

การประยุกต์ใช้ InfoWorks ในการจำลองสภาพ น้ำท่วม ของลุ่มน้ำห้วยโง *

วิชัย ศรีอำพร ¹⁾

¹⁾ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Email: winsri@mail.kku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้โปรแกรม InfoWorks ในการจำลองสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำห้วยโง ซึ่ง InfoWorks เป็น software ที่ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ InfoWorks PDM สำหรับคำนวณน้ำท่าจากน้ำฝนโดยใช้ข้อมูลน้ำฝน การระเหย และข้อมูลน้ำท่า ในการ Calibrate หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของลุ่มน้ำและคำนวณชลภาพอัตราการไหล ส่วนที่สองคือ InfoWorks RS ใช้ในการคำนวณการหลากของน้ำท่าไปตามลำน้ำและที่ราบริมฝั่ง โดยใช้ข้อมูลชลภาพอัตราการไหลที่ตำแหน่งต่างๆ ข้อมูลรูปตัดของลำน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ของลำน้ำและที่ราบริมฝั่ง และแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำ (Ground model) ที่สร้างขึ้นมาจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยมีชลภาพอัตราการไหลที่สถานีเหนือน้ำ และชลภาพระดับน้ำที่สถานีท้ายน้ำของช่วงลำน้ำที่พิจารณาเป็นสภาพขอบเขตด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ตามลำดับ ผลที่ได้จากการจำลองสภาพคือขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดที่แต่ละสถานี แต่เนื่องจากความไม่ละเอียดของข้อมูลแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ที่นำเข้าระบบ GIS จึงทำให้ผลจากการศึกษาไม่แม่นยำเท่าที่ควรเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม

คำสำคัญ: การจำลองสภาพน้ำท่วม, การประยุกต์ใช้ InfoWorks, แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า, การคำนวณการหลาก

An Application of InfoWorks in Flooding Simulation of Hauy Mong Basin *

Winai Sri-Amporn ¹⁾

¹⁾ Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

Email: winsri@mail.kku.ac.th

Abstract

An application of InfoWorks software in flooding simulation of Hauy Mong basin is presented. InfoWorks consists of 2 parts, i.e. InfoWorks PDM for rainfall-runoff calculation and InfoWorks RS for flood routing. The InfoWorks PDM used the recorded daily rainfall, pan evaporation and runoff data for calibration of watershed's parameters, and calculated discharge hydrograph at various stations along the stream. The calculated discharge hydrographs were then input into the InfoWorks RS for flood routing. The required supplementary data for the InfoWorks RS were including stream cross-section, Manning's roughness coefficient of the stream and its flood plain, ground model which was created from GIS, and a stage hydrograph at the downstream station of the reach. The outputs from InfoWorks RS were a boundary of flooding area, stage and discharge hydrograph at various stations along the stream. Unfortunately, the result was not properly agreed with the inundated area obtained from the satellite image because the 1:50,000 scale topographic maps used in the GIS were not accurate enough.

Keywords: flooding simulation, InfoWorks application, rainfall-runoff model, flood routing

บทนำ

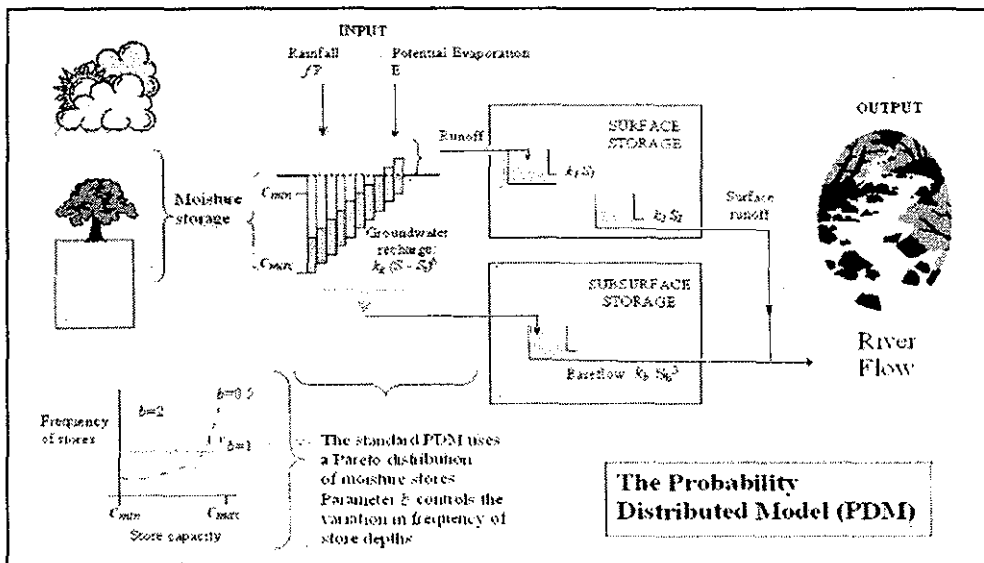
สภาพอุทกภัยที่เกิดขึ้นบริเวณที่ราบลุ่มสองฝั่งของลำน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนอย่างมากและมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้น ถ้าหากมีการประเมินสภาพทางชลศาสตร์ของลุ่มน้ำเพื่อเป็นพื้นฐานในการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัย พร้อมกับหาวิธีการบริหารจัดการลุ่มน้ำที่เหมาะสมก็จะสามารถบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัยลงได้ บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยจังหวัดอุดรธานี ซึ่งดำเนินการโดยภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2547) โปรแกรม InfoWorks เป็น software ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Wallingford Software Ltd. ประเทศอังกฤษ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ InfoWorks PDM (Probability Distributed Moisture) สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝน และ InfoWorks RS (River Simulation) สำหรับการคำนวณการไหลของน้ำท่าไปตามลำน้ำและที่ราบริมฝั่งลุ่มน้ำห้วยโงมมีพื้นที่ 2,718 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำส่วนใหญ่ค่อนข้างราบมีห้วยโงมเป็นลำน้ำสายหลักและมีลำน้ำสาขาคือห้วยน้ำบน ห้วยซัด และห้วยทอน ห้วยโงมมีความยาว

* Original manuscript submitted: June 14, 2004 and Final manuscript received: August 10, 2004

ตามลำน้ำประมาณ 140 กิโลเมตร โดยมีต้นกำเนิดจากเนินเขาบริเวณอำเภอนากลาง และอำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู ไหลผ่านอำเภอสวรรคภูหา จังหวัดหนองบัวลำภู อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี แล้วไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ลุ่มน้ำห้วยโมงมีปริมาณฝนเฉลี่ยปีละ 1,329 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติเฉลี่ยประมาณ 774 ล้าน ลบ.ม./ปี

การทำงานของ InfoWorks PDM

โปรแกรม InfoWorks PDM เป็น conceptual rainfall-runoff model ที่ปรับปรุงจาก ISIS PDM ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอัตราการระเหย โดยมีความสามารถกักน้ำของดินเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณน้ำท่าที่จะไหลออกจากลุ่มน้ำ ทั้งนี้ เนื่องจากดินที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในลุ่มน้ำเดียวกันจะมีความสามารถในการกักน้ำแตกต่างกัน ดังนั้น จึงสร้างแบบจำลองน้ำท่าอย่างง่ายบนพื้นฐานของ probability distribution โดยที่เมื่อมีฝนตกบนพื้นที่รับน้ำจะมีน้ำบางส่วนสูญเสียไป สำหรับส่วนที่เหลืออยู่บนผิวดินจะถูกจำลองให้เป็นการเก็บกักน้ำบนผิวดิน (surface storage) และส่วนที่ซึมลงใต้ดินจะถูกจำลองเป็นแหล่งเก็บกักน้ำใต้ดิน (groundwater storage) ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองคือปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ ที่เป็นผลรวมของการไหลออกจากแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินและแหล่งเก็บกักน้ำใต้ดิน ดังผังการทำงานของ PDM ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการและผังการทำงานของโปรแกรม InfoWorks PDM

เมื่อพิจารณาให้ความสามารถในการเก็บกักน้ำของแท่งดิน (Soil column) ที่ตำแหน่งใดๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นเสมือนถังเก็บน้ำที่มีความจุ c' เมื่อถึงดังกล่าวได้รับน้ำจากฝน (P) และในขณะเดียวกันก็

มีการสูญเสียเนื่องจากการระเหย (E) ถ้าได้รับน้ำจนกระทั่งน้ำเต็มถึงก็จะล้นออกนอกถังเกิดเป็นปริมาณน้ำท่า (q) แต่ในกรณีที่มีการสูญเสียมากกว่าปริมาณฝนก็จะไม่ล้นออกนอกถัง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$q = P - E - (c' - S_0) \quad ; P > c' + E \quad = 0 \quad ; P \leq c' + E \quad (1)$$

โดยที่ q คือปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำในช่วงเวลาที่พิจารณา และ S_0 คือระดับน้ำในถังตอนเริ่มต้น เมื่อพิจารณาที่ตำแหน่งใดๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีความสามารถในการเก็บกักน้ำเท่ากับ c ซึ่งถือว่าเป็นตัวแปรสุ่ม (random variable) ที่สัมพันธ์กับ probability density function ($f(c)$) ดังนั้น สัดส่วนของลุ่มน้ำที่มีพิสัยของระดับน้ำอยู่ในช่วง $(c, c+dc)$ จะเป็น $f(c)dc$

การพิจารณาสมมูลน้ำ เริ่มต้นจากการนำถึงน้ำในลุ่มน้ำที่มีความสูงเท่ากันแต่มีระดับน้ำแตกต่างกันไปตามตำแหน่งต่างๆ มาเรียงกันตามลำดับของระดับน้ำจากมากไปหาน้อย ในกรณีที่ลุ่มน้ำแห่งตอนเริ่มต้นถึงน้ำจะมีการเก็บกักเป็นศูนย์ และเมื่อมีฝนตกภายในช่วงเวลาที่พิจารณาในอัตราสุทธิ P ดังก็จะรับน้ำไว้เป็นความลึกเท่ากับ P แต่ถ้าถึงนั้นมีความสูงที่เหลืออยู่น้อยกว่า P ก็จะเกิดการไหลล้นออกนอกถัง ดังนั้น ถ้าพิจารณาในช่วงเวลาใดๆ ถึงที่มีความจุเหลือน้อยก็จะเต็มก่อนแล้วระบายน้ำออกมาเป็นน้ำท่า และเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาที่พิจารณา ถึงที่มีความจุเท่ากับ P ก็จะเต็มพอดีและเริ่มที่จะระบายน้ำออกโดยทั่วๆ ไป จะมีถึงหลายใบที่มีความจุเท่ากัน ดังนั้น ปริมาณน้ำท่าที่จะได้จากลุ่มน้ำจะต้องมาจากการปรับค่าความลึกของน้ำในถังตามความถี่ ซึ่งจะระบุโดย $f(c)$ และเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาที่พิจารณา ถึงที่มีความจุน้อยกว่า P ก็เริ่มจะระบายน้ำออกมาเป็นน้ำท่า ถ้าให้ C^* เป็นความจุวิกฤติของถึงที่มีความจุน้อยกว่า P ซึ่งจะได้รับน้ำเต็มถึงที่เวลา t จึงสามารถเขียนสัดส่วนของลุ่มน้ำที่มีถึงซึ่งมีความจุเท่ากับหรือน้อยกว่าความจุวิกฤติได้ดังนี้

$$Prob(c \leq C^*) = F(C^*) = \int_0^{C^*} f(c)dc \quad (2)$$

โดยที่ $F(.)$ คือ distribution function ของความจุของถึงและเกี่ยวข้องกับ density function ($f(c)$) ภายใต้ความสัมพันธ์ $f(c) = dF(c)/dc$ ซึ่งเป็นสัดส่วนของลุ่มน้ำที่จะให้น้ำท่าเช่นเดียวกัน ดังนั้น จะสามารถคำนวณพื้นที่ของลุ่มน้ำที่จะให้น้ำท่าที่เวลา t ใดๆ ($A_c(t)$) จากลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ A ได้จาก

$$A_c(t) = F(C^*(t)) A \quad (3)$$

และปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ของลุ่มน้ำที่ขณะเวลาใดๆ คือผลคูณของอัตราฝนที่ตกสุทธิ ($\pi(t)$) กับสัดส่วนของลุ่มน้ำที่ให้น้ำท่า $F(C^*(t))$ นั่นคือ

$$q(t) = \pi(t) \cdot F(C^*(t)) \quad (4)$$

ที่ขณะเวลา i ของช่วงเวลาที่ฝนตก $(t, t+\Delta t)$ เมื่อสมมุติให้ปริมาณฝน (P_i) และการระเหย (E_i) มีอัตราคงที่ ดังนั้น ฝนสุทธิจะมีอัตรา $\pi_i = P_i - E_i$ นั่นคือ ความจุวิกฤติ ($C^*(t)$) จะเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาดังนี้

$$C^*(\tau) = C^*(t) + \pi_i(\tau - t) \quad ; t \leq \tau \leq t+\Delta t \quad (5)$$

เมื่อเวลาผ่านไป พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนที่ให้น้ำทำก็จะขยายออกไปเรื่อยๆ ตามสมการที่ (3) และจะสามารถคำนวณปริมาตรน้ำที่ต่อหน่วยพื้นที่ของลุ่มน้ำ ตลอดช่วงเวลาที่พิจารณา ได้จาก

$$V(t+\Delta t) = \int_t^{t+\Delta t} q(\tau) d\tau = \int_{C^*(t)}^{C^*(t+\Delta t)} F(c)dc \quad (6)$$

ทั้งนี้ ในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ในถังทุกใบจะสูญหายไปเนื่องจากการระเหย ซึ่งในขณะนั้นๆ น้ำในถังที่มีระดับสูงกว่าจะไหลไปสู่ถังที่มีระดับต่ำกว่า จนกระทั่งถึงทุกใบในลุ่มน้ำมีระดับน้ำเท่ากัน นั่นคือ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งถังทุกใบจะมีปริมาณน้ำเท่ากับ C^* เท่ากัน ถึงแม้จะมีความจุแตกต่างกันก็ตาม

การทำงานของ InfoWorks RS

โปรแกรม InfoWorks RS ใช้ในการจำลองสภาพการไหลแบบคงตัว (Steady flow) และการไหลแบบไม่คงตัว (Unsteady flow) ในทางน้ำเปิด โดยมีพื้นฐานจากสมการ Saint-Venant และใช้วิธีการเชิงตัวเลขแบบ Preissmann's Implicit Finite-Difference แบบ Weighted Four-Point Implicit ในการหาผลเฉลย ซึ่งข้อมูลที่ต้องใช้คือชลภาพอัตราการไหลที่ตำแหน่งต่างๆ ข้อมูลรูปตัดของลำน้ำสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (Manning's roughness coefficient) ของลำน้ำและที่ราบริมฝั่ง (Flood plain) และแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำ (Ground Model) โดยมีชลภาพอัตราการไหล และความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับระดับน้ำ (Rating curve) ที่สถานีท้ายน้ำของช่วงลำน้ำที่พิจารณาเป็นสภาพขอบเขตทางด้านท้ายน้ำ (Downstream boundary condition) แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณการไหลจากชลภาพอัตราการไหลไปตามลำน้ำ และเมื่อระดับน้ำสูงเกินตลิ่งก็จะไหลออกสู่ที่ราบริมฝั่ง ซึ่งโปรแกรมจะใช้ข้อมูลพิกัดและระดับความสูงของภูมิประเทศจาก Ground model ในการประมวลผล การทำงานของโปรแกรม InfoWorks RS มีสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) การไหลแบบไม่คงตัวในทางน้ำเปิด เป็นสมการการไหลในลำน้ำธรรมชาติแบบไม่คงตัว 1 มิติ โดยมีพื้นฐานมาจากสมการ Saint-Venant ดังนี้

(1) สมการสภาพต่อเนื่อง

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (7)$$

โดยที่ Q คืออัตราการไหลในลำน้ำ, x คือระยะทางตามทิศทางการไหล, A คือพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ, และ q คืออัตราการไหลเข้าหรือออกจากลำน้ำหลักต่อหน่วยความยาวของลำน้ำ

(2) สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right) - gAS_f = 0 \quad (8)$$

โดยที่ β คือแฟกเตอร์ปรับค่า (Correction factor), h คือระดับน้ำ, g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, และ S_f คือความลาดชันของความเสียดทาน (Friction slope)

2) จุดบรรจบของลำน้ำ เมื่อมีลำน้ำสาขาไหลเข้ามาบรรจบกับลำน้ำหลัก ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขาที่ไหลเข้ามาจะทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำหลักสูงขึ้น ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าจะมีค่าเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลออก และจะมีระดับน้ำเพียงค่าเดียวที่จุดบรรจบ โดยมีสมการอธิบายดังนี้

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0 \quad (9)$$

$$h_1 = h_2 = h_3 = \dots \quad (10)$$

3) การไหลระหว่างลำน้ำกับพื้นที่ราบริมฝั่ง ขณะที่เกิดน้ำหลาก ระดับน้ำในลำน้ำจะสูงขึ้นจนล้นตลิ่ง (Overbank spillage) แล้วไหลเข้าสู่พื้นที่ราบริมฝั่ง และเมื่อระดับน้ำในลำน้ำลดลงจนต่ำกว่าระดับตลิ่ง น้ำจากพื้นที่ราบริมฝั่งก็จะไหลกลับลงสู่ลำน้ำ (Return flow) การอธิบายสภาพการไหลดังกล่าวเป็นสมการของกฎทรงมวล ดังนี้

$$q_{net} - A(h) \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \quad (11)$$

$$q_{net} = \sum_{i=1}^n q_i \quad (12)$$

โดยที่ q_{net} คือปริมาณการไหลสุทธิ, h คือระดับน้ำ, n คือจำนวนจุดที่มีการไหล, q_i คือปริมาณการไหลตรงจุดที่พิจารณา i , และ A คือพื้นที่ของที่ราบริมฝั่ง

4) การหาผลเฉลย เนื่องจากสมการ Saint-Venant อยู่ในรูปของสมการกึ่งอนุพันธ์ (Partial differential equation) ดังนั้น ในการหาผลเฉลยของสมการเหล่านี้ต้องใช้วิธีเชิงตัวเลข ซึ่งโปรแกรม InfoWorks RS ได้แปลงสมการให้อยู่ในรูปของ Finite-Difference Equation Form แล้วใช้วิธีการเชิงตัวเลข Implicit Finite-Difference แบบ Weighted Four-Point Implicit ในการหาผลเฉลย ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณการหลากคืออัตราการไหล และระดับน้ำที่สถานีต่างๆ ตามลำน้ำ

การสร้างแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศ

1) ข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศ คือระดับความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ และข้อมูลเส้นชั้นความสูงที่อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งรวบรวมจากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2) ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศจากการสำรวจภาคสนามด้วยกล้องระดับ ซึ่งอ้างอิงพิกัดจากหมุดหลักฐานตามแนวราบ และนำเข้าข้อมูลโดยการแปลงข้อมูลจากค่าพิกัดและค่าระดับในรูปของข้อมูลความสูงให้อยู่ในรูปของจุดความสูงใน GIS ส่วนการสำรวจด้วย GPS สามารถนำเข้าใน GIS ได้โดยตรง ซึ่งจะได้ชั้นข้อมูลระดับความสูงใน GIS แบบจุดเพียงอย่างเดียว

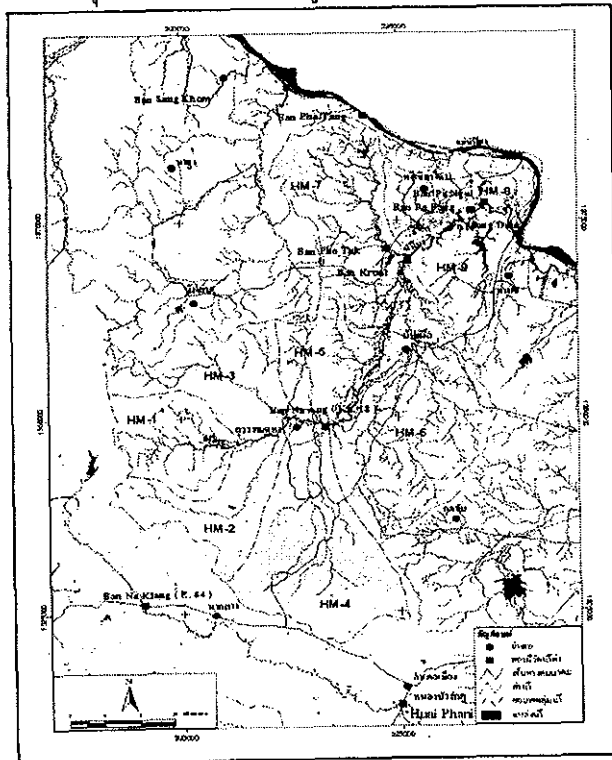
3) แบบจำลองลักษณะภูมิประเทศ สร้างจาก Triangulated Irregular Network (TIN) โดยใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งจะสามารถทำให้ข้อมูลความสูงต่ำของภูมิประเทศมีความต่อเนื่องกัน โดยอาศัยลักษณะของ 3D-vector features ที่ทุก ๆ จุดของ Vertex จะมีค่าพิกัดทั้ง x , y และ z ทำให้สามารถแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

4) ในการสร้าง TIN สามารถสร้างได้จากข้อมูลหลายชนิดทั้ง จุด เส้น อาณาบริเวณ หรือจาก Grids และยังสามารถเปลี่ยนแปลง TIN โดยการเพิ่มข้อมูลได้ ทั้งนี้ การสร้าง TIN จากข้อมูลต่างๆ จะต้องกำหนด field ที่เก็บค่าระดับความสูงและขอบเขตที่ชัดเจน

การประยุกต์ใช้ InfoWorks PDM

การประยุกต์ใช้ InfoWorks PDM กับลุ่มน้ำห้วยโง มีข้อมูลที่ต้องใช้ดังนี้

- 1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 40 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยโง ซึ่งมีช่วงสถิติข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540-2544
- 2) ข้อมูลอัตราการไหลรายวันของสถานีอุทกวิทยาที่อยู่ในลุ่มน้ำห้วยโง คือสถานี Kh.18 ของกรมชลประทาน และสถานีของกรมทรัพยากรน้ำ 2 สถานี คือสถานี Ban Kurt และ Ban Pho Tak โดยมีตำแหน่งของสถานีดังแสดงในรูปที่ 2
- 3) ข้อมูลอัตราการระเหยจากผิวดินรายวัน มีช่วงสถิติข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540-2544 โดยรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 2 สถานีคือ จ.อุดรธานี และ จ.หนองคาย โดยนำค่าการระเหยจากผิวดินไปคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของผิวดิน (0.7) เพื่อปรับให้เป็นค่าอัตราการระเหยที่เกิดขึ้นจริง
- 4) ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในลุ่มน้ำของสถานีอุทกวิทยา ซึ่งได้มาจากการแบ่งลุ่มน้ำห้วยโงออกเป็น 9 ลุ่มน้ำย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2



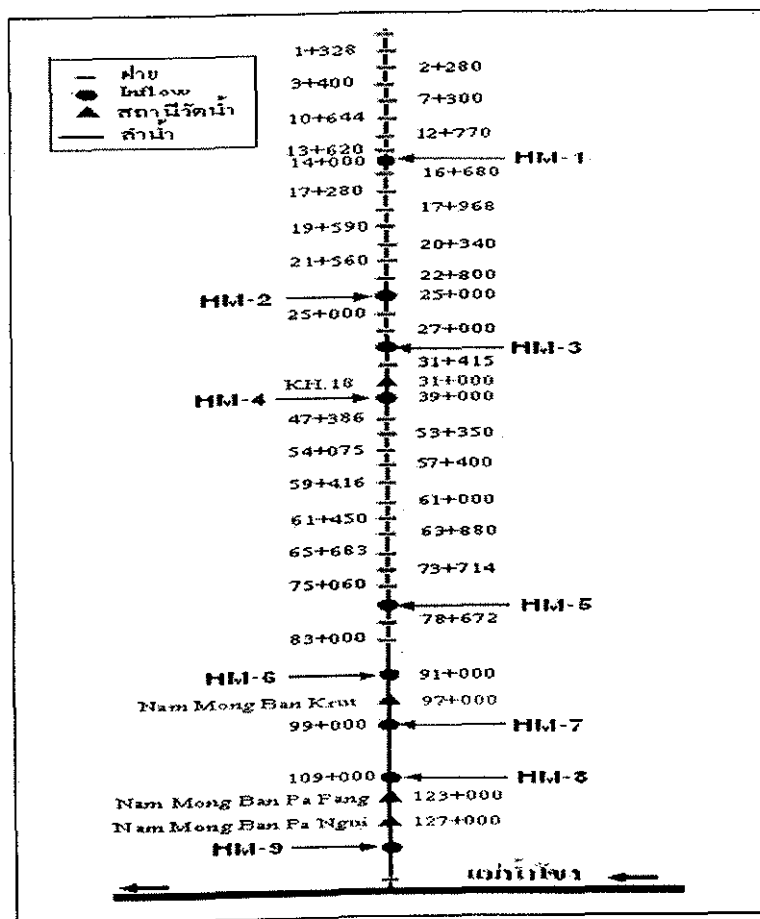
รูปที่ 2 ลุ่มน้ำห้วยโง แสดงลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งของสถานีอุทกวิทยา

5) ตำแหน่งที่ลำน้ำสาขาไหลลงสู่ลำน้ำหลัก เพื่อใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งที่ชลภาพัฏธการไหลของกลุ่มน้ำย่อยไหลเข้าสู่ลำน้ำหลัก ดังผังลำน้ำห้วยโง่งที่แสดงในรูปที่ 3

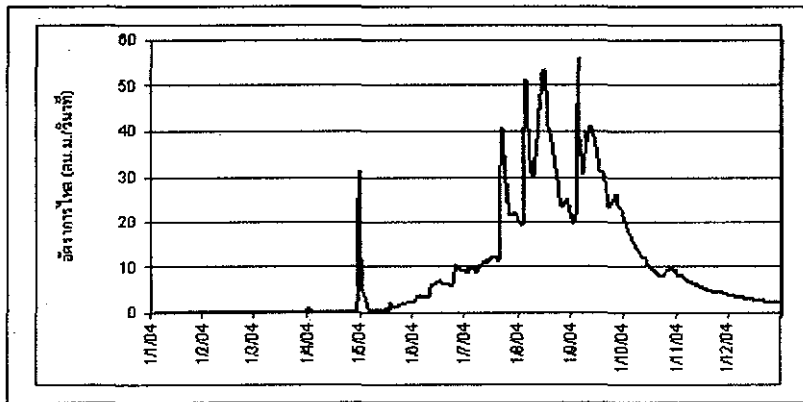
6) การทำงานขั้นตอนแรกขอโปรแกรมคือการ Calibrate หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยของกลุ่มน้ำย่อย ข้อมูลการระเหยรายวัน และข้อมูลน้ำท่ารายวัน ซึ่งใช้ข้อมูลทั้งหมดในปี พ.ศ.2544

7) ขั้นตอนต่อไปเป็นการ Validate พารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น โดยการเปรียบเทียบอัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณกับข้อมูลอัตราการไหลที่วัดได้จริงของปี พ.ศ.2543 ซึ่งโปรแกรมจะทำการปรับค่าพารามิเตอร์เองจนกระทั่งได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ไม่น้อยกว่า 0.8 จึงจะถือว่าพารามิเตอร์ที่ได้นั้นเป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำย่อย

8) หลังจากนั้น นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปคำนวณชลภาพัฏธการไหล จากข้อมูลฝนรายวันเฉลี่ยของกลุ่มน้ำย่อย ซึ่งจะได้ชลภาพัฏธการไหลรายวันตลอดทั้งปีของแต่ละกลุ่มน้ำย่อย เช่น ชลภาพัฏธการไหลรายวันปี พ.ศ.2544 ของลุ่มน้ำ HM-7 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 ผังของลำน้ำห้วยโง่ง แสดงตำแหน่งที่ชลภาพัฏธการไหลจากลุ่มน้ำย่อยเข้าสู่ลำน้ำหลัก

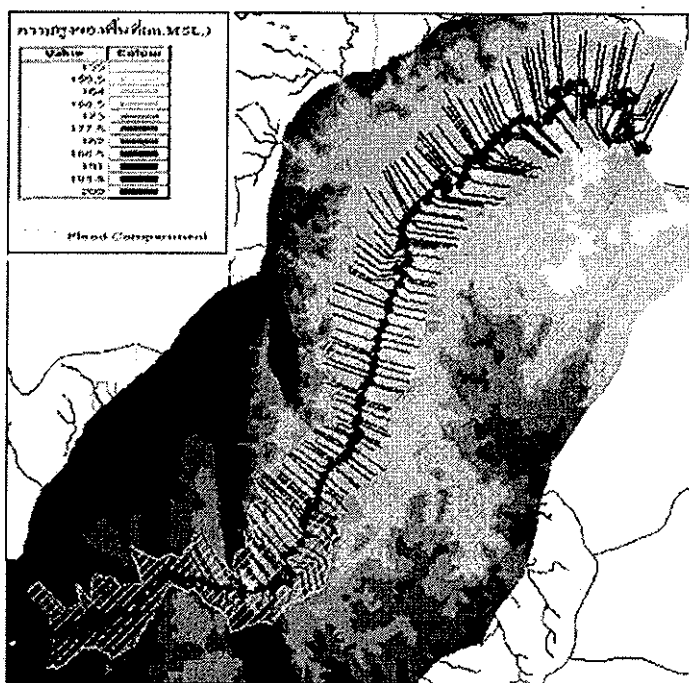


รูปที่ 4 ตัวอย่างผลภาพอัตราการไหลรายวันของลุ่มน้ำย่อย HM-7 ปี พ.ศ.2544

การประยุกต์ใช้ InfoWorks RS

ข้อมูลที่น่าสนใจในการคำนวณการไหลโดย InfoWorks RS มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อมูล Ground model ของลุ่มน้ำ โดยสร้างมาจากการใช้โปรแกรม ArcView 3.2 แปลงจากแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระดับความสูงเป็นจุดโดยใช้ GPS มือถือ
- 2) แบบจำลองทางชลศาสตร์ของลุ่มน้ำห้วยโง ทำได้โดยการสร้างขอบเขตของแบบจำลองพื้นที่ศึกษา (Flood Compartment) ให้ครอบคลุมพื้นที่น้ำท่วมของลุ่มน้ำห้วยโงที่แปลงมาจากภาพถ่ายดาวเทียม ในวันที่ 13 สิงหาคม 2544 ซึ่งจะได้ออกขอบเขตพื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 5
- 3) ข้อมูลรูปตัดขวางของลำน้ำที่ระยะทางทุก ๆ 1 กม. และข้อมูลอาคารชลศาสตร์ที่อยู่ในห้วยโง ซึ่งได้มาจากการสำรวจภาคสนาม
- 4) ข้อมูลสภาพอัตราการไหลและระดับน้ำของสถานีอุทกวิทยา และสภาพระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำปากแม่น้ำห้วยโง รวมทั้งผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม InfoWorks PDM
- 5) ในการคำนวณการไหล ได้ใช้สภาพอัตราการไหลที่บ้านทุ่งน้อย ซึ่งเป็นสภาพที่ได้มาจากลุ่มน้ำย่อย HM-1 เป็นสภาพขอบเขตทางด้านเหนือน้ำ และใช้สภาพระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำปากแม่น้ำห้วยโงเป็นสภาพขอบเขตทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งข้อมูลสภาพระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำดังกล่าวได้พิจารณาครอบคลุมถึงอิทธิพลของ backwater เนื่องจากระดับน้ำในแม่น้ำโขง
- 6) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งของลำน้ำและพื้นที่ราบริมฝั่ง โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งของลำน้ำได้มาจากการเปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลสภาพอัตราการไหลที่มีการบันทึกไว้ในช่วงต้นฤดูฝน คือตั้งแต่เดือนมกราคม – มิถุนายน 2544 ซึ่งมีการไหลอยู่ในลำน้ำเท่านั้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งของพื้นที่ราบริมฝั่งได้มาจากการปรับค่าน้ำหนักตามลักษณะการใช้ที่ดินของแต่ละช่วงลำน้ำที่พิจารณา โดยใช้ค่าพื้นฐานที่แนะนำโดย Chow (1959)



รูปที่ 5 แบบจำลองทางชลศาสตร์ของกลุ่มน้ำห้วยโง

ผลการศึกษา

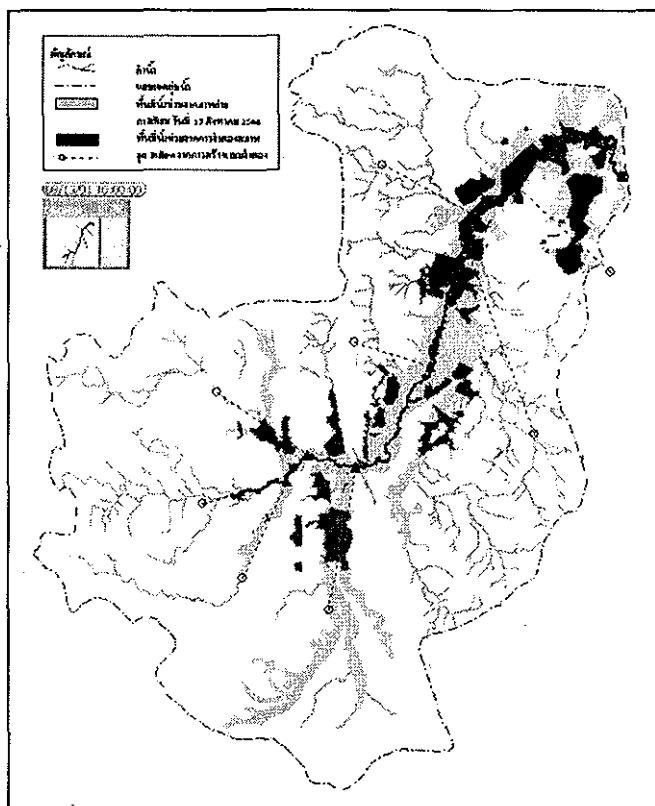
1) ผลการจำลองสภาพการไหลแบบคงตัวจะได้อัตราการไหลเริ่มต้นของแต่ละสถานี ซึ่งจะนำไปใช้ในการจำลองสภาพการไหลแบบไม่คงตัวต่อไป

2) จากการจำลองสภาพการไหลแบบไม่คงตัวจะได้ขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมตลอดช่วงเวลาทำการคำนวณ เช่น ในรูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมจากการจำลองสภาพกับข้อมูลจากการแปลงภาพถ่ายดาวเทียมในวันที่ 13 ส.ค. 2544

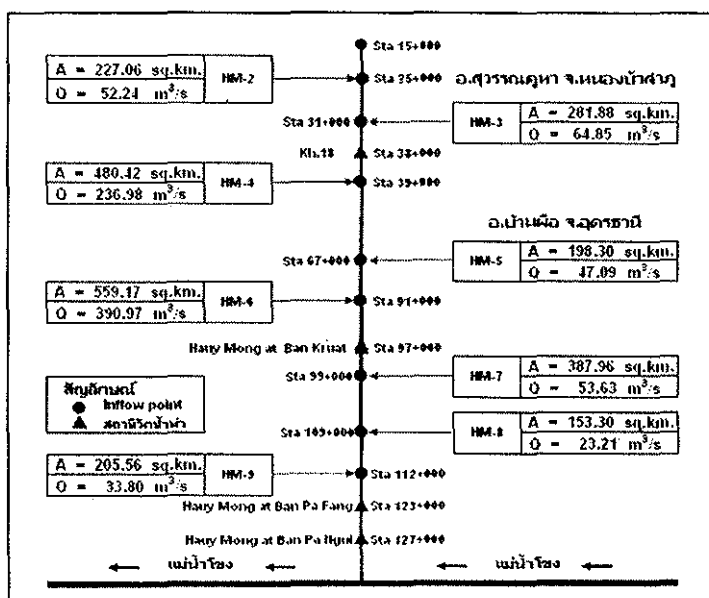
3) ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดจากลุ่มน้ำย่อยจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งเป็นผังลำน้ำของห้วยโงแสดงขนาดพื้นที่รับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดของแต่ละลุ่มน้ำย่อย

4) การคำนวณความจุสูงสุดของลำน้ำที่แต่ละตำแหน่งของห้วยโง ได้มาจากการพิจารณาค่าอัตราการไหลในลำน้ำที่จุดบนชลภาพของอัตราการไหลซึ่งมีระดับน้ำสูงเท่ากับระดับของตลิ่งลำน้ำฝ่งที่มีระดับต่ำกว่า ณ ตำแหน่งนั้นๆ โดยมีผลการคำนวณความจุสูงสุดและระดับความสูงของตลิ่งที่แต่ละสถานีของห้วยโง ดังแสดงในรูปที่ 8

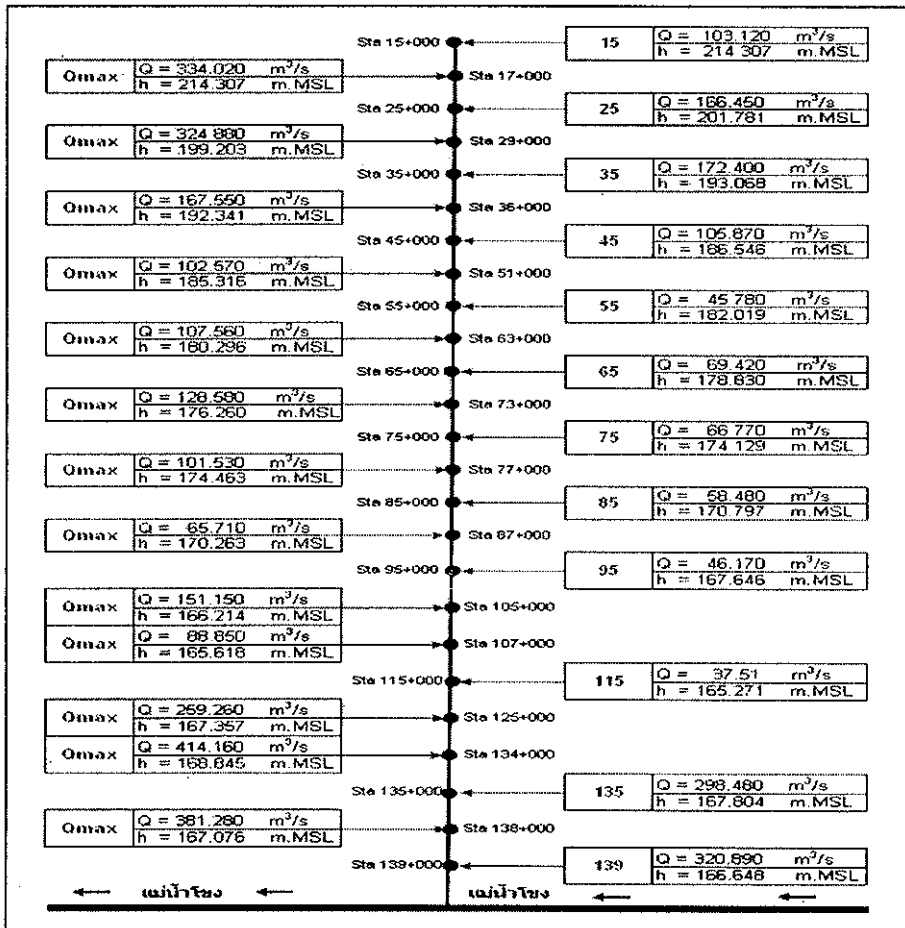
5) จากการเปรียบเทียบความจุสูงสุดของลำน้ำที่แต่ละสถานีและอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้น ในลำน้ำจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งจะพบว่าอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงมีค่าสูงกว่าความจุสูงสุดของลำน้ำ แสดงว่าน้ำจะต้องล้นตลิ่งออกสู่พื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำน้ำและทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ของลุ่มน้ำ



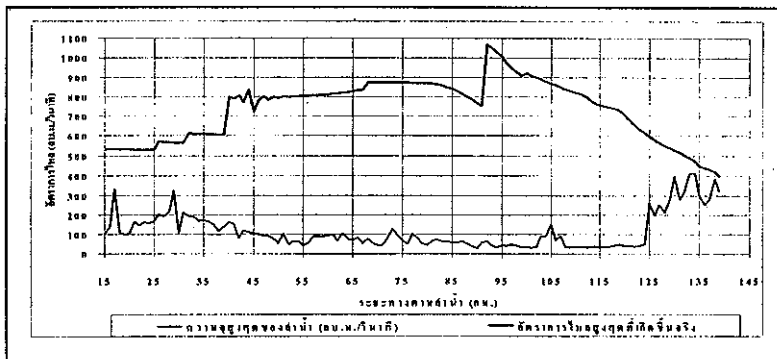
รูปที่ 6 พื้นที่น้ำท่วมจากการจำลองสภาพเปรียบเทียบกับข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 13 ส.ค. 44



รูปที่ 7 ผังลำน้ำของห้วยโมง แสดงขนาดพื้นที่รับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดของลุ่มน้ำย่อย



รูปที่ 8 แสดงความจุสูงสุดของลำน้ำและระดับความสูงของตลิ่งที่สถานีต่างๆ ของห้วยโม



รูปที่ 9 ผลจากการจำลองสภาพแสดงการเปรียบเทียบความจุสูงสุดของห้วยโม (เส้นล่าง) กับอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงในช่วงน้ำหลาก (เส้นบน)

สรุป

การจำลองสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำห้วยโงโดยใช้ InfoWorks ช่วยให้ทราบขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วม รวมทั้งระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดที่แต่ละสถานีตามลำน้ำ จากการวิเคราะห์จะพบว่าอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าความจุสูงสุดของลำน้ำห้วยโง ดังนั้น จำเป็นจะต้องมีการจัดการลุ่มน้ำที่เหมาะสมเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก ซึ่งอาจจะประกอบด้วยการขุดลอกลำน้ำเพื่อเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำ ควบคู่ไปกับการบริหารจัดการฝายน้ำล้น และประตุน้ำที่อยูภายในลุ่มน้ำอย่างผสมผสาน อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาไม่แน่ว่าเท่าที่ควรอาจจะเนื่องจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1) ความไม่ละเอียดของข้อมูลแผนที่ที่นำเข้าระบบ GIS เนื่องจาก การนำเข้าข้อมูลแผนที่สู่ระบบ GIS นั้น ใช้แผนที่ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งมีช่วงของเส้นชั้นความสูงต่างกันเท่ากับ 10 เมตร เมื่อนำระบบแผนที่ดังกล่าวมาใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมจึงได้ผลลัพธ์ที่ไม่ละเอียด และเมื่อนำผลการคำนวณมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมจึงไม่ค่อยจะสอดคล้องกัน

2) การขาดข้อมูลปริมาณน้ำท่า เนื่องจากจะต้องใช้ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลรายวันทั้งสภาพเหนือน้ำและสภาพท้ายน้ำของลำน้ำแต่ละช่วงที่พิจารณา แต่เนื่องจากในลำน้ำห้วยโงมีจำนวนสถานีวัดน้ำทำน้อยทำให้ได้ผลลัพธ์ไม่แน่ว่าเท่าที่ควร

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

- ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม
อุทกภัยจังหวัดอุดรธานี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. พฤษภาคม
Centre for Ecology & Hydrology. 2000. **ISIS PDM User Manual**. Wallingford: UK. (www.isis-software.co.uk)
Chaudhry M.H. 1994. **Open-Channel Flow**, Prentice-Hall of India.
Chow V.T. 1959. **Open-Channel Hydraulics**. McGraw-Hill.
Chow V.T. Maidment D.R. Mays L.W. 1988. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill.
Wallingford Software Ltd. 2002. **InfoWorks Tutorial**. Wallingford: UK.
(www.hrwallingford.co.uk)