การศึกษาพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM สำหรับลุ่มน้ำน่าน

Study on NAM Model Parameters for Nan River Basin

กานดา คูประเสริฐ[1] และ ผศ.ดร.นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์[2]

Kanda Kooprasert[1] and Assistant Professor Nutchanart Sriwongsitanon[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง NAM สำหรับสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ในลุ่มน้ำน่าน โดยแบบจำลอง NAM เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน โดยข้อมูลป้อนเข้าของแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน ค่าเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลองและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองประกอบด้วย กราฟน้ำท่ารายวัน นอกจากนั้นแล้วผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM ยังประกอบด้วย รายละเอียดขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญซึ่งประกอบด้วย ปริมาณการไหลบ่าบนผิวดิน ปริมาณการไหลในระหว่างชั้นผิวดินกับชั้นน้ำใต้ดิน ปริมาณการไหลพื้นฐาน ปริมาณการระเหย ระดับน้ำใต้ดินและ คาปิลลารี่ ฟลั๊กซ์ ในการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองกระทำได้โดยการเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากการประเมินค่าโดยแบบจำลอง NAM กับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ทั้งนี้ต้องกระทำควบคู่ไปกับการศึกษาสมดุลน้ำ โดยพิจารณาจากปริมาณการระเหยสะสมเท่ากับค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนสะสมกับปริมาณน้ำท่าสะสม

ผลของการศึกษาพบว่าค่าของพารามิเตอร์อยู่ในช่วงที่ได้มีการแนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง NAM สำหรับผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองพบว่า กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง NAM และที่ได้จากการตรวจวัด ข้อมูลมีความใกล้เคียงกันกล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกราฟน้ำท่าระหว่างผลจากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 และค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.43 ลบ.ม.ต่อวินาที

ในการศึกษาค่าความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง NAM พิจารณาที่สถานีวัดน้ำท่า N.17 โดยพิจารณาที่อัตราการไหลสูง ๆ และอัตราการไหลต่ำ ๆ จำนวน 12 จุด การศึกษากระทำโดยการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองให้อยู่ในช่วงที่คู่มือการใช้งานของแบบจำลอง NAM ได้แนะนำไว้ ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์แต่ละตัวมีผลต่อองค์ประกอบของน้ำท่าด้วยอัตราที่แตกต่างกันตลอดจนมีความอ่อนไหวที่แตกต่างกันต่ออัตราการไหลสูง ๆ และอัตราการไหลต่ำ ๆ ผลของการศึกษาความอ่อนไหวสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานแบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานแบบจำลอง

ABSTRACT

The objective of the study is to investigate the appropriate parameters of the NAM model, which is applied for the gauging stations of the Nan River Basin. NAM model is a mathematical

---

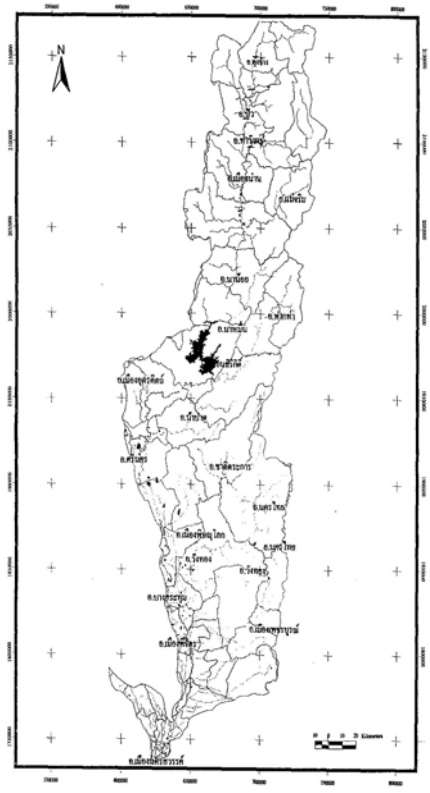
1 วิศวกรโยธา สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

model, which is used for estimating daily discharge. Input data consists of daily rainfall, daily evaporation, initial condition and model parameters. Beside the daily discharge, the result of the model application also include other significant components including of overland flow, interflow, baseflow, evaporation, capillary flux and groundwater depth. For the model calibration and verification, the calculated hydrographs are compared with the observed hydrographs at the particular gauging stations. These are carried out together with a consideration of the water balance. This is evaluated by the consideration of the accumulated evaporation that must equal the accumulated rainfall minus the accumulated runoff.

The result of the values of parameters are also in the ranges recommended in the manual of the NAM model instruction. The average values of correlation coefficients of the relationship between the calculated and observed hydrographs is 0.87. The average values of the sum squares of the differences between the calculated and the observed hydrographs is 100.43 cms.

The sensitivity study of the NAM model's parameters is carried out by considering 12 points of high flows and low flows of the hydrographs at the gauging station N.17. At a particular flow point, the calibrated parameters are changed to the ranges that are recommended in the NAM model manual. It is found that the changing of each model's parameter effects the components of runoff in different degrees. These changing also have different effects on high flows and low flows. The result of the sensitivity study can be used as a guideline in the model uses.



บทนำ

ลุ่มน้ำน่านดังแสดงในภาพที่ 1 เป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ในทางภาคเหนือของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ของ 6 จังหวัดได้แก่ จังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ พิจิตร และนครสวรรค์ มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 34,330 ตร.กม. และมักเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนและขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง เช่น พื้นที่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกใต้จุดบรรจบแม่น้ำน่านและแม่น้ำแควน้อยมักเกิดภาวะน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก และในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนล่างในเขตจังหวัดพิจิตรมักเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำ

แบบจำลอง NAM เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันจากข้อมูลน้ำฝน และปริมาณการระเหยรายวัน นอกจากนั้นแล้วแบบจำลอง NAM ยังแสดงให้ทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่า ได้แก่ ค่าความลึกของน้ำใต้ดิน (groundwater depth) ค่าความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ (water content) ในการเก็บกักบนผิวดิน (surface storage) และการเก็บกักในชั้นรากพืช (root zone storage) ค่าคาปิลลารี่ฟลั๊กซ์ (capillary flux) ค่าผลผลิตจำเพาะ (specific yield) ค่าคงที่สำหรับการเคลื่อนที่ของปริมาณการไหลพื้นฐาน (time constant for routing baseflow) เป็นต้น

วัตถุประสงค์

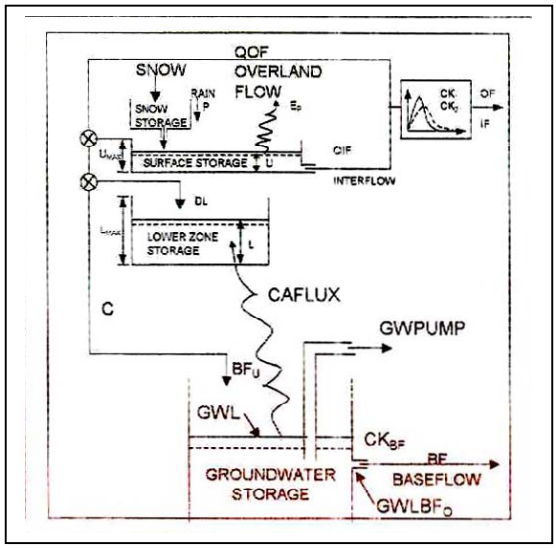
1. ประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM จากสถิติข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลการระเหยรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำน่าน

2. ทำการสอบเทียบ (calibration) และตรวจสอบพารามีเตอร์ (verification) ของแบบจำลอง NAM ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่คำนวณได้กับข้อมูลที่ตรวจวัดในสนาม

3. ศึกษาความอ่อนไหว (sensitivity study) ของค่าพารามีเตอร์ต่าง ๆ ในแบบจำลอง NAM

แบบจำลองที่ใช้ศึกษา

แบบจำลอง NAM เป็นคำย่อของ “**N**edbor–**A**fstrominga **M**odel” ในภาษา Danish พัฒนาโดย Nielsen และ Hansen ที่ Institute of Hydrodynamics and Hydraulics Engineering, Technical University of Denmark โดยจำลองกระบวนการเกิดน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝนในพื้นที่นอกเขตเมือง (rural area) แบบจำลอง NAM จัดอยู่ในแบบจำลองประเภท lumped model โดยการกำหนดให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยเป็นหนึ่งหน่วย ซึ่งค่าของพารามีเตอร์และตัวแปรที่ใช้จะเป็นค่าเฉลี่ยตัวแทนของลุ่มน้ำย่อยนั้น ๆ โดยแนวความคิดของแบบจำลองเป็นการนำพื้นฐานทางกายภาพและสมการมาใช้ร่วมกัน ดังนั้นพารามีเตอร์บางตัวสามารถประมาณจากลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำ เช่นความลาดชันของลุ่มน้ำ ความลาดชันของแม่น้ำ ความหนาแน่นของแม่น้ำในลุ่มน้ำ ลักษณะดิน ลักษณะชั้นดินและชนิดของพืชที่ปลูก โดยพารามีเตอร์ที่เลือกใช้ได้มาจากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง คือ 1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลปริมาณฝนรายวัน (daily rainfall) ปริมาณการระเหยรายวัน (daily evaporation) 2) ค่าพารามีเตอร์ของแบบจำลอง (model parameters) และ 3) ค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (initial conditions) ได้แก่ ค่าความชื้นในดินชั้นต่าง ๆ และการไหลเริ่มต้นของแบบจำลอง และผลที่ได้จากแบบจำลองจะเป็นปริมาณน้ำท่ารายวันซึ่งแสดงถึงลักษณะการเกิดของน้ำท่าจากผลของอุทกวิทยา (Danish Hydraulic Institute, 1992)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของแบบจำลอง NAM

โครงสร้างแบบจำลอง NAM ดังแสดงในภาพที่ 2 เป็นการเลียนแบบวัฏจักรทางอุทกวิทยาบนผิวดินโดยน้ำจะถูกเก็บกักในแหล่งเก็บกักต่าง ๆ 4 ส่วน ดังนี้

1. การเก็บกักของหิมะ (snow storage) ขึ้นอยู่กับอัตราการละลายของหิมะ ซึ่งจะไปเพิ่มปริมาณน้ำให้กับการเก็บกักในชั้นของผิวดิน ซึ่งไม่พิจารณาในประเทศไทย

2. การเก็บกักบนผิวดิน (surface storage) คือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาและถูกเก็บกักโดยพืชและขังตามที่ลุ่มในบริเวณชั้นผิวดิน โดยมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ U_{max} ซึ่งปริมาณน้ำใน surface storage (U) จะลดลงอย่างต่อเนื่องโดยการระเหย การใช้น้ำและการไหลในแนวราบจาก interflow ปริมาณน้ำในชั้นนี้จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณ

ฝนแต่เมื่อปริมาณน้ำขึ้นถึงระดับ U_{max} น้ำส่วนเกิน (P_n) จะไหลออกในลักษณะ overland flow และมีบางส่วนไหลซึมลงสู่ lower zone storage และ groundwater storage

3. การเก็บกักของชั้นดินส่วนล่าง (lower zone storage) คือปริมาณความชื้นของชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดิน โดยมีค่าเก็บกักสูงสุดเท่ากับ L_{max}

4. การเก็บกักของชั้นน้ำใต้ดิน (groundwater storage) คือปริมาณน้ำที่ซึมผ่านการเก็บกักบริเวณชั้นดินส่วนล่าง (lower zone storage) มาเก็บกักในชั้นนี้

วิธีการ

1. ศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่า เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาในครั้งนี้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แผนที่ภูมิประเทศของลุ่มน้ำน่านจากกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 เพื่อใช้ศึกษาลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำ แผนที่ธรณีวิทยาและการใช้ที่ดิน เพื่อหาลักษณะของดินและการใช้ที่ดินเพื่อประกอบในการกำหนดค่าพารามีเตอร์

2.2 รวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝน จำนวน 16 สถานี ซึ่งเป็นสถานีที่รวบรวมโดยกรมชลประทานจำนวน 13 สถานีและกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 3 สถานี โดยสถานีวัดน้ำฝนเหล่านี้ตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำน่านและพื้นที่ข้างเคียงในจังหวัดน่าน เพชรบูรณ์ พิษณุโลก และ อุตรดิตถ์

2.3 รวบรวมข้อมูลปริมาณการระเหยรายวันซึ่งได้จากข้อมูลการระเหยจากถาดรายวันจำนวน 5 สถานี ที่สถานีตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาในบริเวณลุ่มน้ำและพื้นที่ข้างเคียงโดยสถานีเหล่านี้ตั้งอยู่ใน อ.เมือง และ อ.ท่าวังผา จ.น่าน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก และ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ โดยข้อมูลการระเหยรายวันจะนำมาคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของถาดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7 เพื่อเป็นตัวแทนของปริมาณการระเหยของลุ่มน้ำย่อยที่พิจารณา

2.4 รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันในบริเวณลุ่มน้ำน่าน ซึ่งเป็นข้อมูลจากกรมชลประทาน จำนวน 9 สถานี ซึ่งประกอบด้วย สถานีวัดน้ำท่า N.1 N.17 N.24 N.28b N.42 N.47 N.51 N.53 และ N.63

3. ศึกษาสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ประกอบการประเมินปริมาณน้ำท่าในแต่ละสถานีวัดน้ำท่า และหาค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีน้ำฝนโดยวิธีธีเอสเสน

4. นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในข้อที่ 2 และค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักในข้อที่ 3 มาประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง NAM เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า

5. การหาแนวทางการประเมินค่าพารามีเตอร์ที่เหมาะสม โดยการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองสำหรับแต่ละสถานีน้ำท่าที่พิจารณา

6. ศึกษาความอ่อนไหวของพารามีเตอร์ เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามีเตอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของปริมาณน้ำท่า เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินที่เปลี่ยนไปจะทำให้ปริมาณการไหลบนผิวดิน และการซึมลงในดิน เปลี่ยนไปอย่างไร เป็นต้น

ผลการศึกษา

การสอบเทียบและตรวจสอบพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM

ในการสอบเทียบและตรวจสอบพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM ควรทำการสอบเทียบกับข้อมูลน้ำท่าในช่วงเวลาประมาณ 3 ปี แต่เนื่องจากเป็นการยากที่จะทำให้การสอบเทียบแบบจำลองได้ค่าพารามีเตอร์และผลของการซิมูเลทที่สมบูรณ์จึงทำการสอบเทียบแบบจำลองพร้อมทั้งการตรวจสอบแบบจำลองในช่วงเวลา 1 – 3 ปี ซึ่งในการสอบเทียบและตรวจสอบพารามีเตอร์ของแบบจำลองนี้การพิจารณาค่าของสมดุลน้ำในลักษณะของภาพรวมเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาด้วย และในการสอบเทียบนี้ได้เลือกสถานีวัดน้ำท่าที่มีผลกระทบจากโครงสร้างหรือโครงการชลประทานน้อยที่สุด คือ พื้นที่ทางตอนบนของลุ่มน้ำเหนือเขื่อนสิริกิติ์และสถานีที่อยู่ทางตอนล่างแต่มีพื้นที่รับน้ำฝนไม่มากและไม่ได้อยู่ในลำน้ำสายหลักซึ่งได้รับอิทธิพลจากเขื่อนสิริกิติ์หรือโครงการชลประทานขนาดใหญ่ จากผลการศึกษาค่าพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM ในลุ่มน้ำน่านมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ซึ่งได้สรุปค่าพารามีเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง NAM

ตารางที่ 1 สรุปค่าพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM ที่ใช้ในลุ่มน้ำน่าน

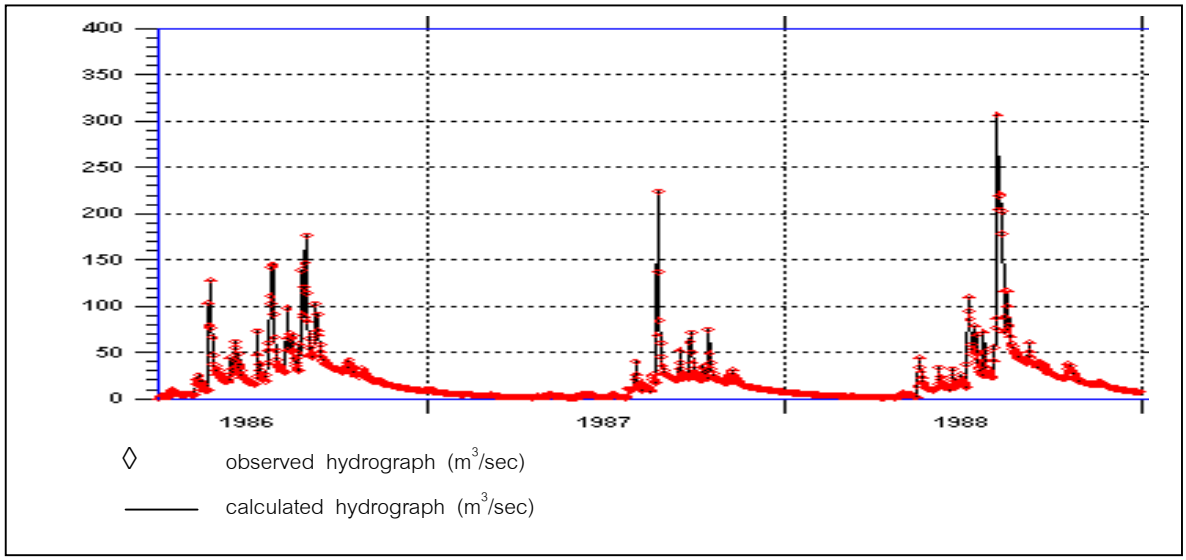
พารามีเตอร์	ค่าที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับแบบจำลอง	ช่วงที่คู่มือแนะนำ	ช่วงที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษา	ค่าเฉลี่ยของช่วงที่ได้จากการศึกษา
U_{max}	0.1-1,000 มม.	10 –20 มม.	10 – 25 มม.	16.59 มม.
L_{max}	0.1-1,000 มม.	100-250 มม.	100 – 250 มม.	165.9 มม.
CQOF	0-1	0-1	0.3 – 0.6	0.445
CKIF	1-9,999 ชม.	500-1,000 ชม.	1,000 ชม.	1,000 ชม.
TOF	0-1	0-1	0.3 – 0.7	0.49
TIF	0-1	0	0	0
CK_1	0-1,000 ชม.	-	9 – 60 ชม.	24.5 ชม.
CK_2	0-1,000 ชม.	-	9 – 60 ชม.	24.5 ชม.
CAREA	0-1	0-1	1	1
TG	0-1	0-1	0.3 – 0.8	0.4
Sy	0-1	0.01-0.3	0.1	0.1
CKBF	1-32,676 ชม.	500-5,000 ชม.	500 – 4,300 ชม.	1,436.36 ชม.
GWL_{min}	-	-	0 ม.	0
$GWLBF_0$	-	-	10 ม.	10 ม.
$GWLF_1$	-	-	1	1

จากผลที่ได้จะเห็นว่ามีค่าของพารามีเตอร์ที่ใช้บางตัวเป็นค่าคงที่สำหรับทุกสถานีวัดน้ำท่า คือ TIF มีค่าเท่ากับ 0 สำหรับค่า CAREA มีค่าเท่ากับ 1 ค่า Sy มีค่าเท่ากับ 0.1 ค่า GWL_{min} มีค่าเท่ากับ 0 ม. ค่า $GWLBF_0$ มีค่าเท่ากับ 10 ม. และ ค่า $GWLF_1$ มีค่าเท่ากับ 1 สำหรับผลของการประเมินกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง NAM มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการเก็บบันทึกไว้ แต่จะมีบางสถานีและบางช่วงปีที่ค่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จะมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงมาก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณฝนเฉลี่ยที่ใช้เป็นตัวแทนที่ไม่ดี เช่น ในบางลุ่มน้ำมีข้อมูลฝนเพียงสถานีเดียวที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่าง (sum square of differences) ระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้โดยแบบจำลอง NAM และที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าที่ทำการศึกษาจำนวน 9 สถานี แสดงดังตารางที่ 2 จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้

ว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง 0.73 ถึง 0.98 และค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่างมีค่าระหว่าง 12.76 ถึง 154.50 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง NAM และที่ได้จากการบันทึกข้อมูลมีความใกล้เคียงกันพอสมควรโดยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ตัวอย่างของการเปรียบเทียบผลการศึกษาโดยแบบจำลอง NAM ของสถานี N.17 แสดงในภาพที่ 3 โดยสถานีดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.98 และ ค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่างเท่ากับ 54.80 ลบ.ม.ต่อวินาที

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่างจากการเปรียบเทียบผลการประเมินกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง NAM และที่ได้จากการบันทึกข้อมูล

สถานีวัดน้ำท่า	N.17	N.47	N.51	N.1	N.42	N.63	N.28b	N.24	N.53	เฉลี่ย
พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	1,156	35	774	4,609	2,107	788	366	1,861	111	-
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	0.98	0.95	0.85	0.90	0.85	0.89	0.84	0.81	0.73	0.87
ค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่าง	54.80	76.00	12.76	125.80	133.00	154.50	106.32	194.67	46.00	100.43



ภาพที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง NAM และที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่สถานีวัดน้ำท่า N.17

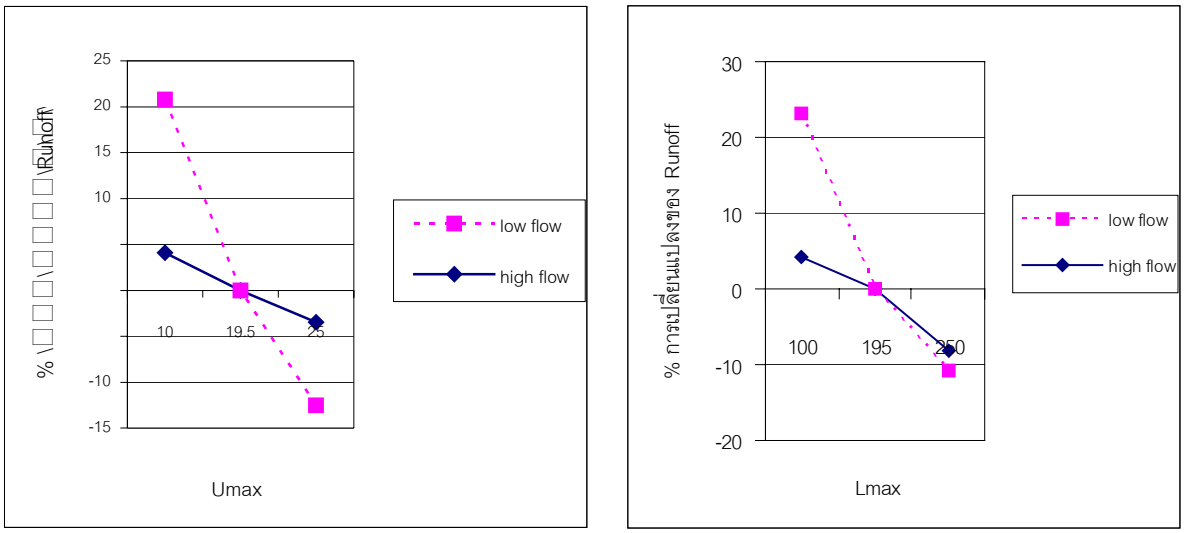
การศึกษาความอ่อนไหวของพารามีเตอร์

การศึกษาความอ่อนไหวของพารามีเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง NAM มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงพารามีเตอร์แต่ละตัวว่ามีผลต่อองค์ประกอบของน้ำท่าอย่างไร โดยแยกการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) พิจารณาที่อัตราการไหลสูง ๆ (high flow) และอัตราการไหลต่ำ ๆ (low flow) 2) พิจารณาที่เวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด สำหรับตัวอย่างของการหาค่าความอ่อนไหวของพารามีเตอร์สำหรับสถานีวัดน้ำท่า N.17 แสดงดังภาพที่ 4 โดยผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. พิจารณาที่อัตราการไหลสูง ๆ และอัตราการไหลต่ำ ๆ

การศึกษาความอ่อนไหวของพารามีเตอร์ ได้ทำการศึกษาสำหรับสถานีวัดน้ำท่า N.17 โดยพิจารณาที่อัตราการไหลสูงสุด (high flow) จำนวน 6 จุด และอัตราการไหลต่ำสุด (low flow) จำนวน 6 จุด ในการศึกษาค่าความอ่อนไหวของพารามีเตอร์ต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่า N.17 กระทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าพารามีเตอร์ซึ่งได้ทำการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองแล้วโดยการปรับค่าพารามีเตอร์ให้อยู่ในช่วงที่คู่มือการใช้งานของ

แบบจำลอง NAM ได้แนะนำ แล้วพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์นั้นว่ามีอิทธิพลต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ของปริมาณน้ำท่า ซึ่งผลจากการศึกษาความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับสถานีวัดน้ำท่า N.17 แสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 4 ผลการศึกษาความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่า (runoff) ของสถานีน้ำท่า N.17

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับสถานีวัดน้ำท่า N.17

พารามิเตอร์	ความหมายของพารามิเตอร์	ค่าที่ใช้สำหรับสถานี N.17	ช่วงพิสัยหรือค่าที่ใช้พิจารณาความอ่อนไหว	ผลการเปลี่ยนแปลงของ runoff เมื่อปรับค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น
U_{max}	ปริมาณการเก็บกักสูงสุดบนผิวดิน	19.5 มม.	10 และ 25 มม.	ความสามารถในการเก็บกักของ U_{max} มีมากขึ้น ปริมาณน้ำที่จะเปลี่ยนเป็น runoff ก็จะลดลง
L_{max}	ปริมาณการเก็บกักสูงสุดของชั้นรากพืช	195 มม.	100 และ 250 มม.	ชั้นรากพืชมีความสามารถที่จะเก็บกักน้ำมากขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำที่จะเป็น runoff น้อยลง
CQOF	สัมประสิทธิ์ของปริมาณการไหลบ่าบนผิวดิน	0.4	0 และ 1	สัมประสิทธิ์ที่มากแสดงถึงสภาพความอิ่มตัวของพื้นที่ลุ่มน้ำเมื่อลุ่มน้ำมีความอิ่มตัวสูงความสามารถในการซึมจะลดลงทำให้มีปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินมากและกลายเป็นน้ำท่าในที่สุด
CKIF	ค่าคงที่ของเวลาสำหรับการไหลในระหว่างชั้นผิวดินกับชั้นน้ำใต้ดิน	1,000 ชม.	500 และ 1,000 ชม.	น้ำใช้เวลาในการไหลไปสู่ชั้น interflow มากทำให้ปริมาณ runoff ที่ผิวดินคงเหลืออยู่มาก
TOF	ค่าเริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับการไหลบ่าบนผิวดิน	0.6	0 และ 0.9	TOF เป็นค่าเริ่มต้นที่ทำให้เกิด overland flow เมื่อ TOF เพิ่มขึ้นทำให้ runoff ลดลง
TIF	ค่าเริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับการไหลในระหว่างชั้นผิวดินและชั้นน้ำใต้ดิน	0.1 มม.	0 0.5 และ 0.9 มม.	TIFเป็นค่าเริ่มต้นที่มีอิทธิพลต่อการเกิด interflowจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ runoff น้อย ค่า runoff จึงเพิ่มอย่างอิสระ
CK_1	ค่าคงที่ของเวลาสำหรับการเกิด interflow	20 ชม.	1 50 และ 100 ชม.	CK_1 และ CK_2 ที่เพิ่มขึ้นหมายถึง เวลาในการเดินทางของน้ำท่าเพิ่มขึ้นทำให้การเกิด runoff ล่าช้า ปริมาณการไหลสูงสุด ที่จุดพิจารณาจึงลดลง
CK_2	ค่าคงที่ของเวลาสำหรับการเคลื่อนที่ของปริมาณการไหลบ่าบนผิวดิน	20 ชม.	1 50 และ 100 ชม.	
CAREA	อัตราส่วนของพื้นที่ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำของน้ำใต้ดินกับพื้นที่ลุ่มน้ำ	1	0.1 และ 0.5	CAREA ที่มาก แสดงว่า มีพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่าพื้นที่น้ำใต้ดินทำให้มีพื้นที่ที่เกิดน้ำท่ามาก
TG	ค่าเริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับการเติมปริมาณน้ำใต้ดิน	0.5	0 และ 0.9	TG ที่มากแสดงว่า ความต้องการการเติมปริมาณน้ำใต้ดินน้อยทำให้น้ำเปลี่ยนเป็น runoff ได้มาก
Sy	ค่าผลผลิตจำเพาะ	0.1	0.01 0.2 และ 0.3	Sy ที่มากแสดงว่า ดินมีความอิ่มตัวสูง จึงทำให้คงเหลือปริมาณน้ำที่เป็นrunoff มาก

2. พิจารณาที่เวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด

ในการพิจารณาที่เวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด ได้พิจารณาเฉพาะค่าพารามีเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับเวลาและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกราฟน้ำท่าเท่านั้น ซึ่งได้แก่ CK_1 และ CK_2 ซึ่งในการพิจารณาได้พิจารณาโดยการปรับค่าของ CK_1 และ CK_2 ไปพร้อมกัน โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ดีที่สุด คือ 20 ชม. แล้วปรับค่าเป็น 1 ชม. 50 ชม. และ 100 ชม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพิจารณาเฉพาะในช่วงของ high flow เพราะสามารถพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรกราฟได้อย่างชัดเจน โดยการพิจารณาที่ค่าของ runoff และมีการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ การเปลี่ยนแปลงของวันที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดว่าเกิดขึ้นก่อนหรือหลังค่าที่เปรียบเทียบ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของฐานเวลาของกราฟน้ำท่า จากผลที่ได้เมื่อปรับค่า CK_1 และ CK_2 ลดลงปริมาณการไหลสูงสุดจะเกิดเร็วขึ้นและมีฐานของไฮโดรกราฟที่แคบลง และ เมื่อปรับค่า CK_1 และ CK_2 เพิ่มขึ้นปริมาณการไหลสูงสุดจะเกิดช้ากว่าเดิมและมีฐานเวลาของกราฟน้ำท่ากว้างมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

ในการประยุกต์ใช้งานแบบจำลอง NAM กับสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ในลุ่มน้ำน่านจำนวน 9 สถานี ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 35 ถึง 4,609 ตร.กม. พบว่าแบบจำลอง NAM สามารถประเมินปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้มีการบันทึกไว้ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่ายกกำลังสองของค่าความแตกต่าง โดยค่าเฉลี่ยของทั้ง 9 สถานีมีค่าเท่ากับ 0.87 และ 100.43 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามบางสถานีได้ผลการศึกษาไม่ดีนัก เช่น สถานีวัดน้ำท่า N.53 ซึ่งสาเหตุสำคัญที่แบบจำลอง NAM ไม่สามารถประเมินกราฟน้ำท่าได้ตามความเป็นจริงเนื่องจากสถานีวัดน้ำฝนที่เป็นตัวแทนของพื้นที่รับน้ำฝนของสถานีวัดน้ำท่าเหล่านั้นไม่เป็นตัวแทนที่ดี หรือมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนไม่ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนที่พิจารณา ซึ่งในกรณีดังกล่าวสามารถพิจารณาการยอมรับผลการประเมินปริมาณน้ำท่าได้จากสมดุลน้ำ กล่าวคือ ปริมาณน้ำท่าสะสมตลอดช่วงการวิเคราะห์ คือ ผลต่างของปริมาณน้ำฝนสะสมและปริมาณการระเหยสะสม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความอ่อนไหวของพารามีเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง NAM สำหรับสถานีวัดน้ำท่า N.17 การศึกษาดำเนินการโดยปรับค่าพารามีเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองแล้ว ซึ่งการปรับค่าพารามีเตอร์อยู่ในช่วงที่คู่มือการใช้งานของแบบจำลอง NAM ได้แนะนำ แล้วพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพารามีเตอร์ ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาความอ่อนไหวเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพารามีเตอร์ของแบบจำลอง NAM แต่ละค่าจะมีผลทำให้องค์ประกอบของปริมาณน้ำท่าในแต่ละส่วนเปลี่ยนแปลงไป ผลการศึกษาพบว่าพารามีเตอร์แต่ละตัวมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ไม่เท่ากัน นอกจากนั้นแล้วพารามีเตอร์เหล่านี้ก็มีอิทธิพลที่แตกต่างกันในช่วงของ low flow และ high flow จากผลการศึกษาความอ่อนไหวจะได้นำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM สำหรับสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ในลุ่มน้ำอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Danish Hydraulic Institute. 1992. MIKE 11 Reference Manual Hørsholm 469 p.

_____. 1992. MIKE 11 User Manual Hørsholm 385 p.

_____. 1992. NAM DOCUMETATION AND USER'S GUIDE 70 p.