

การแบ่งชั้นระดับน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม

สมพินิจ เหมืองทอง

นักศึกษานิเทศศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิชัย ศรีบุญลือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำสงครามอยู่ในแอ่งสกลนครบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีแม่น้ำสงครามเป็นแม่น้ำสายหลักยาวประมาณ 465 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำ 12,700 ตารางกิโลเมตร ในฤดูฝนจะประสบปัญหาน้ำท่วมเกือบทุกปี เพราะเป็นช่วงที่อัตราการไหลของน้ำในลำน้ำมีมากและมีน้ำหนุนด้านท้ายน้ำจากแม่น้ำโขง ผสมกับบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ราบทำให้การระบายน้ำออกทางปากน้ำได้ยาก ปัญหาน้ำท่วมในลุ่มน้ำสงครามสามารถทำให้ลดความรุนแรงลงได้ โดยการจัดการลุ่มน้ำอย่างเหมาะสม ซึ่งการจัดการลุ่มน้ำจำเป็นต้องอาศัยแผนที่ระดับน้ำท่วมเป็นแนวทาง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่ระดับน้ำท่วมที่ความรุนแรงต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม เพื่อนำมาใช้สำหรับ วางแนวทางในการจัดการการใช้พื้นที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์น้ำท่วมที่จะเกิดขึ้น

การศึกษานี้ประกอบด้วย (1) การคำนวณอัตราการไหลสูงสุด (Q_T) ที่คาบการกลับ T จากผลคูณของ standardized peak discharge (q_T) ที่คาบการกลับเดียวกันและอัตราการไหลสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_M) ที่จุดที่พิจารณา ซึ่งมีสมการดังนี้ $Q_T = q_T Q_M$ เมื่อ $q_T = 0.8532 - 0.1935 \ln[\ln(1 - 1/T)]$ และ $Q_M = 6.0816 \times 10^6 A^{0.625} P^{1.4044}$ (2) การคำนวณระดับน้ำท่วมจากอัตราการไหลสูงสุด โดยใช้วิธีคำนวณ flow profile การไหลคงตัวไม่สม่ำเสมอแบบเปลี่ยนแปลงช้า

ทั้งนี้เพราะลำน้ำสงครามตอนล่างมีความลาดชันต่ำมากและระดับน้ำโขงด้านท้ายน้ำมีผลโดยตรงต่อระดับน้ำท่วม ในการคำนวณนี้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง $n = 0.035$ และใช้ค่าสัมประสิทธิ์เฮดสูญเสียเฉพาะแห่งจากความคดเคี้ยวของลำน้ำ $C_L = 0.01$ ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมในลุ่มน้ำสงครามที่คาบการกลับที่ 2 10 50 และ 100 ปี จะมีค่าเท่ากับ 452 908 1202 และ 1290 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยได้มีการแสดงในรูปของแผนที่ด้วย

Flood Zoning in Songkram Basin

Somphinit Muangthong

Graduate student

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Dr.Vichai Sriboonlue

Assistant Professor

Department of agricultural Engineering

Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Abstract

Songkram River is the main river in the Sakon Nakorn River Basin with 465 km. in length cover 12,700 km² of watershed area and located in the north of the Northeast of Thailand. Songkram River is a tributary of Meakong River and meandering. In the rainy season flood plain the area is always flooded because during this period high river discharge together with the backwater effect from Meakong River and very mild channel slope can cause severe flooding of the flood plain. Flood problems in Songkram river basin can be decrease by appropriately management, which required flood zoning map for guideline.

This study is aimed to classify flooded area of different severity. Regional flood frequency method was employed for calculating flood flow at various locations and return periods. The flood discharge, (Q_r) of a specified return period, T can be compute from standardized discharge, (q_r) of the same return period and mean annual peak discharge, (Q_M) at the same location. The equation is $Q_r = q_r Q_M$, where $q_r = 0.8532 - 0.1935 \ln[\ln(1 - 1/T)]$, $Q_M = 6.0816 \times 10^6 A^{0.625} P^{1.4044}$.

The height of flood flow can be calculated from peak discharge by using the method of steady non-uniform flow. Since the slope of the Songkram River is very flat and the water level at the confluence with Mekong River controls the flood flow, therefore the gradually varied flow was used for flood flow profile calculation. The Manning's roughness coefficient was derived as $n = 0.035$, and the bend local head loss coefficient as $C_L = 0.01$. The flooded area predictions for the return period of 2, 10, 50 and 100 years are 452, 908, 1202 and 1290 km^2 respectively. They were also mapped.

บทนำ

ลุ่มน้ำสงครามเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำโขงอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่รับน้ำ 12,700 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1 ลุ่มน้ำสงครามมีแม่น้ำสงครามเป็นแม่น้ำสายหลักมีลักษณะคดเคี้ยว (meandering character) ซึ่งบ่งชี้ถึงสภาพการเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำท่วม แม่น้ำสงครามไหลจากเทือกเขาภูพานบริเวณอำเภอไชยวาน จ.สกลนคร ไปทางทิศเหนือ แล้วไหลวกไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากนั้นจึงไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่บ้านไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จ.นครพนม รวมความยาวทั้งสิ้น 465 กิโลเมตร ภูมิประเทศบริเวณต้นน้ำเป็นพื้นที่ภูเขา ตอนกลางจนถึงปากน้ำเป็นพื้นที่ราบมีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 2.5–4 เซนติเมตร ต่อ 1 กิโลเมตร ภูมิอากาศในลุ่มน้ำได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันออกเฉียงเหนือ พายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิก ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยด้านตะวันตกเฉียงใต้มีประมาณ 1,200 มิลลิเมตร และเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 2,700 มิลลิเมตร ด้านตะวันออกเฉียงเหนือ

จากลักษณะสัณฐานของลุ่มน้ำ สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศ ดังกล่าวทำให้ลุ่มน้ำสงครามมีปริมาณน้ำมากในฤดูฝน ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมแผ่เป็นบริเวณกว้างได้ดังนี้ (1) ระดับน้ำในแม่น้ำสงครามได้รับอิทธิพลจากระดับน้ำเอ่อสูงของแม่น้ำโขง ด้านท้ายน้ำ (2) ปริมาณน้ำฝนสูงมากทำให้เกิดอัตราการไหลในลำน้ำสูง (3) ตัวลำนน้ำมีความชันน้อย และ (4) มีพื้นที่ราบน้ำท่วมริมฝั่งทั้งสองด้านกว้างมาก

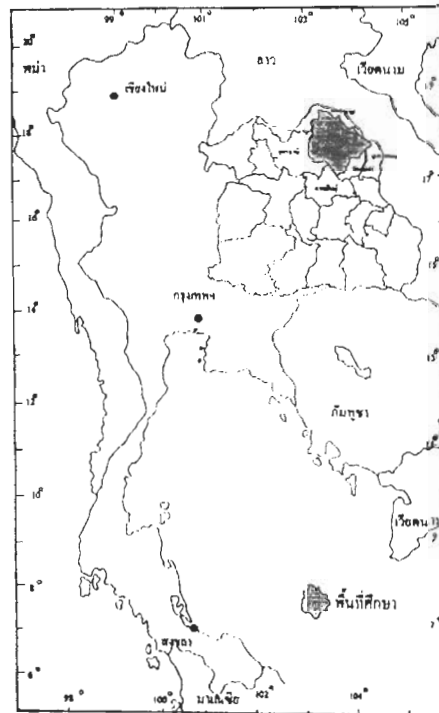
ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำสงคราม ก่อให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน โครงสร้างทางเศรษฐกิจ ตลอดจนสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของภูมิภาคและของประเทศ เนื่องจากงบประมาณที่ใช้สำหรับการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จะต้องถูกนำไปใช้ในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย และฟื้นฟูบูรณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดบ่อย ครั้งและรุนแรงมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากปัญหาการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองจนเกินขีดความสามารถของระบบนิเวศ ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังหรือยังไม่สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลา อันสั้น

ขณะที่เหตุการณ์น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ยังไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ใน อนาคตอันใกล้ ระดับความสูญเสียอาจทำให้ลดน้อยลงได้ด้วยการปรับปรุงระบบการจัดการลุ่มน้ำ ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งที่ผ่านมาทางภาครัฐล้วนเน้นไปในเรื่องการให้ความช่วยเหลือผู้ ประสบภัย แต่ไม่ได้หาทางป้องกันแก้ไขพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ เมื่อเกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งและมี ความรุนแรงมากขึ้น งบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการให้ความช่วยเหลือจึงต้องใช้มากขึ้นตามไป ด้วย เมื่อสถานการณ์เป็นเช่นนี้ระบบการจัดการลุ่มน้ำของประเทศจึงควรได้รับการพัฒนาปรับ ปรับให้มีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการป้องกันและการบรรเทา ผลกระทบจากอุทกภัยให้มากขึ้น

ในการจัดการลุ่มน้ำโดยการเตรียมการเพื่อป้องกัน แก้ไขและลดผลกระทบที่เกิดขึ้น จากปัญหาอุทกภัย จำเป็นต้องทราบถึงบริเวณพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมและระดับน้ำท่วมที่มีความรุนแรงต่างๆ และจัดทำ แผนที่ระดับชั้นน้ำท่วม (flood zoning map) เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือเตือนภัยน้ำท่วมให้กับ ประชาชนในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย ได้ตระหนักถึงอันตรายและเตรียมเผชิญกับสถานการณ์ภัยพิบัติเพื่อ ลดความสูญเสีย หรือใช้เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนรองรับ เพื่อป้องกันและบรรเทาความเสียหาย นอกจากนั้น หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนยังสามารถนำแผนที่ดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนดำเนินงานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพต่างๆ เช่น ถนน ทางรถไฟ และคันคลองชลประทาน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการก่อสร้างสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไปกีดขวางเส้นทางการไหลของกระแสน้ำ ทำให้น้ำไม่สามารถระบายออกจนเกิดเหตุการณ์ น้ำท่วม และใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบสิ่งก่อสร้างต่างๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถระบายลด

ผ่านไปได้โดยไม่ท่วมคัน หรือควบคุมดูแลไม่ให้เกิดการก่อสร้างที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม หรือทำการเกษตรในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสีย

โดยการแบ่งชั้นระดับความรุนแรงของน้ำท่วมประกอบด้วย (1) การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดแบบพื้นที่รวม (2) ใช้วิธีการทางชลศาสตร์ เพื่อคำนวณระดับน้ำจากอัตราการไหลสูงสุด โดย ถือว่าการไหลในลำน้ำเป็นแบบ steady non-uniform flow



รูปที่ 1 ลุ่มน้ำสงคราม

(ที่มา : บริษัท เอเซีย เอ็นจิเนียริง และคณฯ, 2538)

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดแบบพื้นที่รวม

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดแบบพื้นที่รวม จะใช้ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปี ของสถานีวัดการไหล 6 สถานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเลือกตำแหน่ง

ที่ใช้ในการคำนวณตามแนวแม่น้ำสงคราม 21 จุด ลำน้ำอูน 17 จุด ลำน้ำยาม 11 จุด ลำน้ำเม็ก 5 จุด และห้วยอี 5 จุด

ตารางที่ 1

ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปี

ลำดับ	อูน บ้านพอกใหญ่	น้ำยาม บ้านคอนสาย	ห้วยอี บ้านหนองยาง	ห้วยคอง บ้านท่าศรีชมชื่น	แม่น้ำสงคราม บ้านท่ากกแดง	แม่น้ำสงคราม บ้านท่าห้วยหลวง
1	124.0	148.0	171.0	194.0	713.0	329.8
2	93.6	184.0	185.0	159.0	528.0	207.6
3	109.0	82.5	107.0	248.0	602.0	227.0
4	88.2	148.0	169.0	212.0	663.0	176.0
5	89.0	98.2	162.0	140.0	561.0	190.8
6	120.0	85.4	125.0	156.0	609.0	317.9
7	113.0	74.7	229.0	160.0	447.0	154.4
8	96.1	82.7	152.0	129.0	486.0	270.8
9	88.2	98.7	124.0	142.0	562.0	195.6
10	93.2	102.0	152.0	136.0	474.0	283.4
11	112.0	90.5	124.0	154.0	637.0	160.2
12	103.0	112.0	196.0	233.0	672.0	...
13	102.0	71.9	254.0	147.0	709.0	...
14	...	169.0	151.0	127.0	848.0	...
15	...	...	122.0	...	427.0	...

ที่มา : กรมส่งเสริมและพัฒนาพลังงาน

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุด (ที่ค่าการกลับต่างๆ) ที่ตำแหน่งต่างๆ บนแม่น้ำสงครามและลำน้ำสาขา ใช้วิธีคำนวณแบบพื้นที่รวม โดยมีการคำนวณ 3 ส่วนที่สำคัญคือ การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_M) การคำนวณ standardized peak discharge (q_T) และการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดที่ค่าการกลับต่างๆ (Q_T) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดรายปีเฉลี่ย (Q_M) แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

- ก. กรณีที่มีข้อมูลการไหลที่จุดพิจารณา ใช้การเฉลี่ยข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปีของแต่ละจุดโดยตรง ดังนั้นในลุ่มน้ำสงครามจึงมีข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปีเฉลี่ยที่จุด (สถานีวัดการไหล) จำนวน 6 ค่า
- ข. กรณีที่ไม่มีข้อมูลการไหลที่จุดพิจารณา สำหรับลุ่มน้ำสงครามใช้สมการที่ 1 ช่วยในการคำนวณดังนี้

$$Q_M = 6.0816 \times 10^{-6} A^{0.625} P^{1.4044}$$

(1)

เมื่อ A หมายถึง ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร) P หมายถึง ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

การหาค่า standardized peak discharge (q_T) ของลุ่มน้ำสงคราม จะคำนวณได้จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$q_T = 0.853 + 0.194 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

(2)

เมื่อ T คือ คาบการกลับ (ปี) และผลการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

standardized peak discharge (q_T) ของลุ่มน้ำสงคราม								
คาบการกลับ (ปี)	2	5	10	25	50	100	500	1000
q_T	0.9241	1.1440	1.2896	1.4735	1.6100	1.7454	2.0584	2.1930

อัตราการไหลสูงสุดที่คาบการกลับต่างๆ จะคำนวณได้จากอัตราการไหลสูงสุดรายปีเฉลี่ยและค่า standardized peak discharge ดังแสดงในสมการที่ (3) [Meigh and Farquharson, 1997]

$$Q_T = Q_M q_T$$

(3)

การคำนวณระดับน้ำสูงสุด

การคำนวณระดับน้ำสูงสุดจะใช้หลักการคำนวณจากระดับผิวน้ำของการไหล (free surface flow profile) โดยพิจารณาเป็นการไหลคงตัวไม่สม่ำเสมอ (steady non-uniform flow) แบบเปลี่ยนแปลงช้า (gradually varied flow) เพราะค่าความชันของลำน้ำในลุ่มน้ำสงครามต่ำมาก และด้านท้ายน้ำเกิดน้ำหนุน (backwater effect) วิธีการต้องเริ่มคำนวณจากปากน้ำย้อนขึ้นไปทางต้นน้ำ โดยจะต้องทราบค่าระดับน้ำที่ปากน้ำเป็นขอบเขตเริ่มต้น (initial condition) ซึ่งที่ปากน้ำสงครามเชื่อมต่อกับแม่น้ำโขงทำให้ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำในแม่น้ำโขงโดยตรง ดังนั้น ระดับน้ำที่ปากน้ำจึงเป็นระดับเดียวกันกับระดับน้ำของแม่น้ำโขง โดยกำหนดให้อยู่ที่ค่าการกลับเดียวกัน ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

- 1) การคำนวณระดับน้ำสูงสุดของแม่น้ำโขงที่ปากน้ำสงคราม ใช้ข้อมูลความสูงของผิวน้ำรายปีของแม่น้ำโขงที่ปากน้ำสงคราม (ตารางที่ 3) โดยกำหนดให้ระดับความสูงของท้องน้ำที่ปากน้ำเท่ากับ 129.50 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง)

ตารางที่ 3

ข้อมูลความสูงของผิวน้ำรายปีของแม่น้ำโขง

ปี	ความสูงของผิวน้ำ (เมตร)
1981	15.08
1982	14.88
1983	14.57
1984	13.73
1985	14.50
1986	13.05
1987	14.74
1988	13.95
1989	11.82
1990	14.76
1991	14.94

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

การคำนวณหาค่าระดับสูงสุดที่คาบการกลับต่างๆ จะใช้ทฤษฎี Logpearson type III ดังสมการที่ (4) และได้แสดงผลการคำนวณในตารางที่ 4

log S_T = ȳ + K_Ts_y (4)

เมื่อ

- log S_T คือ ค่า log ของข้อมูลระดับน้ำสูงสุดที่คาบการกลับ T
- ȳ คือ ค่าเฉลี่ยของค่า log ของข้อมูลระดับน้ำสูงสุด
- K_T คือ แฟคเตอร์ความถี่
- s_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า log ของข้อมูลระดับน้ำสูงสุด

ตารางที่ 4
ระดับน้ำสูงสุดที่คาบการกลับต่างๆ ของแม่น้ำโขง ที่ปากน้ำสงคราม

คาบการกลับ (ปี)	ความสูงของผิวน้ำ (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุด (เมตร รทท.)
2	13.867	143.367
5	14.541	144.041
10	14.799	144.299
25	15.012	144.512
50	15.119	144.619
100	15.198	144.698
500	15.311	144.811
1000	15.341	144.841

2) การคำนวณหาระดับน้ำสูงสุดตามแนวแม่น้ำสงครามจะใช้สมการที่ (5) และ (6) (standard step method) โดยเริ่มคำนวณค่าเฮดจากปากน้ำย้อนขึ้นไปทางต้นน้ำที่ทุกๆ ระยะ 1 กม. และกำหนดให้ค่าเฮดที่ปากน้ำสงคราม (แม่น้ำโขง) เป็นค่าขอบเขตเริ่มต้น (H₁) จากนั้นจึงคำนวณค่าเฮดที่จุดถัดไป ซึ่งค่าเฮดจากการคำนวณในสมการที่ (5) จะยังไม่ถูกต้อง เพราะการคำนวณค่าเฮดที่จุดถัดไปใช้ค่าความชันพลังงานการไหลของจุดที่ 1 มาพิจารณาเพียงจุดเดียว ดังนั้น จึงต้อง

คำนวณค่าเฮดเป็นครั้งที่ 2 โดยนำผลการคำนวณค่าเฮดของครั้งที่ 1 $[H_2^{(1)}]$ ไปคำนวณค่าความชันพลังงานการไหลของจุดที่ 2 ก่อนคำนวณค่าเฮดในสมการที่ (6) เมื่อได้ค่าเฮดตามแนวแม่น้ำสงคราม จึงคำนวณค่าเฮดตามแนวลำน้ำสาขา ซึ่งใช้หลักในการคำนวณเช่นเดียวกัน แต่เปลี่ยนค่าขอบเขตเริ่มต้น (H_1) ให้เป็นค่าเฮดที่จุดต่อแม่น้ำสงครามกับลำน้ำสาขาที่พิจารณา

$$H_2^{(1)} = H_1 - (S_f)_1 (x_2 - x_1) + H_L \quad (5)$$

$$H_2^{(2)} = H_1 - (x_2 - x_1) \left[\frac{(S_f)_1 + (S_f)_2^{(1)}}{2} \right] + H_L \quad (6)$$

เมื่อ

- $H_2^{(1)}$ คือ ค่าเฮดของจุดที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นครั้งที่ (1)
- $H_2^{(2)}$ คือ ค่าเฮดของจุดที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นครั้งที่ (2)
- H_1 คือ ค่าเฮดของจุดที่ 1
- $(S_f)_1$ คือ ค่าความชันพลังงานการไหลของจุดที่ 1
- $(S_f)_2^{(1)}$ คือ ค่าความชันพลังงานการไหลของจุดที่ 2 โดยใช้ผลของครั้งที่ (1)
- x_1 คือ ระยะทางของจุดที่ 1
- x_2 คือ ระยะทางของจุดที่ 2
- H_L คือ ค่าเฮดสูญเสียเฉพาะแห่ง (local loss)

โดยคำนวณหาค่าแฟกเตอร์ความผิดของดาร์ซี - ไวสบาค (f) ได้จากสมการ

$$n = R^{\frac{1}{6}} \sqrt{\frac{f}{8g}} \quad (7)$$

เมื่อ n คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ($n = 0.035$)

ในขณะเดียวกัน ค่าความชันพลังงานการไหล (S_f) จะหาค่าได้จากสมการ

$$S_f = \frac{fu^2}{8gv} \quad (8)$$

และคำนวณค่าเฮดสูญเสียเฉพาะแห่งจากสมการที่ (9) [Henderson, 1966]

$$H_L = C_L \frac{u^2}{2g} \quad (9)$$

เมื่อ C_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์เฮดสูญเสียเฉพาะแห่ง จากความคดเคี้ยวของลำน้ำ (meander) $C_L = 0.01$ จากค่าเฮดทำให้สามารถคำนวณค่าระดับผิวน้ำสูงสุดที่จุดต่างๆ จากสมการ

$$h = H - \left(\frac{u^2}{2g} \right) \quad (10)$$

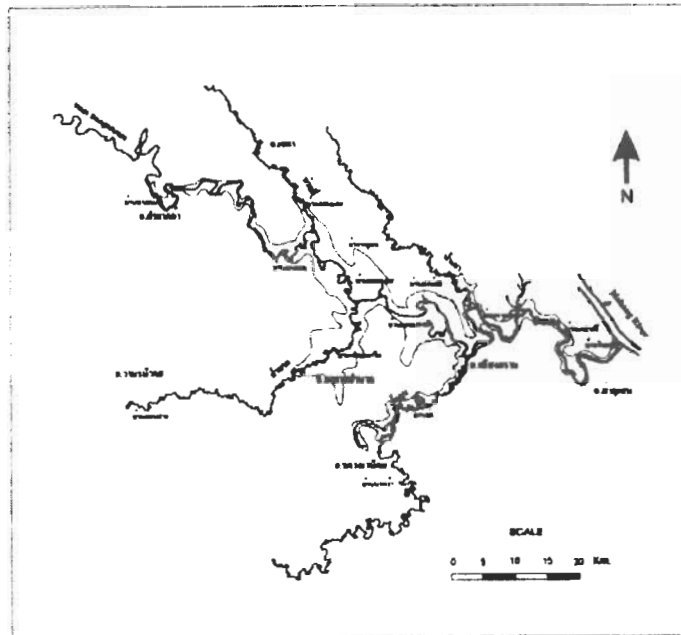
เมื่อ h คือ ระดับผิวน้ำสูงสุดที่จุดที่พิจารณา (เมตร รทก.) H คือ ค่าเฮดที่จุดที่พิจารณา และ $u^2/2g$ คือ ค่าเฮดความเร็วที่จุดที่พิจารณา

โดยผลของการวิเคราะห์จะแสดงแผนที่พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมที่คาบการกลับ 2 10 50 และ 100 ปี ในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 5 ตามลำดับ

บทสรุป

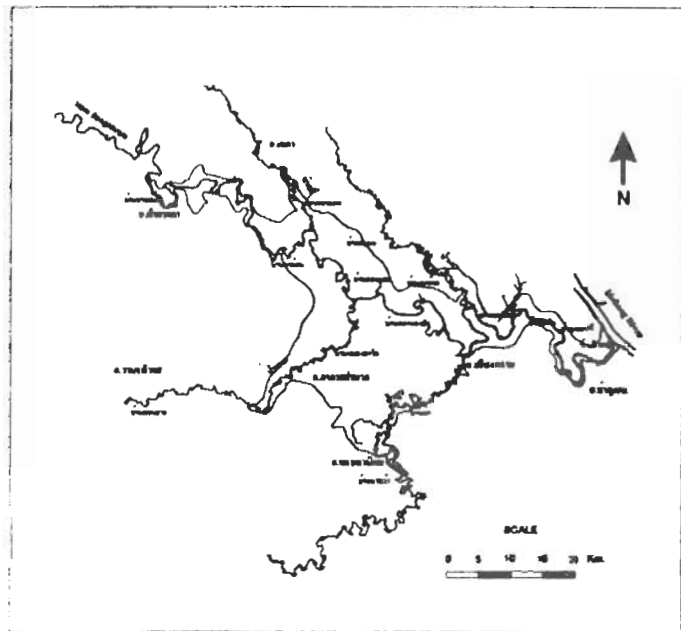
1. การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามมีสาเหตุหลักอยู่ 4 ประการ คือ (1) ระดับน้ำในแม่น้ำโขงมีค่าสูงมากในฤดูน้ำหลากทำให้เกิดน้ำหนุนจากท้ายน้ำ (2) ปริมาณน้ำฝนในฤดูฝนมีค่าสูงมากทำให้เกิดอัตราการไหลในลำน้ำสูง (3) ลำน้ำสงครามมีความลาดชันต่ำทำให้การระบายน้ำช้า และ (4) ลุ่มน้ำสงครามตอนล่างมีพื้นที่ราบน้ำท่วมริมฝั่งทั้งสองด้านกว้างมากทำให้น้ำท่วมขังพื้นที่นาน
2. การคำนวณอัตราการไหลสูงสุด (Q_T) ที่คาบการกลับ T ที่ตำแหน่งต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามใช้การคำนวณแบบลุ่มน้ำรวม ซึ่งมีสมการ $Q_T = q_T Q_M$ โดย q_T คือ standardized peak discharge ซึ่งเป็นฟังก์ชันของคาบการกลับ T สำหรับลุ่มน้ำสงคราม หาค่าได้จาก $q_T = 0.8532 - 0.1935 \ln[\ln(1 - 1/T)]$ ส่วน Q_M คือ อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย ซึ่งเป็นฟังก์ชันของขนาดของพื้นที่รับน้ำ

(A) ตารางกิโลเมตร และปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย (P) มิลลิเมตร สำหรับลุ่มน้ำสงครามมีสูตรหาดังนี้ $Q_M = 6.0816 \times 10^6 A^{0.625} P^{1.4044}$

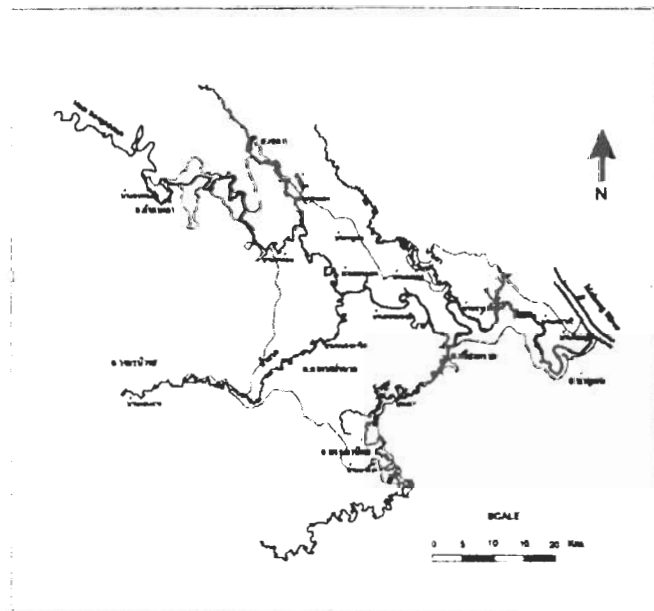


รูปที่ 2 พื้นที่น้ำท่วม ที่คาบการกลับ 2 ปี

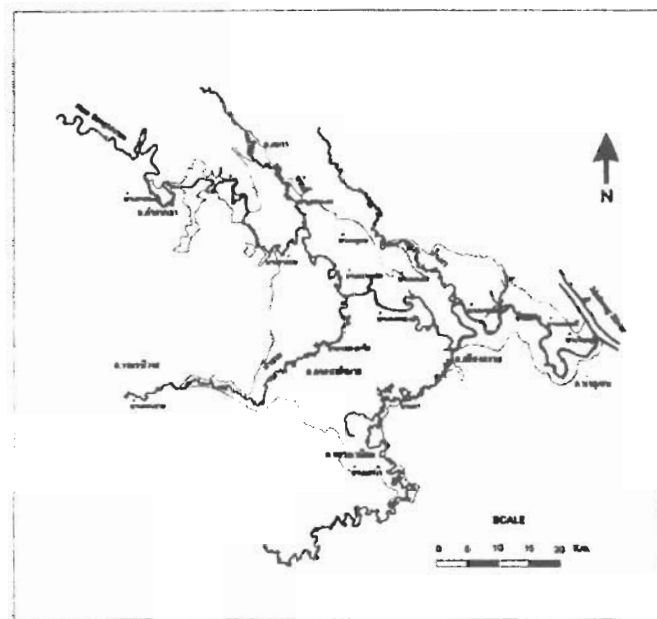
3. ระดับน้ำท่วมในลุ่มน้ำสงคราม เป็นผลจากปริมาณการไหลในลำน้ำสงครามและลำน้ำสาขากับความสูงของระดับน้ำในลำน้ำโขงซึ่งทำให้เกิดน้ำหนุนจากทางท้ายน้ำ ดังนั้นการคำนวณระดับน้ำท่วมใน ลำน้ำสงครามที่คาบการกลับใดๆ จึงต้องใช้ค่าอัตราการไหลสูงสุดที่จุดต่างๆ ในลุ่มน้ำสงครามที่คาบการกลับนั้นๆ โดยใช้วิธีคำนวณ flow profile ของการไหลแบบคงตัวไม่สม่ำเสมอ (steady non-uniform flow) และเนื่องจากความลาดชันของลำน้ำสงครามต่ำ การคำนวณจึงเป็นแบบการไหลแบบเปลี่ยนแปลงช้า (gradually varied flow)
4. พื้นที่น้ำท่วมในลุ่มน้ำสงครามที่คาบการกลับ 2 10 50 และ 100 ปี มีค่า 452 908 1202 และ 1290 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 5 ซึ่งแผนที่นี้สามารถนำไปใช้วางแผนจัดการทรัพยากรที่ดินและแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามได้



รูปที่ 3 พื้นที่น้ำท่วม ที่คาบการกลับ 10 ปี



รูปที่ 4 พื้นที่น้ำท่วม ที่คาบการกลับ 50 ปี



รูปที่ 5 พื้นที่น้ำท่วม ที่คาบการกลับ 100 ปี

บรรณานุกรม

- [1] กรมแผนที่ทหาร (2532) **แผนที่ภูมิประเทศของประเทศไทย**.
- [2] บริษัท เอเซียเนอจินีียร์ริง คอนซัลแตนท์ จำกัด, บริษัท พอล คอนซัลแตนท์ จำกัด และ SWHD LIMITED (2538) **ทบทวนการศึกษาเพื่อพัฒนาลุ่มน้ำสงคราม** กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- [3] สำนักงานพลังงานแห่งชาติ **สถิติอุทกวิทยา (เล่ม 1)** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- [4] Chow, V. T. (1988) **Applied Hydrology**. McGraw-Hill: New York.
- [5] French, R. H. (1985) **Open-Channel Hydraulics**. McGraw-Hill: New York.
- [6] Henderson, F. M. (1966) **Open Channel Flow** Macmillan: New York.
- [7] Hunt, B. (1995) **Fluid Mechanics for Civil Engineers**. University of Canterbury: New Zealand.

- [8] Hydrology Division. **Thailand Hydrology Year book**. Royal Irrigation Department: Bangkok.
- [9] Meigh, J. R. and Farquharson F. A. K. (1997) **A worldwide comparison of regional flood estimation methods and climate**. Hydrological Sciences Journal. vol. 42. no. 2. pp. 225 - 244.
- [10] White, F. M. (1979) **Fluid Mechanics**. McGraw-Hill: New York.