ผลของการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำท่าในแม่น้ำโขง ตอนล่าง

Effect of Mekong Dam Construction on Streamflow Characteristic Change of Lower Mekong River

คำนำ

ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์ใช้น้ำในการอุปโภค บริโภค เป็นวัตถุดิบในการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เป็นแหล่งอาหาร นอกจากนั้นยังเป็นเส้นทางในการคมนาคมทางน้ำ ในปัจจุบันได้มีกิจกรรมและโครงการพัฒนาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายของมนุษย์ และการพัฒนาประเทศ ส่งผลทำให้ลักษณะการไหลของน้ำท่าได้เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติดั้งเดิม ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น อุทกภัย และภัยแล้ง ที่พบเห็นกันในปัจจุบันและยังทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น

แม่น้ำโขงถือเป็นแม่น้ำนานาชาติที่มีความยาวเป็นอันดับที่ 11 ของโลก มีต้นกำเนิดอยู่ที่ที่ราบสูงทิเบตและมณฑลยูนานของประเทศจีนไหลผ่านหลายประเทศตั้งแต่ประเทศจีน พม่า ไทย ลาว กัมพูชา และไหลลงสู่ทะเลจีนใต้ที่ประเทศเวียตนาม สำหรับประเทศไทยแม่น้ำโขงเป็นเส้นแบ่งเขตพรมแดนระหว่างไทย-พม่า และ ไทย-ลาว และเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำที่สำคัญสำหรับจังหวัดที่มีพื้นที่ริมแม่น้ำโขงรวมทั้งทุกจังหวัดที่มีขอบเขตของพื้นที่ในลุ่มน้ำโขงนี้ เนื่องจากประชาชนในพื้นที่และหน่วยงานต่าง ๆ ล้วนได้นำน้ำจากแม่น้ำโขงมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และชลประทาน เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง เช่น จีน ลาว เป็นต้น กำลังดำเนินการสร้างเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำและเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของแม่น้ำโขง โดยได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชากรริมฝั่งแม่น้ำโขงที่ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังส่งผลถึงในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การประมง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในเรื่องของลักษณะการไหลของแม่น้ำโขงที่

เปลี่ยนแปลงแปลงไปเพื่อวางแผนการจัดการทรัพยากรโดยเฉพาะในเรื่องของการใช้ทรัพยากรน้ำให้มีความเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ลักษณะทางอุทกวิทยา และลักษณะการไหลของน้ำท่าของแม่น้ำโขงช่วงที่ไหลผ่านประเทศไทยทั้งก่อนและหลังการสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขง

2. เพื่อวิเคราะห์ผลของการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำท่าของลุ่มน้ำโขงที่ไหลผ่านประเทศไทย

3. เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำให้เหมาะสมต่อไป

ขอบเขตการศึกษา

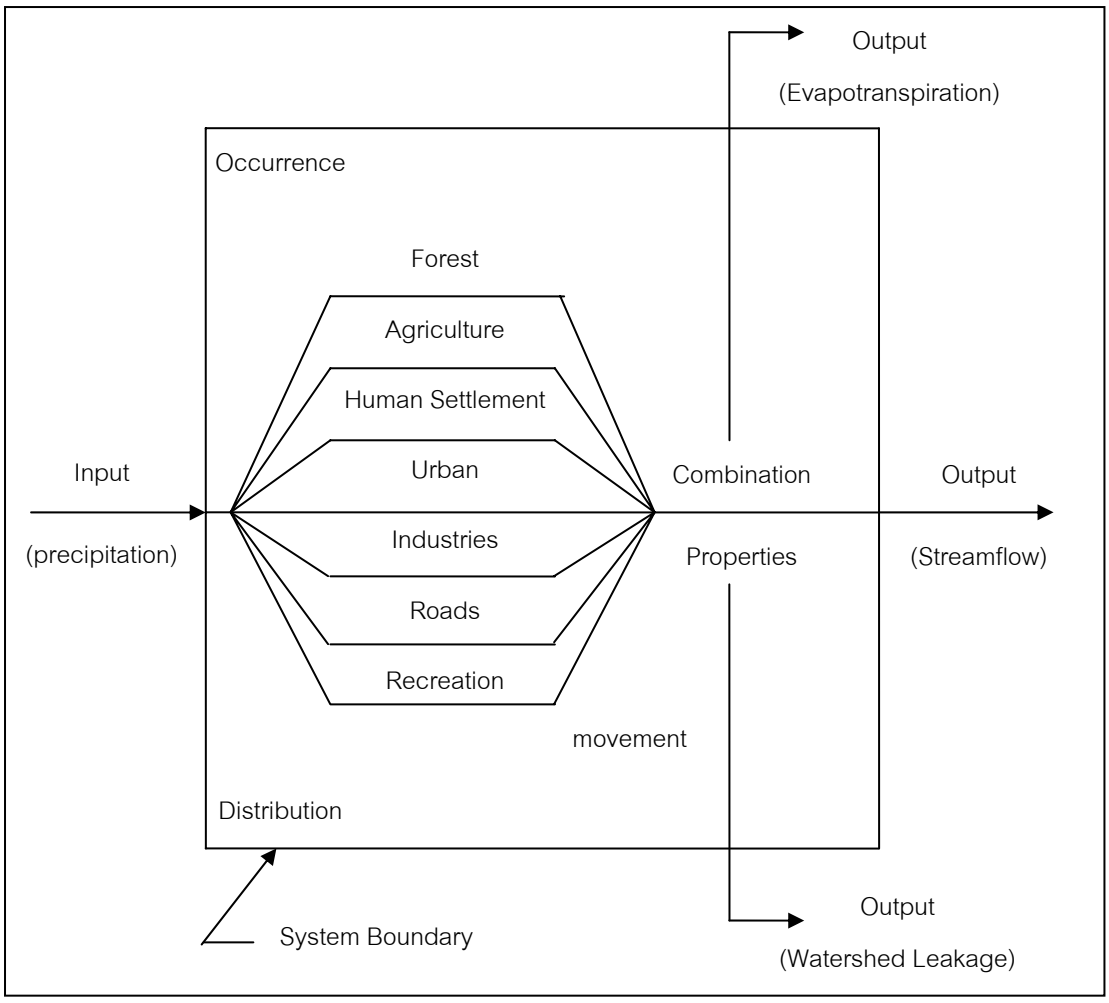
การศึกษาผลของการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำท่าในแม่น้ำโขงตอนล่าง เป็นการศึกษาลักษณะการไหลของน้ำท่าของแม่น้ำโขงในช่วงที่แม่น้ำโขงไหลผ่านประเทศไทย โดยการใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานราชการ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำโขง ประเทศไทย จากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำโขงส่วนที่ไหลผ่านประเทศไทย จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงแสน สถานีเชียงคาน สถานีนครพนม สถานีมุกดาหาร และสถานีโขงเจียม ในระหว่างปี พ. ศ. 2518-2544 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นช่วงก่อนการก่อสร้างเขื่อน (พ. ศ. 2518-2539) และหลังการสร้างเขื่อน (พ. ศ. 2540-2544) วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำโขงประเทศไทยโดยวิธีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายปี รายเดือน ร้อยละของปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง วันที่และช่วงเวลาของปีน้ำในการสะสมน้ำท่าสะสมขนาดต่าง ๆ (flow timing) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำท่าในแม่น้ำโขงตอนล่าง

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางอุทกวิทยา

นิพนธ์ (2542) กล่าวว่า พื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจะมีลักษณะทางอุทกวิทยาต่างกันไป ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของลมฟ้าอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ตำแหล่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ลักษณะของพืชคลุมดิน และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของลุ่มน้ำจะเกิดผลต่อศักยภาพในการให้น้ำของลุ่มน้ำ อันประกอบด้วย ลักษณะของฝนในเรื่องของปริมาณ ความหนักเบา ระยะเวลาการตก และการกระจายตลอดฤดูกาล ลักษณะของอุณหภูมิ ความชื้น การระเหยน้ำ ความเร็วและกระแสลมระดับผิวดิน เกษม (2539) รายงานว่าพื้นที่ลุ่มน้ำทำหน้าที่เหมือนหน่วยอุทกวิทยา (hydrological unit) ดังแสดงในภาพที่ 1 หมายถึง เป็นพื้นที่ที่แสดงการเกิดของน้ำจากน้ำฝนหรือธารากาศ แล้วกระจายสู่พื้นที่ที่ มีการใช้ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ป่าไม้ เกษตรกรรม การตั้งถิ่นฐาน เมือง อุตสาหกรรม ถนน พื้นที่เพื่อนันทนาการ เป็นต้น พื้นที่เหล่านี้มีสมรรถภาพในการให้ของเสีย และมลสารแตกต่างกัน ดังนั้น หน่วยอุทกวิทยาจึงเป็นพื้นที่ที่ต้องให้ความระมัดระวัง และมีการจัดการอย่างถูกหลักวิชาการ เพราะลักษณะทางอุทกวิทยาจะเป็นตัวชี้บอกถึงผลของการกระทำนั้น ๆ ซึ่งตัวชี้วัดนั้นก็คือผลผลิตของน้ำที่ไหลในลำธาร (streamflow) ทั้งด้านปริมาณ คุณภาพ และการมีน้ำไหลอยู่ในลำธารตลอดเวลา โดยเฉพาะในฤดูแล้ง (นิพนธ์, 2542)

Sopper and Lull (1970) กล่าวว่า ในการศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา (Streamflow characteristics) นั้น ควรศึกษาถึงลักษณะและปริมาณน้ำที่ผันแปรไปตามฤดูกาล และตลอดทั้งปี รวมทั้งช่วงเวลาการไหล (flow duration) ปริมาตรการไหลรายวันที่ระดับใด ๆ ที่กำหนดขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ ซึ่งจะเป็นตัวแทนลักษณะทางอุกวิทยาของลุ่มน้ำนั้น ๆ นอกจากนั้น สัมประสิทธิ์น้ำท่าก็ยังใช้เป็นตัวแสดงศักยภาพของลุ่มน้ำที่ตอบสนองต่อการตกของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น (นิพนธ์, 2542)



ภาพที่ 1 หน่วยจัดการพื้นที่ทางอุทกวิทยา (พื้นที่ลุ่มน้ำ) และกระบวนการทางอุทกวิทยา
ที่มา: เกษม (2539)

น้ำและการไหลของน้ำ

ลักษณะของน้ำในลำธารมีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะของฝน ลักษณะภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน เกษม และนิพนธ์ (2525) กล่าวว่า สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำทีมีป่าปกคลุมนั้นเริ่มตั้งแต่เมื่อฝนตกลงสู่พื้นโลกน้ำส่วนหนึ่งจะถูกรองรับด้วยเรือนยอดของต้นไม้ (interception) และเมื่อน้ำฝนปริมาณมากพอก็จะตกลงสู่ผิวดิน (Kittredge, 1948) รวมทั้งน้ำฝนที่ไม่ถูกเรือนยอดรองรับไว้ก็จะตกลงสู่พื้นดินรวมเรียกว่า น้ำพืชหยด (throughfall) และน้ำบางส่วนไหลลงสู่ดินทางลำต้นเรียกว่าน้ำไหลตามลำต้น (stemflow) บางส่วนจะซึมผ่านผิวดิน (infiltration) และไหลลงสู่ดิน (percolation) ต่อไป ถ้าปริมาณน้ำฝนที่ตกมากกว่าความสามารถในการซึมน้ำผ่านผิวดิน

(infiltration capacity) ก็จะเกิดเอ่อที่ผิวดิน (excess runoff) และเมื่อมีปริมาณมากขึ้นประกอบกับความลาดเทของพื้นที่จะเกิดน้ำเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface flow หรือ overland flow) ไหลลงสู่ลำธาร Wisler และ Brater (1959); เกษม และนิพนธ์ (2525) กล่าวไว้ว่าน้ำฝนที่ซึมลงดินชั้นล่างถึงลำธาร (stream channel) เรียกว่า น้ำไหลภายในดิน (interflow หรือ subsurface flow) และมักเป็นการเคลื่อนที่แบบด้านข้าง เรียกว่า น้ำไหลด้านข้าง (lateral flow) เนื่องจากชั้นหิน (bedrock) หรือแผ่นดินแข็ง (hardpan) ที่รองรับความลาดชัน (slope) ของพื้นที่

การไหลของน้ำในลำธาร เกษม และนิพนธ์ (2525) กล่าวไว้ว่าดินเปรียบเสมือนอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติที่ค่อย ๆ ปลดปล่อยน้ำลงสู่ลำธารอย่างช้า ๆ ทำให้มีน้ำไหลในลำธาร หากระดับน้ำใต้ดินอยู่ในระดับเดียวกับระดับน้ำในลำธาร พบว่าน้ำไหลในลำธารตลอดเวลาเป็นลำธารที่ทั้งสองฝั่งมีการซึมของน้ำได้อย่างดีเรียกว่าลำธารแบบลำธารที่มีน้ำในลำน้ำหรือลำธารตลอดปี (effluent stream) ส่วนลำธารที่ดินให้การซึมน้ำด้านข้างช้าเรียกว่าแบบลำธารที่มีน้ำไหลเกือบตลอดปี (influent stream) พื้นที่บางแห่งอาจจะมีน้ำใต้ดินประเภทที่เรียกว่าแอ่งน้ำใต้ดิน (perched groundwater) เป็นน้ำใต้ดินทีมีขอบเขตจำกัด หรือเกิดโดยบังเอิญที่ภายในดินมีอ่างเก็บน้ำอยู่ในเวลาที่มีน้ำใต้ดินประเภทนี้มีมากช่วยหล่อเลี้ยงลำธารได้ เมื่อไม่มีน้ำในลำธารจะแห้งไป ลำธารประเภทนี้เรียกว่า ลำน้ำที่ไม่มีน้ำเกือบตลอดปี (insulated stream) ส่วนประกอบของน้ำในลำธาร (Wisler และ Brater 1959) ได้แบ่งออกตามลักษณะการไหลผ่านเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. น้ำไหลหน้าผิวดิน (overland flow) คือ น้ำที่เหลือจากการซึมน้ำผ่านผิวดินแล้วไหลไปตามผิวหน้าดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในลำธารโดยตรง คือถ้ามีน้ำไหลหน้าผิวดินมากกจะทำให้มีน้ำในลำธารมากขึ้นเช่นกัน

2. น้ำไหลภายในดิน (interflow หรือ subsurface flow) น้ำส่วนนี้หมายถึง การเคลื่อนที่ภายในดินภายหลังการซึมน้ำผ่านผิวดิน ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน เป็นน้ำที่เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ และมักเคลื่อนที่แบบด้านข้างอาจเนื่องจากดินตอนล่างมีลักษณะที่มีชั้นหินแข็งกั้น แผ่นดินแข็ง หรือชั้นดินมีความลาดชัน

3. น้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow) คือน้ำที่ซึมลงสู่ดินตอนล่างสุดท้ายไปสู่น้ำใต้ดินเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ในขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำได้ ซึ่งจะค่อย ๆ หล่อเลี้ยงลำธารให้มีน้ำไหลตลอดปี

เกษม และนิพนธ์ (2525) ; นิวัติ (2521) กล่าวว่า น้ำใต้ดินมีบทบาทสำคัญที่ทำให้มีน้ำไหลในลำธารตลอดปี

<u>กราฟน้ำท่า (Hydrograph)</u>

Wisler and Brater (1959) และ Viessman *et al.* (1977) ได้ให้ความหมายของกราฟน้ำท่าไว้ว่า เป็นกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำท่าต่อเวลา โดยกราฟน้ำท่ามีความสัมพันธ์กับกับลักษณะภูมิกายภาพ การใช้ที่ดินของลุ่มน้ำ และปริมาณน้ำฝน อย่างมีนัยสำคัญ กราฟน้ำท่าประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนขึ้น (rising limb) ส่วนยอด (crest segment) และส่วนลด (recession curve)

เกษม (2539) กล่าวว่า ส่วนขึ้น เป็นเครื่องชี้ที่สำคัญของลักษณะลุ่มน้ำเพราะถ้าระยะเวลาที่น้ำขึ้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว อาจเป็นผลมาจากลุ่มน้ำได้รับความเสียหาย โดยลักษณะของส่วนขึ้นขึ้นอยู่กับลักษณะของฝนที่ตก อันประกอบด้วย (1) ระยะเวลาของฝนที่ตก (2) ลักษณะความหนักเบา (3) ความสามารถในการแปรสภาพเป็นน้ำไหลของพื้นที่ลุ่มน้ำ และ (4) สมรรถนะ/ความจุในการเก็บกักน้ำของลำธาร รวมทั้งลักษณะของลุ่มน้ำโดยทั่ว ๆ ไป เช่น ชนิดดิน ความลาดชัน ลักษณะพืชคลุมดิน ความสามารถในการซึมได้ของดิน และการกักเก็บน้ำของดิน รูปร่างของส่วนยอดของกราฟน้ำท่ามีหลายรูปแบบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของลุ่มน้ำ และลักษณะของธารากาศเป็นสำคัญ โดยลุ่มน้ำป่าธรรมชาติเป็นรูประฆัง (bell-shape) เสมอ และกราฟจะเป็นรูปมุมแหลมหรือตัววีหัวกลับ (V-shape) หมายความว่า ลุ่มน้ำป่าไม้ถูกทำลาย และส่วนลด จะไม่รับอิทธิพลจากลักษณะของฝน แต่ขนาดของพื้นที่และลักษณะอื่น ๆ ของพื้นที่จะมีอิทธิพลควบคุม โดยความหลากหลายของกราฟขึ้นอยู่กับลักษณะทางอุทกวิทยาเป็นหลัก

วีรพล (2533) กล่าวว่า กราฟน้ำท่าของลุ่มน้ำน้ำใด ๆ จะรวมและแสดงสภาพต่าง ๆ ของลุ่มน้ำเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นถ้าลักษณะประจำของลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของกราฟน้ำท่าก็จะเปลี่ยนไปด้วย

<u>อิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อลักษณะการไหลของน้ำท่า</u>

เกษม (2539) และวิชา (2535) ได้กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณน้ำท่ามี 3 ปัจจัย คือ (1) ลักษณะอากาศ (2) ลักษณะภูมิประเทศ และ (3) กิจกรรมการใช้ที่ดิน

1. **ลักษณะอากาศ** (Climatic factor)

เกษม (2539) ; Colman (1953) ; Wisler and Brater (1959); Sopper and Lull (1970); Tanaka and Kawatani (1975) ; Black (1991) สรุปไว้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำในลำธารมี 2 ประการใหญ่ ๆ คือ ประการแรก ลักษณะอากาศ อันได้แก่ ชนิดของฝน ความหนักเบา ช่วงระยะเวลาที่ฝนตก อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ การระเหย

Wisler and Brater (1959) รายงานไว้ว่าปริมาณน้ำในลำธารจะผันแปรโดยตรงกับปริมาณน้ำ แต่วามหนักเบาของฝนถ้ามีมากเกินความสามารถในการซึมน้ำสูงสุดของดิน เกิดน้ำไหลบ่าผิวหน้าดินทำให้น้ำในลำธารสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

พงษ์ศักดิ์ (2518) ได้ใช้สมการสหสัมพันธ์เพื่อการประเมินน้ำไหลจากลุ่มน้ำขนาดเล็กป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่ พบว่า ช่วงที่ฝนน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร น้ำในลำธารจะเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำร่วมกันของหลาย ๆ ปัจจัยเมื่อฝนตกมากขึ้น คือ 10-20 มิลลิเมตร น้ำฝนเริ่มมีบทบาทมากขึ้นต่อปริมาณน้ำในลำธาร และในช่วงที่ฝนตกมากกว่า 20 มิลลิเมตร พบว่า น้ำฝนเพียงตัวเดียว เท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในลำธาร

บุญช่วย (2536) กล่าวว่า ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำมูลมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยทางชีวภาพอื่น ๆ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อมีค่าความหนักเบาของฝนกระจายทั่วทั้งบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำจะทำให้เกิดปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยปัจจัยรองได้แก่ ปัจจัยด้านภูมิอากาศอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ อัตราการระหาย ความเร็วลม และรังสีดวงอาทิตย์จะมีผลกับอัตราการคายระเหยของพืชโดยตรง

2. **ลักษณะภูมิกายภาพ** (Physiographic Factor)

ปัจจัยที่เกิดจากลักษณะภูมิกายภาพ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่และความลาดชันของลำธาร ทิศทางในการไหลของน้ำในลำธาร ทิศด้านลาด ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดของดิน ชนิดของลำธารและความกว้างของลำธาร ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น

Viessman *et al.* (1977), Udumchoke and Migtipon (1993) กล่าวถึง ลักษณะทางธรณีวิทยาทำให้ภูมิสัณฐานและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อลักษณะการไหลของน้ำในลำธาร เช่น ลุ่มน้ำที่สูงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเป็นบริเวณยอดเขาและแกนหลักของเทือกเขา ในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะก่อให้เกิดช่วงเวลาการไหลลงสู่พื้นที่ราบและมีปริมาณมากกว่าลุ่มน้ำที่อยู่บริเวณเชิงเขาที่มีความลาดชันน้อยกว่า และอยู่ใกล้ที่ราบลุ่มเชิงเขามากกว่า

ตวงรัตน์ (2540) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของลักษณะทางกายภาพลุ่มน้ำที่มีต่อช่วงเวลาการไหลของน้ำ พบว่า ช่วงน้ำหลากปัจจัยความลาดชันของพื้นที่และความลาดชันของลำธารสายหลัก มีอิทธิพลอย่างเด่นชัดเป็นปัจจัยแรกในทุกภาคของประเทศไทย ส่วนในช่วงแล้งฝนนั้น ปัจจัยแรกที่มีอิทธิพลต่อลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำและความหนาแน่นของลำธารในลุ่มน้ำภาคใต้คือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำและรูปร่างลุ่มน้ำ ส่วนลุ่มน้ำภาคเหนือ พบว่าลักษณะทางกายภาพลุ่มน้ำไม่มีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อช่วงเวลาการไหลของน้ำในลำธารในช่วงแล้งฝน

Custodio *et al.* (1991) กล่าวว่า ลักษณะดิน มีผลต่อปริมาณน้ำท่าในเรื่องของน้ำไหลบ่าหน้าดินและการคายระเหย ดินที่มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำ จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินสูง ความสามารถในการยึดน้ำของดินแต่ละชนิดจะส่งผลต่อการคายน้ำและการระเหยของน้ำ ถ้าดินยึดน้ำไว้ได้ สูงก็จะส่งผลให้มีหยาดน้ำฟ้าลดลงไปด้วย ดินจะเป็นตัวที่ช่วยบรรเทามลพิษของน้ำใต้ดิน และช่วยป้องกันแหล่งน้ำใต้ดินด้วย

นิพนธ์ (2542) กล่าวว่า น้ำท่าที่ไหลในลำธารช่วงเวลาหลังฤดูฝนนั้นขึ้นอยู่กับสมบัติของดินในการควบคุมการไหลของน้ำใต้ผิวดิน ซึ่งสมมรถนะการอุ้มน้ำของดินในป่าดิบเขาภาคเหนือของประเทศไทย มีมากที่สุดบริเวณผิวดินแล้วค่อย ๆ ลดลงจนถึงชั้นล่างสุด ทั้งนี้ เป็น

เพราะว่าปริมาณอินทรียวัตถุที่มามาก เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ดินอุ้มน้ำสูงขึ้น แต่ถ้าดินลึกมากเกิน 100 เซนติเมตรขึ้นไปแล้ว ความชื้นในดินจะมีมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะอินทรียวัตถุขนาดเล็กและดินเหนียวช่วยให้มีการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น

3. กิจกรรมการใช้ที่ดิน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการใช้ที่ดินและพืชพรรณที่ปกคลุมลุ่มน้ำจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำในลำธารมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และช่วงเวลาการไหล เนื่องจากสิ่งปกคลุมดินมีการใช้น้ำ และการคายระเหยน้ำได้แตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่จะกลายมาเป็นน้ำท่าหรือน้ำในลำธารจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าธรรมชาติไปสู่พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและก่อผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำ (hydrology cycle) ทำให้ปริมาณน้ำลำธารในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละพื้นที่ได้ผลแตกต่างกันไป ดังผลการศึกษาของเรณู (2524) พบว่า ลุ่มน้ำป่าดิบเขาธรรมชาติมีความผันแปรของปริมาณน้ำในลำธารรายเดือนไม่มากนัก น้ำไหลสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ในขณะที่พื้นที่ลุ่มน้ำที่ปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณหรือป่าเต็งรัง น้ำในลำธารมักขาดหายในฤดูแล้ง (เกษม และ นิพนธ์, 2525) ส่วนวิชา (2523) ศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำห้วยวนศาสตร์ซึ่งเป็นป่าดิบแล้งให้น้ำซับตลอดปี ไม่ว่าอากาศจะแล้งจัดก็ตามยังคงให้น้ำต่อลำธารตลอดไป ในขณะที่ลุ่มน้ำที่เป็นป่าเต็งรังลำธารมักไม่มีน้ำไหลนอกจากช่วงเวลาหลังฝนตกเท่านั้น และเมื่อป่าเต็งรังอยู่ปะปนกับป่าดิบแล้งจะทำให้ศักย์การให้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำลงไปและช่วงเวลาการไหลของน้ำในลำธารสั้นขึ้น

อัครศิต (2546) พบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในลุ่มน้ำมูลส่งผลให้วันเวลา และช่วงระยะเวลาการไหลของน้ำท่าในฤดูน้ำหลากมีการหลากของน้ำไหลผ่านจุดตรวจวัดเร็ววันกว่าเดิม ขณะที่ในช่วงแล้งน้ำจะใช้เวลานานวันขึ้น ทำให้ปัญหาอุทกภัยในฤดูฝนและการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ทวีความรุนแรงมากขึ้น

การศึกษาลักษณะการไหลของปริมาณน้ำท่า (Flow characteristics)

Viessman *et al.* (1977) กล่าวว่า คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำสามารถอธิบายได้โดยลักษณะการไหลของน้ำอันประกอบด้วยปริมาณการไหลของน้ำในช่วงหน้าน้ำและหน้าแล้ง การไหลจะขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณสมบัติของลุ่มน้ำประกอบด้วย ขนาด รูปร่าง ลักษณะการใช้ที่ดิน และลักษณะทางภูมิกายภาพของลุ่มน้ำนั้น

โดยประกอบ และ ฤกษ์ชัย (2543) กล่าวว่า การศึกษาลักษณะการไหลของน้ำในลำธารเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากการวัดที่จุดตรวจวัดในแต่ละลุ่มน้ำเป็นระยะเวลานานพอสมควร เพื่อให้รู้ถึงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ศักยภาพการให้น้ำท่า (อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนในรอบปี) และช่วงระยะเวลาการไหลของน้ำในรอบปี เป็นต้น สำหรับนำมาเป็นข้มูลในการวางแผนจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ

การวิเคราะห์ความผันแปรของปริมาณน้ำและช่วงเวลาการไหลของน้ำในลุ่มน้ำมักจะแบ่งออกเป็นช่วงเวลา เช่น ปริมาณน้ำรายปี (annual flow) ปริมาณน้ำช่วงฤดู (seasonal flow) ซึ่งจะแบ่งเป็นช่วงเวลาน้ำหลาก (wet period) หรือช่วงแล้งฝน (dry period) ปริมาณน้ำรายเดือน (monthly flow) ปริมาณน้ำรายวัน (daily flow) โดยการศึกษาแต่ละวิธีจะมีหลักการและเหตุผลที่แตกต่างกัน เช่น Van Bavel (1966) ให้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นหลักในการพิจารณา เพิ่มศักดิ์ (2522) แบ่งเวลาช่วงแล้งฝนของป่าดิบเขาดอยปุยเชียงใหม่ว่าอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมโดยให้เหตุผลดังนี้คือ ประการแรกเป็นช่วงเวลาที่มีฝนตกรายเดือนไม่เกิน 40 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปโดยการคายระเหย (Chroley, 1971) ประการที่สอง เป็นช่วงเวลาที่มีฝนตกไม่เกิน 5 วัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นช่วงขาดฝน (Van Bavel, 1966) ประการที่สาม เป็นช่วงเวลาที่เส้นกราฟอยู่เหนือเส้นกราฟปริมาณน้ำฝน ซึ่ง Walter (1973) พิจารณาเห็นว่าเป็นช่วงแล้งฝนและประการสุดท้าย พิจารณาโดยสังเกตจากสภาวะธรรมชาติที่พบว่าในช่วงแล้งฝนใบไม้จะเริ่มร่วงหล่น ส่วนมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ หรือมีนาคม

Sopper and Lull (1970) และ Satterlund (1972) ได้ให้ความหมายของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลของน้ำท่าไว้ โดยจะแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ วันเวลา (flow

date) ที่น้ำจำนวนที่กำหนดให้ไหลผ่านจุดตรวจวัด และช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำที่กำหนดให้จำนวนหนึ่งใช้ในการไหลผ่านจุดตรวจวัด (flow interval) ซึ่งจะทำการศึกษาในช่วงน้ำหลาก (high flow) และช่วงน้ำน้อย (low flow)

ผลกระทบของเขื่อนและอ่างเก็บน้ำต่อลักษณะทางอุทกวิทยา

Williams and Wolman (1984) กล่าวว่า ผลกระทบของอ่างเก็บน้ำที่ทีต่อระบบการไหลของน้ำจะขึ้นกับความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยเปรียบเทียบกับน้ำไหลบ่าของแม่น้ำ, วัตถุประสงค์ของการสร้างอ่างเก็บน้ำ (เช่น การผันน้ำเพื่อการชลประทาน, การผลิตกระแสไฟฟ้า, การควบคุมน้ำท่วม ฯลฯ), และการจัดสรรน้ำของอ่างเก็บน้ำ

Batalla *et al.* (2003) ได้ศึกษาอิทธิพลของอ่างเก็บน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา ในแม่น้ำ Ebro และ แม่น้ำสาขาย่อย ตั้งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศสเปน ซึ่งถูกควบคุมโดยเขื่อนมากกว่า 187 แห่ง มีความจุทั้งหมดรวมเท่ากับ 57 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลบ่ารายปี ซึ่งวิเคราะห์โดยเลือกสถานีวัดน้ำ 38 สถานี จากแม่น้ำ 22 สาย โดยผลการศึกษาได้แสดงถึงอิทธิพลของอ่างเก็บน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา โดยพบว่าน้ำท่วมมีขนาดลดลง Q3 และ Q10 ลดลงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ baseflow ในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการไหลน้อยที่สุดมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการปล่อยน้ำเพื่อการชลประทาน

รายละเอียดการสร้างเขื่อนและผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง

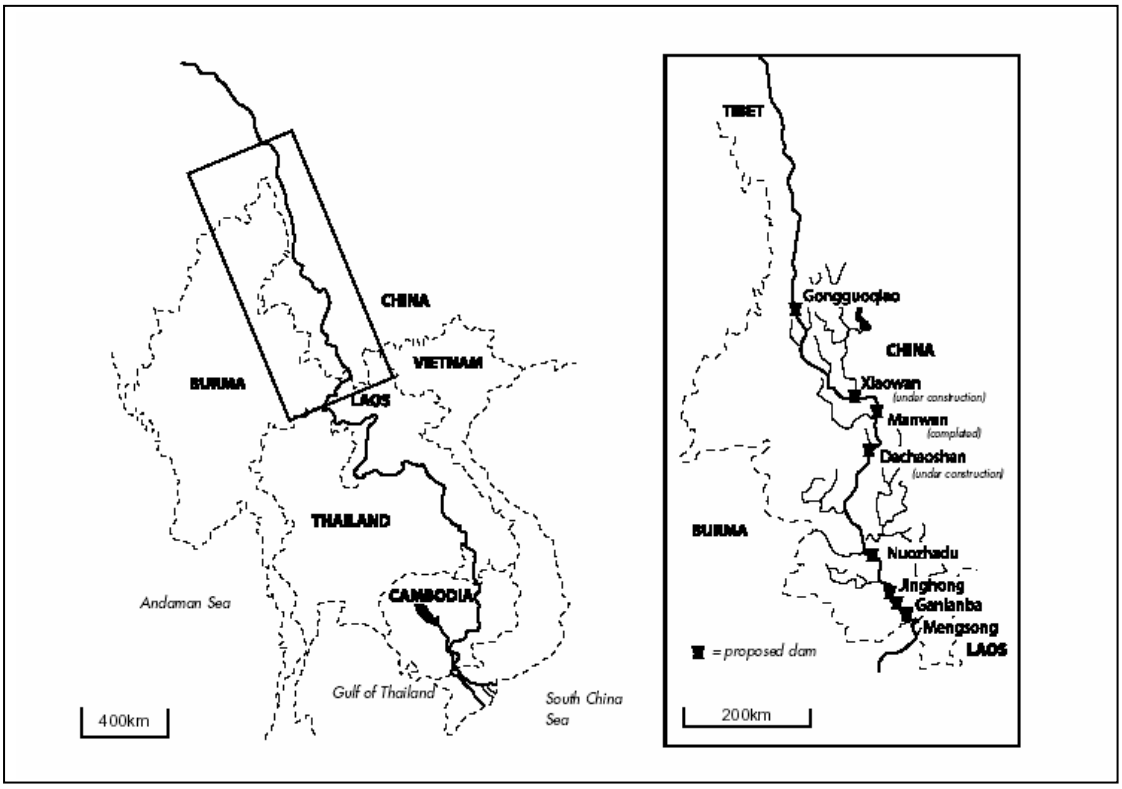
International Rivers Network (2002) ได้ให้รายละเอียดว่า ประเทศจีนวางแผนในการสร้างเขื่อนพลังงานไฟฟ้า 8 เขื่อน ในแม่น้ำโขงตอนบนรายละเอียดดังภาพที่ 2 และตารางที่ 1 เพื่อผลิต ไฟฟ้าให้กับภาคตะวันตกเฉียงใต้ของจีนและประเทศไทยโดยมีเขื่อนมันวานเป็นเขื่อนแรกของโครงการที่ถูกสร้างขึ้นและแล้วเสร็จในปี 2539 โดยที่ไม่ได้มีการปรึกษากับประเทศเพื่อนบ้านทางตอนล่างของ แม่น้ำและไม่ได้มีการทำ EIA สำหรับโครงการในช่วงระหว่างที่มีการกักเก็บน้ำในเขื่อนช่วงหน้าแล้ง ระหว่าง ปี พ. ศ. 2535-2536 หน่วยงานราชการไทยได้มีการร้องเรียนถึงปัญหาระดับน้ำในแม่น้ำที่ลดต่ำ กว่าปกติใน ช่วงจังหวัดเชียงราย อันเนื่องมาจากเขื่อน

เขื่อนดาเซาฉาน เป็นเขื่อนที่สองที่ได้ถูกสร้างขึ้นในปี พ. ศ. 2539 ซึ่งกำหนดจะแล้วเสร็จในปี พ. ศ. 2546 นี้ โดยที่ได้รับ การสนับสนุนเงินทุนในการสร้างสายส่งไฟฟ้าจาก ADB ซึ่งได้เคยประกาศว่าจะไม่ให้ การสนับสนุน เงินทุนแก่โครงการเขื่อนที่สร้างบนแม่น้ำโขง

เขื่อนที่สามคือเขื่อน เซียววาน เริ่มการก่อสร้างขึ้นเมื่อเดือนธันวาคม ปี พ. ศ. 2544และคาดว่าจะ แล้วเสร็จใน ปี พ. ศ. 2555 ด้วยขนาดความสูง 292 เมตรนี้ เขื่อนเซียววานจะกลายเป็นหนึ่งในเขื่อนที่มีความ สูงที่สุด ในโลก การเก็บกักน้ำในช่วงฤดูฝนของเขื่อนนี้ จะทำให้การไหลของน้ำในระดับของช่วงหน้าแล้ง เพิ่มขึ้นถึง 70 เปอร์เซ็นต์ยาวลงไปกว่า 1,000 กิโลเมตร ถึงประเทศเวียตนามและลาว เขื่อนนี้ ยังจะปิดกั้นกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนซึ่งหล่อเลี้ยงและก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของสองฝั่งแม่น้ำตอนล่าง

โครงการเขื่อนที่เหลืออีก 5 โครงการขณะนี้ยังอยู่ในช่วงการวางแผน โดยที่เขื่อนจิงฮองถูกคาดว่าจะเริ่ม มีการก่อสร้างขึ้นในอีกไม่กี่ปีข้างหน้านี้ ทั้งนี้รัฐบาลของประเทศจีนและไทยได้ลงนาม สัญญา อย่างเป็น ทางการในการที่จะร่วมพัฒนาโครงการนี้ ซึ่งคาดว่าจะมีกำลังผลิตไฟฟ้าประมาณ 1,500 เมกกะวัตต์ ถึงแม้ว่าจริง ๆ แล้ว ประเทศไทยจะมีกำลังไฟฟ้าสำรองอยู่อย่างมากมายแล้วก็ตาม นอกจากนี้แล้ว ประเทศไทยยังได้มีการเจรจาที่จะซื้อไฟฟ้าจากเขื่อนเนาฉาดูด้วย

โครงการสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนนี้กำลังคุกคามต่อระบบนิเวศวิทยาอันสลับซับซ้อนซึ่ง ประชาชนกว่า 60 ล้านคนต้องพึ่งพิงอยู่ทั้งในด้านการประมงและการเกษตร โดยทั้งนี้ประชากรกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ในลุ่มแม่น้ำโขงมีอาชีพขึ้นอยู่กับการเกษตรกรรม และการหาปลาจากแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา ซึ่ง 80 เปอร์เซ็นต์ของแหล่งโปรตีนสำหรับภูมิภาคนี้ได้มาจากปลาแม่น้ำโขง คณะกรรมการ ลุ่มแม่น้ำโขง (MRC) ได้ประเมินว่าปลาที่จับได้ในแม่น้ำโขงตอนล่างมีมูลค่ารวมมากกว่า 1 พันล้าน เหรียญสหรัฐต่อปี ความอุดมสมบูรณ์และมั่งคั่งของระบบนิเวศแม่น้ำโขงขึ้นอยู่กับสองปัจจัยหลักคือ หนึ่งวงจรการท่วม และแห้งแล้งของแม่น้ำตามธรรมชาติเกิดขึ้นและสามารถคาดการณ์ได้ในแต่ละปี และปัจจัยที่สอง คือตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์ซึ่งจะถูกพัดพามาจากพื้นที่รับน้ำตอนบน โครงการเขื่อนในประเทศจีน เหล่านี้ จะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อปัจจัยสำคัญทั้งสอง



ภาพที่ 2 พื้นที่โครงการสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนในประเทศจีน
ที่มา: เครือข่ายแม่น้ำเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (2547)

ตารางที่ 1 สถานะปัจจุบันของโครงการก่อสร้างเขื่อนที่แม่น้ำโขงตอนบน ประเทศจีน

Site	Dam Height (m)	Installed Capacity (MW)	Gross/Active Storage (billion m^3)	Resettlement (Persons)	Current Status	Completion (Year)
Gonguoqiao	130	750	0.51/0.12	?	?	?
Xiaowan	300	4,200	14.55/0.99	32,737	Under construction	2012-13
Manwan	126	1,500	0.92/0.25	3,513	Completed	1996
Dachaoshan	110	1,350	0.96/0.37	6,054	Completed	2003
Nuozhadu	254	5,000	22.7/1.22	23,826	Feasibility study	2017
Jinghong	118	1,500	1.04/0.25	2,264	Feasibility study	2003-10
Ganlanba	?	150	NA	?	?	?
Mengsong	?	600	NA	?	?	?

เขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนเหล่านี้ จะทำให้ระดับการไหลของแม่น้ำโขงตอนล่างในหน้าแล้งเพิ่มขึ้น เป็นสองเท่า ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวงจรธรรมชาติของแม่น้ำ ปริมาณน้ำในแม่น้ำที่เกิดจากพื้นที่รับน้ำ ในส่วนแม่น้ำโขงตอนบนในประเทศจีนนี้ มีส่วนสำคัญต่อปริมาณการไหลของแม่น้ำในหน้าแล้งช่วง ประเทศลาวและไทย ในขณะที่ประมาณ 20-15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำรวมต่อปีนี้ไหลไปถึงประเทศ เวียตนาม และประมาณกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการไหลเฉลี่ยของน้ำในประเทศเขมรในช่วง เดือนเมษายนก็มาจากพื้นที่รับน้ำในประเทศจีนนี้ เขื่อนในมณฑลยูนานเหล่านี้จะทำการเก็บกักน้ำใน ช่วงหน้าฝนและทำการปล่อยน้ำในช่วงหน้าแล้งซึ่งทำให้ระดับน้ำในช่วงหน้าแล้งสูงผิดกว่าปกติมาก

นอกจากนี้ มันถูกประมาณว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณตะกอนรวมในแม่น้ำโขงที่เกิดขึ้นในแต่ละปี เกิดมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่ในส่วนของประเทศจีน เขื่อนเหล่านี้จะเป็นตัวกักเก็บตะกอนดินซึ่งจะทำให้ เขื่อนเหล่านี้กลายเป็นเขื่อนดินตะกอนและหมดประโยชน์ในที่สุด และมีผลให้ปริมาณดินตะกอนใน แม่น้ำตอนกลางและตอนล่างลดลงอย่างมาก

ผลกระทบต่อเกษตรกรรม ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของข้าวที่ผลิตในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างขึ้นอยู่กับน้ำ ดินตะกอน และสารอาหาร ซึ่งมาพร้อมกับการท่วมประจำปีของแม่น้ำโขง การท่วมใหญ่ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีหมายถึงความถี่ของ การท่วมครั้งย่อยๆจะลดลง โดยจะมีผลทำให้ตะกอนและแร่ธาตุลดลงไปด้วย ซึ่งทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงนั่นเอง ในระยะยาวแล้วจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง ถ้าหากไม่มีการพึ่งปุ๋ยเคมีอย่างมหาศาล

ระดับน้ำที่สูงกว่าปกติในหน้าแล้ง จะทำให้เกิดการท่วมสวนพืชผักริมฝั่งซึ่งมีอยู่ตลอดสองฝั่งแม่น้ำโขง และสารอาหารและปุ๋ยธรรมชาติที่ลดลงในหน้าฝนจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วสิ่ง เหล่านี้จะนำไปสู่การต้องพึ่งพาปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตและลดคุณค่าทางเศรษฐกิจของ ผลผลิตลง

การกัดเซาะหน้าดินที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง น้ำที่ปล่อยออกมาจาก เขื่อนล่างสุดของโครงการจะมีตะกอนน้อยกว่าปกติซึ่งจะทำให้ท้องน้ำของแม่น้ำ ข้างล่างเกิดการกัดเซาะ การกัดเซาะนี้อาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนเส้นทางการไหลของแม่น้ำและความ กว้างของแม่น้ำ ซึ่งเป็น

ผลเสียต่อการก่อสร้างอาคาร ท่าเรือ สะพาน และการสูญเสียทางเศรษฐกิจของ พื้นที่ในแม่น้ำตอนล่าง

การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเหล่านี้ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านต่างๆ ดังนี้

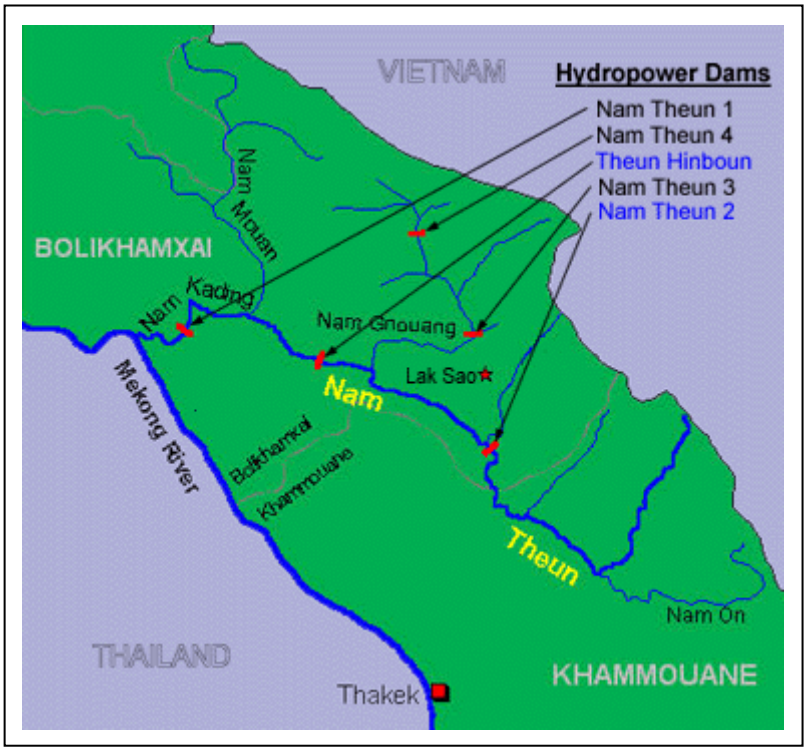
การทำลายพันธุ์ปลาและการประมง สภาพแวดล้อมในการหาอาหารและวางไข่ของปลาที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแม่น้ำที่เต็มไปด้วย ดินตะกอนของแม่น้ำโขงจะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ซึ่งจะนำไปสู่การลดลงของความหลากหลาย ทางชีวภาพและผลผลิต พื้นที่วางไข่จะลดลงอย่างมากในหน้าแล้งเพราะแก่งต่างๆจะจมอยู่ใต้น้ำ ส่วน ในหน้าฝนระดับน้ำที่ต่ำกว่าปกติในพื้นที่ป่าที่มีน้ำท่วมถึง ในประเทศลาว ตอนล่างและประเทศเขมร จะกระทบต่อแหล่งสำคัญในการหาอาหาร วางไข่และ แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ ซึ่งผลที่จะตามมาคือการสูญเสียอย่างมากทางการประมงในลุ่มแม่น้ำโขง รวมทั้งความเป็นไปได้ในการ สูญพันธุ์ของสัตว์น้ำบางพันธุ์

ผลกระทบต่อเกษตรกรรม ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของข้าวที่ผลิตในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างขึ้นอยู่กับน้ำ ดินตะกอน และสารอาหาร ซึ่งมาพร้อมกับการท่วมประจำปีของแม่น้ำโขง การท่วมใหญ่ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีหมายถึงความถี่ของ การท่วมครั้งย่อยๆจะลดลง โดยจะมีผลทำให้ตะกอนและแร่ธาตุลดลงไปด้วย ซึ่งทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงนั่นเอง ในระยะยาวแล้วจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง ถ้าหากไม่มีการพึ่งปุ๋ยเคมีอย่างมหาศาล ระดับน้ำที่สูงกว่าปกติในหน้าแล้ง จะทำให้เกิดการท่วมสวนพืชผักริมฝั่งซึ่งมีอยู่ตลอดสองฝั่งแม่น้ำโขง และสารอาหารและปุ๋ยธรรมชาติที่ลดลงในหน้าฝนจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วสิ่ง เหล่านี้จะนำไปสู่การต้องพึ่งพาปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตและลดคุณค่าทางเศรษฐกิจของ ผลผลิตลง

การกัดเซาะหน้าดินที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง น้ำที่ปล่อยออกมาจาก เขื่อนล่างสุดของโครงการจะมีตะกอนน้อยกว่าปกติซึ่งจะทำให้ท้องน้ำของแม่น้ำ ข้างล่างเกิดการกัดเซาะ การกัดเซาะนี้อาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนเส้นทางการไหลของแม่น้ำและความ กว้างของแม่น้ำ ซึ่งเป็นผลเสียต่อการก่อสร้างอาคาร ท่าเรือ สะพาน และการสูญเสียทางเศรษฐกิจของ พื้นที่ในแม่น้ำตอนล่าง

นอกจากนี้ ประเทศลาวได้มีโครงการก่อสร้างเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าในแม่น้ำเทิน ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตไฟฟ้าเพื่อส่งออก ซึ่งเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาความยากจนภายในประเทศลาว ดังภาพที่ 3

เขื่อนเทิน-หินบอน สร้างในน้ำเทินซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ห่างจากแม่น้ำโขงเป็นระยะทางประมาณ 100 กิโลเมตร เริ่มก่อสร้างในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2537 แล้วเสร็จในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 มีพื้นที่รับน้ำ 14,650 กิโลเมตร (Asian Development Bank, 2005)



ภาพที่ 3 พื้นที่โครงการสร้างเขื่อนในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศลาว
ที่มา: Asian Development Bank (2005)

โครงการเขื่อนน้ำเทิน 2 ตั้งอยู่ในแขวงคำม่วน บริเวณที่ราบสูงนากาย (Nakay Plateau) ห่างจากกรุงเวียงจันทน์ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 250 กิโลเมตร และห่างจากเมืองท่าแขกไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 75 กิโลเมตร อ่างเก็บน้ำของโครงการน้ำเทิน 2 มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 4,000 ตารางกิโลเมตร และมีพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด ณ ระดับ 538 เมตร รทก .ประมาณ 450 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ที่ราบ

สูงนากาย โดยจะมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยต่อปีประมาณ 7,380 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำเก็บกักที่ระดับสูงสุด 538 เมตร รทก .ประมาณ 3,180 ล้านลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ มีจำนวนครอบครัวที่ถูกน้ำท่วมต้องอพยพประมาณ 800 ครอบครัว ลักษณะของตัวเขื่อนเป็นประเภทเขื่อนคอนกรีตบดอัด (Roller Compacted Concrete: RCC) มีความสูง 44 เมตร และมีความยาวสันเขื่อน 315 เมตร

นอกจากนี้ยังมีโครงการก่อสร้างเขื่อนอื่น ๆ และการระเบิดแก่งต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่ส่งกระทบต่อลักษณะการไหลงขอน้ำท่าของแม่น้ำโขงทั้งสิ้น

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

วิมล (2529) ศึกษา ผลกระทบของการทำลายป่าต่อศักย์และลักษณะการไหลของน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน พบว่า เมื่อป่าถูกทำลายเพิ่มมากขึ้น ลักษณะการไหลของน้ำในลำธารจะเปลี่ยนไปโดยทำให้ส่วนยอดของกราฟน้ำไหลลดต่ำลง และวิเคราะห์หาผลกระทบจากการทำลายป่าต่อปริมาณน้ำในลำธาร โดยวิเคราะห์แบบ multiple regression ชี้ให้เห็นว่า การทำลายป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำในลำธารรายปี ปริมาณน้ำในลำธารช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝนลดลง

ศักดิ์พินิต (2532) พบว่า ลักษณะการไหลของน้ำในลำธารกลุ่มลุ่มน้ำขนาดเล็กในบริเวณลุ่มน้ำแม่วังและแม่ยมจะมีอัตราการขึ้นลงอย่างรวดเร็วและมีความผันแปรของปริมาณน้ำสูง ในขณะที่กลุ่มลุ่มน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ จะมีลักษณะการไหลของน้ำในลำธารค่อนข้างสม่ำเสมอ แนวโน้มของช่วงเวลาการไหลในช่วงปีต่าง ๆ จะใกล้เคียงกัน

สุพัฒน์ (2533) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำชี พบว่า ถ้าพื้นที่ป่าลดลง จะทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นในฤดูฝน ส่วนลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้นทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง และได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นในฤดูแล้งน่าจะมาจากน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำนั้นเอง

สุวรรณา (2537) พบว่า การที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักลดลงโดยเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีผลทำให้ศักยภาพการเอื้ออำนวยน้ำท่าในช่วงน้ำหลากของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจะเพิ่มขึ้น แต่ไม่เปลี่ยนแปลงในลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง ส่วนอิทธิพลของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย พบว่าไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถาบันวิจัยและพัฒนา (2538) รายงานว่า การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ไม่ได้ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำฝน แต่มีผลต่อปริมาณน้ำท่าที่มีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะในลุ่มน้ำวัง ยม และเจ้าพระยาตอนล่างใต้จังหวัดอ่างทอง ปริมาณการสูญเสียน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเนื่องจากการระเหยและการใช้น้ำของพืช มีสัดส่วนสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในพื้นที่ลุ่มน้ำดังกล่าว และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำที่แคบและยาวรี เช่น ลุ่มน้ำวังมีผลทำให้ระบบการไหลของน้ำ (flow regime) เปลี่ยนไป ช่วงเวลาการไหลในฤดูฝนเร็วขึ้น ทำให้น้ำท่าในหน้าแล้วน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีฝนแล้งเกิดขึ้น ปรากฏการณ์ต่าง ๆ นี้ชี้ให้เห็นว่า การที่พื้นที่ป่าลดลงก่อให้เกิดปัญหาอุทกภัยในฤดูฝนและปัญหาความแห้งแล้งตามมาและจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นถ้าหากไม่มีการจัดการแก้ไขในอนาคต

พรทิพย์ (2541) กล่าวว่า การที่พื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองยัน ลดลง โดยเปลี่ยนสภาพเป็นสวนยางพารา นาข้าว การเกษตรอื่น ๆ และเมืองชุมชน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีและปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลง ร้อยละของปริมาณน้ำฝนที่แปรสภาพเป็นน้ำท่าลดลง ส่งผลให้ระยะเวลาการไหลสูงสุดเปลี่ยนเป็นเดือนพฤศจิกายน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณน้ำช่วงน้ำหลาก และสัดส่วนการใช้ที่ดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน พื้นที่นาข้าว และพื้นที่สวนยางพาราที่ระดับ 99.90 และ 99.47 % ปริมาณน้ำช่วงแล้งฝน พบว่า พื้นที่การเกษตรมีความสัมพันธ์รองจากปริมาณน้ำฝน และเป็นปฏิภาคส่วนกลับต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมเกียรติ (2538) ได้อธิบายผลไว้โดยทำการศึกษาในลุ่มน้ำยม ใช้วิธีสมการถดถอยเชิงเส้นในการวิเคราะห์ ว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรและพื้นที่เมือง ทำให้ศักยภาพในการเอื้ออำนวยปริมาณน้ำท่าเปลี่ยนไปเล็กน้อย แต่ถ้าพิจารณาเป็นรายปีพบว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องโดยเปอร์เซ็นต์น้ำท่าช่วงน้ำหลากมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนช่วงแล้งฝนมีแนวโน้มลดลงในลุ่มน้ำยมเกิดภาวะความแห้งแล้งขึ้นแต่ไม่ได้เกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การเกษตร

อนุชิต (2544) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531– 2540 พบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไร่เลื่อนลอยเป็นพื้นที่ไร่ร้างและป่ารุ่นสองและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไร่ร้างและป่ารุ่นสองเป็นพื้นที่ป่าไม้ จะทำให้ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้นบนพื้นที่ลุ่มน้ำ 1.4 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ต่าง ๆ ประกอบด้วย

1.1 แผนที่ภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำโขงในประเทศไทย โดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

1.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำโขงในประเทศไทย โดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

1.3 แผนที่ แสดงที่ตั้งสถานีสำรวจน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าในประเทศไทย โดยกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมทรัพยากรน้ำ

2. ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา

2.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน รายวัน รายเดือน และรายปี ปี พ.ศ.2518-2544 ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง จัดทำโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน รายเดือน และรายปีจำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงแสน สถานีเชียงคาน สถานีนครพนม สถานีมุกดาหาร และสถานีโขงเจียม ปี พ.ศ.2518-2544 จัดทำโดยกรมทรัพยากรน้ำ

2.3 ข้อมูลด้านลักษณะอากาศอื่น ๆ ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ได้แก่ อุณหภูมิ การคายระเหย ความชื้นสัมพัทธ์ จัดทำโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

3. เครื่องประมวลผลข้อมูล

<u>วิธีการ</u>

1. การกำหนดพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากแม่น้ำโขงไหลผ่านประเทศไทย โดยเริ่มต้นไหลผ่านประเทศไทยทางภาคเหนือของประเทศไทยที่จังหวัดเชียงรายที่สถานีเชียงแสน ซึ่งถือเป็นสถานีแรกของลุ่มน้ำโขงตอนล่าง และไหลออกจากภาคเหนือของประเทศไทยที่ สถานีเชียงของ จ.เชียงราย จากนั้นจะผ่านเข้าสู่ประเทศลาว และไหลผ่านประเทศไทยอีกครั้งหนึ่งบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จังหวัดเลย หนองคาย นครพนม มุกดาหาร และอุบลราชธานี ดังนั้นในการเลือกสถานีวัดน้ำในการศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกใช้รวมทั้งสิ้น 5 สถานี แบ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าของแม่น้ำโขงที่ภาคเหนือ 1 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงแสน จ.เชียงราย และสถานีวัดน้ำท่าของแม่น้ำโขงที่ภาคตะวันออกเชียงเหนือ 4 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงคาน จ.เลย สถานีนครพนม จ.นครพนม สถานีมุกดาหาร จ.มุกดาหารและสถานีโขงเจียม จ.อุบลราชธานี ดังแสดงในภาพที่ 4

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์เป็นแบบ ทุติยภูมิ (Secondary) โดยเก็บรวบรวมจากหน่วยงานราชการและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ใช้ข้อมูลน้ำฝนของสถานีต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ประเทศไทย และพื้นที่ใกล้เคียง จากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2518- 2544

2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ใช้ข้อมูลการสำรวจระดับน้ำและปริมาณน้ำของสถานีต่าง ๆ ของแม่น้ำโขง จากการตรวจวัดของกรมทรัพยากรน้ำ ระหว่างปี พ. ศ. 2518-2544 จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงแสน สถานีเชียงคาน สถานีนครพนม สถานีมุกดาหาร และสถานีโขงเจียม

2.3 ข้อมูลการใช้ที่ดินและข้อมูลด้านกายภาพต่าง ๆ ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง

ภาพที่ 4 สถานีวัดน้ำท่าของแม่น้ำโขงที่ใช้ในการศึกษา

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลกระทบของการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงในประเทศจีนต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำท่าในแม่น้ำโขงประเทศไทยจะการศึกษาลักษณะการไหลของน้ำท่าแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ก่อนการสร้างเขื่อนได้แก่ ปี พ.ศ.2518-2539 และหลังสร้างเขื่อนได้แก่ปี พ.ศ.2540-2544

3.1 วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนรายปี และการกระจายของน้ำฝนในแต่ละเดือนและรายปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงภาคเหนือ และลุ่มน้ำโขงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ทำการเฉลี่ยแบบเลขคณิต (Arithmetic Method) และศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำฝน โดยการใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 5, 10, 15 และ 20 ปีของข้อมูลรายปี ใช้ค่าความลาดชัน (slope) ของสมการถดถอยเส้นตรง (linear regression) เป็นค่าบอกแนวโน้ม

3.2 วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำท่ารายปีของแม่น้ำโขง ณ สถานีตรวจวัดที่ใช้ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำ และศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำท่า โดยการใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา 5, 10, 15 และ 20 ปีของข้อมูลรายปี

3.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในแต่ละสถานีวัดน้ำ ประจำเดือนต่าง ๆ ในรอบปี โดยพิจารณาจากส่วนต่าง ๆ ของกราฟน้ำท่า (Hydrograph)

3.4 ศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือน ช่วงน้ำหลาก (Qw) ช่วงแล้งฝน (Qd) และปริมาณน้ำท่ารายปี

3.5 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการไหลของน้ำท่าแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ วันเวลา (flow date) ที่น้ำจำนวนที่กำหนดให้ไหลผ่านจุดตรวจวัดและช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำท่าที่กำหนดให้จำนวนหนึ่งใช้ในการไหลผ่าน (flow interval) ซึ่ง Satterlund และ Eschner (1965) ได้เสนอไว้โดยการศึกษาในช่วงน้ำหลาก(high flow) และช่วงเวลาน้ำน้อย(low flow) ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์วันเวลา (flow date) ที่น้ำท่าจำนวนหนึ่งไหลผ่านจุดที่กำหนดทั้งช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้งดังนี้

ก) ช่วงน้ำหลาก (high flow) ประกอบด้วย

1) First Quartile Flow Date(1QFD) คือ วันเวลา (date) ที่น้ำท่า 1/4 ของน้ำท่าปีผ่านจุดที่กำหนดในฤดูน้ำหลาก

2) Half Flow Date (HFD) คือ วันเวลาที่น้ำจำนวนครึ่งหนึ่งของน้ำทั้งปีไหลผ่านจุดที่กำหนดในฤดูน้ำหลาก

3) Third Quartile Flow Date (3QFD) คือ วันเวลาที่น้ำจำนวนสามในสี่ของน้ำทั้งปีไหลผ่านจุดที่กำหนดในฤดูน้ำหลาก

ข) ช่วงน้ำแล้ง (low flow) แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1) 95% Flow Date (95%FD) คือ วันเวลาที่น้ำท่า 95% ของน้ำท่าทั้งปีผ่านจุดที่กำหนดซึ่งเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง

2) 99% Flow Date (99%FD) คือ วันเวลาที่น้ำท่า 99% ของน้ำท่าทั้งปีผ่านจุดที่กำหนดซึ่งเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง

3.5.2 วิเคราะห์ช่วงเวลา (Flow interval) ที่น้ำท่าจำนวนหนึ่งไหลผ่านที่จุดกำหนดทั้งช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้ง

ก) ช่วงน้ำหลาก ประกอบด้วย

1) Quarter Flow Interval (QFI) หมายถึง ช่วงเวลา (time interval) ที่สั้นที่สุดในฤดูฝนที่น้ำท่าปริมาณ 1 ใน 4 ของน้ำทั้งปีใช้ไหลผ่านจุดที่กำหนด

2) Half Flow Interval (HFI) หมายถึง ช่วงเวลาที่สั้นที่สุดในฤดูฝนที่ปริมาณน้ำท่าปริมาณครึ่งหนึ่งของน้ำท่าทั้งปีใช้ในการไหลผ่านจุดที่กำหนด

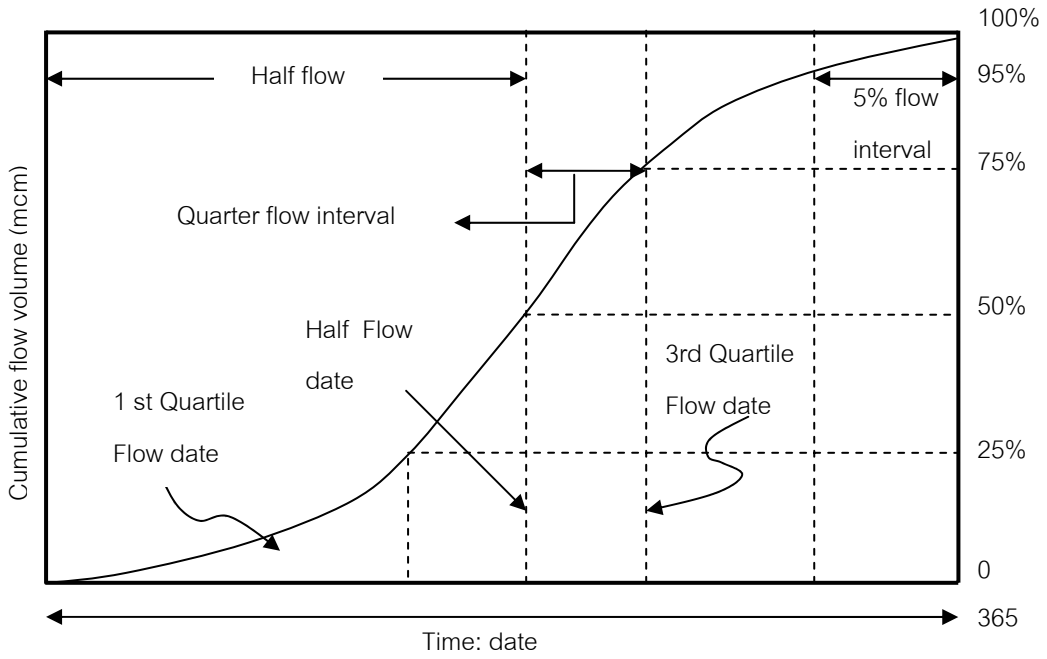
ข) ช่วงน้ำแล้ง ประกอบด้วย

1) Five Percent – Flow Interval (5%FL) หมายถึงช่วงเวลาที่ยาวที่สุดในฤดูแล้งที่น้ำ 5% สุดท้ายจะไหลผ่านจุดที่กำหนด

2) One Percent-Flow Interval (1%FL) หมายถึงช่วงเวลาที่ยาวนานที่สุดในฤดูแล้งที่น้ำ 1% สุดท้ายจะไหลผ่านจุดที่กำหนด

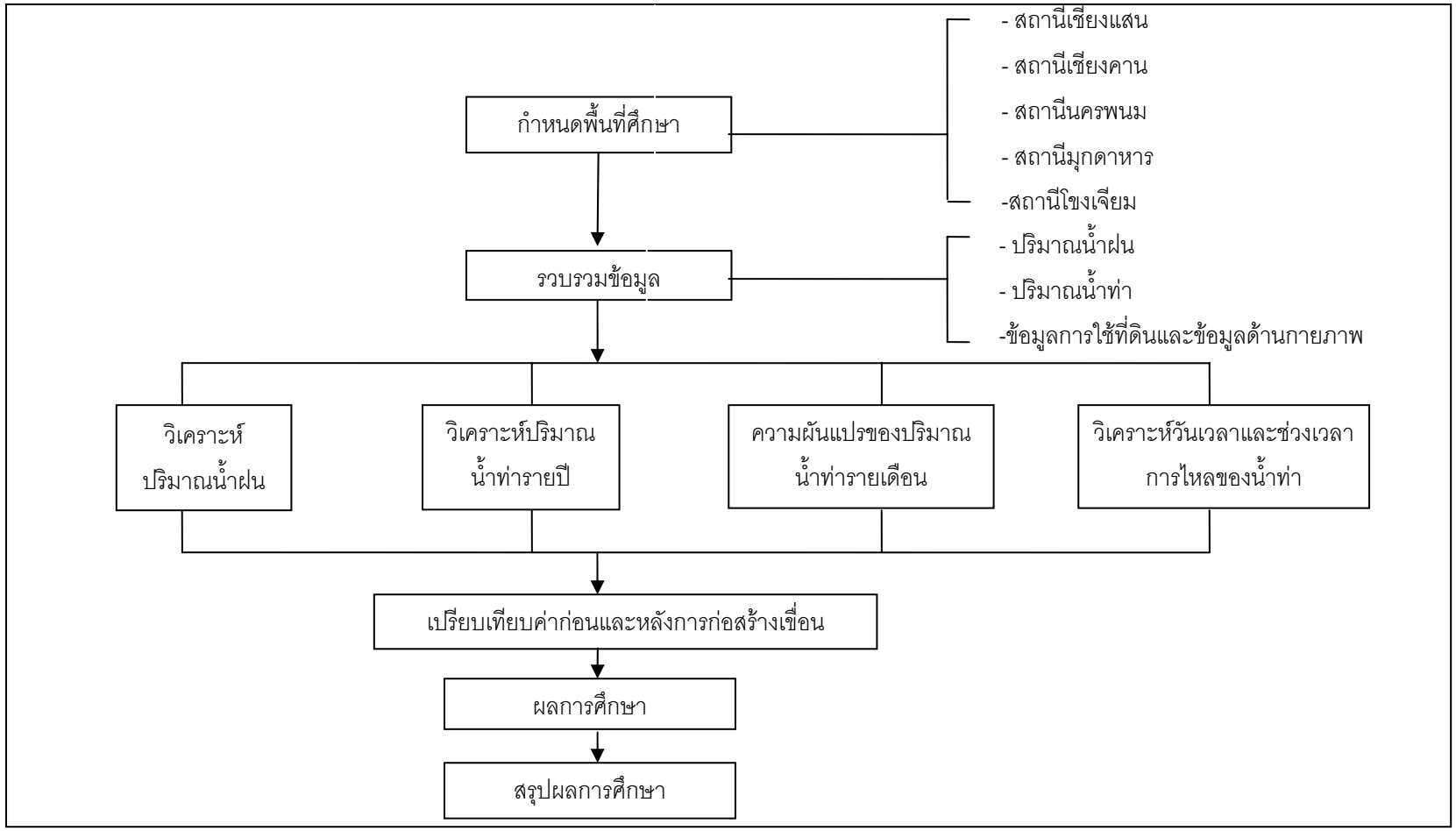
วิธีการหาวันเวลา (Flow date) และช่วงเวลาการไหล (Flow interval) แสดงในภาพที่ 5

3.6 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ระหว่างก่อนการสร้างเขื่อนและหลังการสร้างเขื่อน เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยมีสมมติฐานในการศึกษาว่า การสร้างเขื่อนที่แม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขามีผลทำให้ปริมาณน้ำท่า และช่วงเลาการไหลของน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม



ภาพที่ 5 Hypothetical curve of cumulative flow volume for deriving stream flow timing

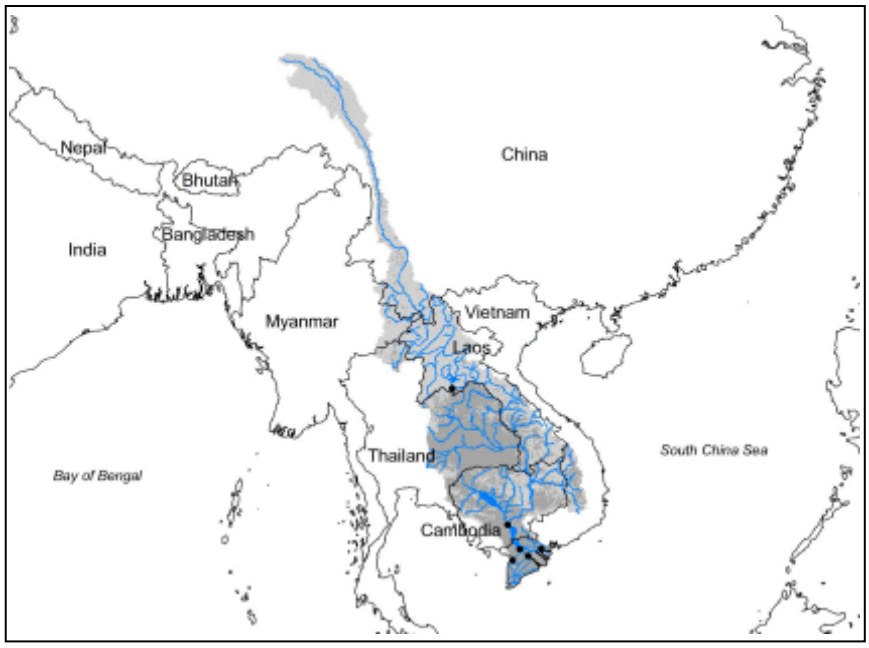
ที่มา : Satterlund (1972)



ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดในการศึกษา

สถานที่ทำการวิจัย

แม่น้ำโขงมีความยาว 4,800 กิโลเมตร และมีพื้นที่รับน้ำ 795,000 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 470 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร มีต้นน้ำอยู่ที่ที่ราบสูงในธิเบตและไหลผ่านตอนใต้ของจีน พม่า ไทย ลาว กัมพูชาและเวียตนาม ลุ่มน้ำโขงแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำโขงตอนบน (Upper Mekong Basin) มีพื้นที่ 24% ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขงทั้งหมด และลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (Lower Mekong Basin) มีพื้นที่ 76% ของพื้นที่รับน้ำ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 พื้นที่ลุ่มน้ำโขง

สำหรับลุ่มน้ำโขงของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 57,424 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำทางภาคเหนือ 7,752 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด ได้แก่ เชียงรายและพะเยา และพื้นที่ลุ่มน้ำทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 46,670 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ เลย หนองคาย อุดรธานี นครพนม มุกดาหาร และสกลนคร (กรมชลประทาน, 2547) ดังภาพที่ 8

แผนที่แสดงเขตการปกครองของประเทศไทย ระดับจังหวัด

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ในช่วงที่แม่น้ำโขงไหลผ่านประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมทรัพยากรน้ำเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษารวมทั้งสิ้นจำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีเชียงแสน จ.เชียงราย สถานีเชียงคาน จ .เลย สถานีนครพนม จ.นครพนม สถานีมุกดาหาร จ.มุกดาหาร และสถานีโขงเจียม จ.อุบลราชธานี