่ดิน ซึ่งแบบจำลองสามารถ ใส่รายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน ทำให้การประมวลผล มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ การเปรียบเทียบแบบจำลองโดยใช้การหาค่า Rainfall Runoff วิธีของ Soil moisture model ให้ค่าที่ใกล้เคียงกับสถานีตรวจ วัดมากกว่าวิธีของ FAO เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบ แบบจำลองของวิธี Soil moisture model สามารถกำหนด คุณสมบัติของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ และสามารถปรับค่าตัวแปร ให้มีความถูกต้องตรงกับสภาพภูมิประเทศจริง และสภาวะที่ แตกต่างกันของสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ ของแต่ละ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนได้

กิตติกรรมประกาศ

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ ลุ่มน้ำชีตอนบนได้จากกรมชลประทาน ข้อมูลปริมาณน้ำ ฝนได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ซึ่งเป็นต้นสังกัดที่ให้ความช่วยเหลือและ สนับสนุนทุนการวิจัยอย่างดียิ่ง (ทุนอุดหนุนวิจัยสำหรับนิสิต ระดับบัณฑิตศึกษาปริญญาโท งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555) จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

1. Barnett, T.P., Pierce, D.W., Hidalgo, H.G., Bonfils, C., Santer, B.D., Das, T. Bala, G., Wood, A.W., Nozawa, T., Mirin, A.A., Cayan, D.R., & Dettinger, M.D. 2008. "Human-Induced Changes in the Hydrology of the Western United States", *Science*, 319, pp. 1080–1083.
2. Conway, D., Persechino, A., Ardoin-Bardin, S., Hamandawana, H., Dieulin, C., & Mahé, G. 2009. "Rainfall and Water Resources Variability in Sub-Saharan Africa during the Twentieth Century", *Journal of Hydrometeorology*, 10, pp. 41–59.
3. อนันต์ศักดิ์ แย้มชื่น. "การศึกษาการใช้น้ำในลุ่มน้ำชี" 2545. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. Isidoro, D., Quilez, D., Aragues, R. 2003. "Water balance and irrigation performance analysis". *Agricultural Water Management* 64 2004, pp. 123–142.
5. Holger Hoff, Christopher Bonzi, Brian Joyce and Katja Tielbörger. "A Water Resources Planning Tool for the Jordan River Basin", Stockholm, Sweden, *Water* 2011, 3, pp. 718-736; doi:10.3390/w3030718
6. Zakari Mahamadou Mounir, Chuan Ming Ma, Issoufou Amadou. "Application of Water Evaluation and Planning (WEAP): A Model to Assess Future Water Demands in the Niger River (In Niger Republic)" *Modern Applied Science*, Vol. 5, No. 1; February 2011, pp. 38-49.
7. ปรีयर สาธารมณ. "ปัญหาน้ำและสมดุลน้ำในลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโขง(ตะวันออกเฉียงเหนือ)" 2550. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
8. Assata HE, van Beek BC, Borden CP, Gijsbers DA, Jolma ES, Kaden FM, Kaltofen FJW, Labadie GDP, Loucks HNWT, Quinn IJ, Sieber IA, Sulis KWJ, Werick I, Wood DMM (2008). "Generic simulation models for Facilitating stakeholder involvement in Water resources planning and Management: a comparison, evaluation, And identification of future needs, Environmental Modelling, Software and Decision Support", Elsevier 2008, (1574-101X), pp. 230-243.
9. Yates D, Sieber J, Purkey DN, Huber-Lee A 2005. WEAP21; A Demand, Priority, and Preference-Driven Water Planning Model Part 1: Model Characteristics, *Water Int.*, 30(4): pp. 487–500.
10. Raskin, P., Hansen, E., & Zhu, Z. 1992. Simulation of water supply and demand in the Aral Sea, *Region* 17, No. 2, pp. 55–67.
11. Alfara A 2004. Modelling Water Resource Management in Lake Naivasha. Msc. Thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, the Netherlands.
12. Stockholm Environment Institute, 2007. "Water Evaluation and Planning System", WEAP. Boston, USA.
13. กรมชลประทาน. "โครงการปรับปรุงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพัฒนาลุ่มน้ำชีตอนบน จังหวัดชัยภูมิ" 2554.
14. Erick Mugatsia Akivaga, Fred A. O. Otieno, E. C. KipKorir, Joel Kibiiy, Stanley Shitote. Application of Water Evaluation and Planning (WEAP): Impact of introducing reserve flows on abstractive uses in water stressed Catchment in Kenya: Application of WEAP21 model. *International Journal of the Physical Sciences*, Vol. 5(16), December 2010, pp. 2441-2449.
15. Eusebio Ingol-Blanco, Daene C. McKinney. "Hydrologic Model for the Rio Conchos Basin: Calibration and Validation". CRWR Online Report 08-09, May 2009.