หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการเคลื่อนตัวของตะกอน อันก่อให้เกิดการกัดเซาะ และการตกตะกอน นับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่มักจะพบเสมอ และเป็นอุปสรรคในการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อกิจกรรมในด้านต่าง ๆ เช่น การชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การอุปโภคบริโภค การอุตสาหกรรม การคมนาคม การท่องเที่ยว การป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น ทำให้ประสิทธิภาพของโครงการลดลง และอาจก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นกับโครงการ และบริเวณโดยรอบ ดังนั้นการศึกษาในเรื่องนี้จึงมีความจำเป็น เพื่อที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ผลกระทบของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ ทำให้ธรรมชาติการไหลของน้ำ ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลย์พลศาสตร์ (Dynamic Balance) ระหว่างการเคลื่อนตัวของตะกอนในลำน้ำธรรมชาติ ขนาดและอัตราส่วนคละของตะกอน และชลศาสตร์การไหลของน้ำ เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เพื่อปรับสภาพสมดุลย์ใหม่ รูปร่าง (Geometry) ของลำน้ำอาจเปลี่ยนไปเนื่องมาจากเกิดการกัดเซาะและการตกตะกอน การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนตัวของตะกอน ทำให้สามารถวางแผนการจัดการ แก้ปัญหาการกัดเซาะและการตกตะกอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การใช้งานของโครงการตามที่ได้วางไว้

การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนสามารถทำได้โดยวิธีต่าง ๆ เช่น โดยวิธีการตรวจวัด ความเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนตัวของตะกอนจากสภาพจริง ๆ ในสนาม โดยวิธีการใช้แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบลำน้ำอันเนื่องมากจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจะให้ผลถูกต้องเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับความสามารถที่จะทำแบบจำลองให้มีเงื่อนไขใกล้เคียงกับต้นแบบจริงเพียงไร และโดยวิธีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นต้น

ในปัจจุบันพัฒนาการทางด้านการคิดคำนวณได้ก้าวหน้าไปมาก คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่เข้ามามีบทบาทในการช่วยให้การคิดคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้เวลา และการทำซ้ำ ๆ กันมาก ๆ เสร็จภายในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อ

การศึกษาขบวนการต่าง ๆ แพร่หลายมากขึ้น ทั้งนี้เพราะสามารถที่จะสร้างเงื่อนไข ปรับเปลี่ยนตัวแปร และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ โดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยมากเมื่อเทียบกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ แต่อย่างไรก็ตามความถูกต้องของการศึกษาก็ขึ้นอยู่กับความสามารถที่จะสร้างหรือเลือกใช้แบบจำลองได้เหมาะสมกับปัญหามากน้อยแค่ไหน รวมทั้งข้อมูลที่ใช้เพียงพอและถูกต้องเพียงไร ซึ่งในส่วนนี้เป็นเรื่องที่ต้องระมัดระวัง และรอบคอบในการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สำหรับในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ มุ่งที่จะศึกษาการกัดเซาะและการตกตะกอนในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป HEC-6 ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับวิเคราะห์การกัดเซาะและการตกตะกอน ในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำที่พัฒนาขึ้นโดย William A. Thomas แห่ง Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers พื้นที่การศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำเข็กของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ช่วงท้ายเขื่อนห้วยแงด จนถึงหน้าเขื่อนบ้านเข็กใหญ่เป็นระยะทางประมาณ 13.5 กิโลเมตร (รูปที่ 1-1)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาขั้นตอนการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการวิเคราะห์การกัดเซาะและการตกตะกอน ในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ

1.2.2 ศึกษาการนำโปรแกรม HEC-6 มาช่วยในการคำนวณการกัดเซาะและการตกตะกอนในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ

1.2.3 เปรียบเทียบผลการศึกษาการกัดเซาะและการตกตะกอนในโครงการเขื่อนน้ำเข็ก โดยใช้โปรแกรม HEC-6 รุ่น 3.2 (1977) ซึ่งทำไว้โดย กฟผ. กับการใช้โปรแกรม HEC-6 รุ่น 4.0 ใหม่ (1991) ซึ่งใช้ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกใช้ในโอกาสต่อไป

1.3 ขอบข่ายของการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ทำการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้พื้นที่การศึกษาในโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำเซ็ก ตั้งอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก (รูปที่ 1-1) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นโครงการแบบเอนกประสงค์ ตามแผนพัฒนาในขั้นแรกประกอบด้วยเขื่อน เพื่อการผลิตไฟฟ้า 2 เขื่อน คือเขื่อนห้วยแงด ซึ่งเป็นเขื่อนแบบหินทิ้ง ดาดผิวหน้าด้วยคอนกรีตสูง 125 เมตร ยาว 470 เมตร สามารถเก็บกักน้ำได้ 345 ล้านลูกบาศก์เมตร และเขื่อนบ้านเซ็กใหญ่ ซึ่งอยู่ห่างจากเขื่อนห้วยแงดไปทางท้ายน้ำประมาณ 13.50 กิโลเมตร ลักษณะเป็นฝายคอนกรีตสูง 12 เมตร ยาว 65 เมตร นอกจากนั้นจะมีประตูปิดยกระดับน้ำ สำหรับระบบชลประทาน ตอนล่างอยู่ห่างจาก อ.วังทองไปทางท้ายน้ำประมาณ 3 กิโลเมตร สำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะการกัดเซาะและการตกตะกอนในลำน้ำ และอ่างเก็บน้ำช่วงท้ายเขื่อนห้วยแงด จนถึงหน้าเขื่อนบ้านเซ็กใหญ่ ระยะทางประมาณ 13.50 กิโลเมตร

1.3.2 แนวทางการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งพิจารณาแนวโน้มการกัดเซาะ และการตกตะกอนตามแนวความยาวของลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำ โดยพิจารณารูปตัดตามยาวลำน้ำ (Thalwege Profile) จะไม่มีการพิจารณาในรายละเอียดของการกัดเซาะ และการตะกอนเฉพาะแห่ง (Local Scour) โดยใช้โปรแกรม HEC-6 ของ Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers รุ่นที่มีการปรับปรุงใหม่ (1991) วิ่งบน PC. Computer

1.3.3 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้รับข้อมูลที่สำคัญจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดการพัฒนาโครงการน้ำเซ็ก ได้จากรายงานการศึกษาความเหมาะสมของโครงการน้ำเซ็ก ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (มีนาคม 2529) และรายงานสรุปย่อโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำเซ็ก จังหวัดพิษณุโลก ของกองวางแผนและพัฒนาแหล่งน้ำ ฝ่ายวิศวกรรมพลังน้ำ กฟผ. (มีนาคม 1989)

2) ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำทั้งหมด 27 รูปตัด โดยมีระยะระหว่างรูปตัดขวาง วัดตามแนวลำน้ำประมาณ 500 เมตร ได้จากข้อมูลสำรวจของ กฟผ. ซึ่งทำการสำรวจเมื่อปี 1985 และข้อมูลที่ผู้ศึกษาดำเนินการสำรวจเพิ่มเติมในปี 1992 จำนวน 7 รูปตัดขวางตำแหน่ง

รูปตัดขวางลำน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1-2

3) ข้อมูลน้ำท่า, ระดับน้ำ, และข้อมูลการไหลของตะกอนใช้ข้อมูลจากสถานีบ้านเช็กใหญ่ ของสำนักงานการพลังงานแห่งชาติ (1972-1986) และข้อมูลจากสถานีวัดน้ำของ กฟผ. ที่สถานีวัดบริเวณที่ก่อสร้างเขื่อนห้วยแงด และสถานีบ้านโป่งบอน (1981-1990)

4) ข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุท้องน้ำและตะกอน ได้จากกองอุตุและอุทกวิทยา กฟผ. และได้จากการเจาะเก็บตัวอย่างของผู้ศึกษาเอง (พ.ศ. 1992)

5) ข้อมูลอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวถึงได้จาก กองอุตุ และอุทกวิทยา กฟผ.

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาที่ผ่านมาในอดีต สามารถแบ่งออกได้เป็น การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับตะกอนของโครงการน้ำเช็ก และการศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม HEC-6 และการประยุกต์ใช้โปรแกรม HEC-6

1.4.1 การศึกษาที่เกี่ยวกับตะกอน ของโครงการเขื่อนน้ำเช็ก

Tractionel Electrobel Engineering (1986) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณตะกอนที่จะตกตะกอนภายในอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ข้อมูล ตะกอนรายวันจากสถานีที่บ้านเช็กใหญ่ ตั้งแต่ปี 1972 ถึง ปี 1981 ซึ่งสรุปเป็นข้อมูลปริมาณการไหลของตะกอนที่สถานีบ้านเช็กใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 1-1 สรุปได้ว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Suspended Load) เฉลี่ย (10 ปี) ต่อปี ประมาณ 57,000 ตัน ซึ่งปริมาณตะกอนทั้งหมดให้คิดรวมปริมาณตะกอนท้องน้ำ (Bed Load) อีกประมาณ 20% ของปริมาณตะกอนแขวนลอย ซึ่งจะได้อัตราการถูกกัดกร่อนจำเพาะ (Specific Degradation Rate) เท่ากับ 70 ตัน/ตารางกิโลเมตรต่อปี หรือประมาณ 0.05 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ ยังคงต่ำกว่าค่าอัตราการกัดกร่อนจำเพาะซึ่งคิดจาก Envelope Curve สำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งอธิบายได้จากเหตุผลที่ว่าพื้นที่รับน้ำเกือบทั้งหมดของลำน้ำเช็ก ปกคลุมด้วยป่าทึบ ของวนอุทยานแห่งชาติ ทุ่งแสลงหลวง ด้วยเงื่อนไขดังกล่าว และจากกราฟของบูรน (Brune Curve) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ การดักตะกอน (Trap Efficiency) เท่ากับ 95% จะได้ปริมาณตะกอนที่ตกตะกอนในอ่างหน้าเขื่อนห้วยแงด ประมาณ 66,120 ตัน หรือ 47,000 ลูกบาศก์เมตร ต่อปี ที่สถานีบ้านเช็กใหญ่ ซึ่งสถานีนี้อยู่ทางด้านท้ายน้ำของอ่าง ตัวบน (ห้วยแงด) ดังนั้นหากใช้ค่าที่ได้นี้คำนวณถือว่าอยู่ทางด้านปลอดภัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(Conservative) สรุปได้ว่าหลังจากอายุการใช้งานครบ 100 ปีปริมาณการตกตะกอนทั้งหมดน้อยกว่า 5 ล้านลูกบาศ์กเมตร [5% ของ ความจุสูญเปล่าของอ่าง (Dead Volume)]

สำหรับอ่างเก็บน้ำตัวล่างซึ่งเป็นอ่างเพื่อการชลประทานที่บ้านโป่งบอนนั้น ข้อมูลตะกอนที่มีการบันทึก มีในช่วงเวลาสั้น และบางค่าก็มีความขัดแย้งกับค่าที่บันทึก ที่สถานีบ้านเช็กใหญ่ แต่อย่างไรก็ตาม อ่างตัวบนจะทำหน้าที่เก็บกักตะกอนจากพื้นที่รับน้ำฝนตอนบนไว้เกือบหมด และถ้าหากใช้ค่าอัตราการกัดกร่อนจำเพาะ ของพื้นที่รับน้ำระหว่าง อ่างตัวบนและตัวล่างเป็น 2 เท่า ของอ่างตัวบน ดังนั้น ปริมาณตะกอนที่จะไหลเข้าสู่อ่างตัวล่างจะมีค่าเท่ากับ 5% ของตะกอนไหลเข้าอ่างวตัวบน+2x(1505-854)กม^2. x70 ตัน/กม^2. เท่ากับ 94600 ตัน/ปี ซึ่งจะใช้เวลามากกว่า 400 ปี จึงจะเต็มความจุสูญเปล่าของอ่าง ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่นานมาก

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (1990) ได้ทำการศึกษาการกัดเซาะและการตกตะกอนหลังจากมีการสร้างเขื่อน และดำเนินการผลิตไฟฟ้า โดยมีเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาศึกษาในกรณี ที่มีการปล่อยน้ำจากเขื่อนห้วยแงดด้วยอัตรา 42.50 ม^3./วินาที ผ่านอุโมงค์ส่งน้ำเพื่อไปผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้า "A" ซึ่งตั้งอยู่ท้ายเขื่อนประมาณ 7 กม. และไหลลงสู่ลำน้ำเช็ก โดยกำหนด Plant Factor เท่ากับ 0.25 และขณะเดียวกัน ในฤดูน้ำหลาก ทุก ๆ ปี จะมีปริมาณน้ำล้นผ่านทางระบายน้ำล้น (Spillway) ของเขื่อนห้วยแงดลงสู่ลำน้ำเช็กที่บริเวณท้ายเขื่อนห้วยแงดติดต่อกันครั้งละ 10 วัน ด้วยอัตราการไหล 45.50 ม^3./วินาที ไหลตามลำน้ำเป็นระยะทาง 7 กม. มารวมกับปริมาณน้ำ ที่ผ่านกังหัน (Turbine) ที่โรงไฟฟ้า"A" ก่อนไหลลงสู่เขื่อนบ้านเช็กใหญ่ (Regulating Dam)

2) กำหนดประสิทธิภาพ การดักตะกอน (Sediment Trap Efficiency) ของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนห้วยแงดเท่ากับ 90 เปอร์เซนต์ และของเขื่อนบ้านเช็กใหญ่เท่ากับ 100 เปอร์เซนต์ ซึ่งพิจารณาในกรณีวิกฤต (Severe Condition) ระดับน้ำปกติ (NHWL) ของเขื่อนบ้านเช็กใหญ่เท่ากับ 415.50 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ร.ท.ก.)

ผลการศึกษาปรากฏว่า

1. เมื่อดำเนินการ (Operate) ผลิตไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลำน้ำจะถูกกัดเซาะตั้งแต่ท้ายเขื่อนห้วยแงด (Section B-1) ถึง Section G และจะมีการตกตะกอนใน Section PH-A (ที่ตั้งโรงไฟฟ้า "A") จนถึง Section R-5 (หน้าเขื่อนบ้านเช็กใหญ่)

2. เมื่อดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 50 ปี และ 100 ปี ซึ่งสมมุติเท่ากับอายุการใช้งานโดยทั่วไป การทับถมของตะกอนจะมีมากใน Section PH-A ประมาณ 1.72 ม. และ 2.98 ม. ตามลำดับ สำหรับในรูปตัดขวาง อื่นๆ เช่น ที่รูปตัด R-1 (Power Intake) และที่หน้าเขื่อนบ้านเช็กใหญ่ มีการทับถมน้อยมาก

3. ตะกอนที่ทับถมในท้องน้ำ (Bed Materials) จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.1 ถึง 10 มม. ซึ่งเป็นทรายและกรวด และตะกอนแขวนลอยจะมีขนาดระหว่าง 0.001 ถึง 0.08 มม. ซึ่งเป็น ดินเหนียว, ตะกอนทราย (Silt) และทรายละเอียดมาก โดยประมาณ 80 เปอร์เซนต์ จะเป็นพวกตะกอนทราย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปริมาณตะกอนในลำน้ำเช็กตั้งแต่ท้ายเขื่อนห้วยแงด ถึงหน้าเขื่อนบ้านเช็กใหญ่ อันเป็นผลเนื่องมาจากการดำเนินการ เขื่อนห้วยแงด จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาใด ๆ ทางชลศาสตร์ ต่อการดำเนินการตลอดอายุการใช้งานโครงสร้างตัวเขื่อน

1.4.2 การศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม HEC-6 และการประยุกต์ใช้โปรแกรม HEC-6

Thomas และ Prasuhn (1977) ได้นำเอาผลการคำนวนที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-6 ไปใช้ในการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางชลศาสตร์ ซึ่งได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์ ณ. มหาวิทยาลัยแห่งมลรัฐแคลิฟอร์เนีย (California State University) โดยที่ในการทดลองได้ใช้รางน้ำ (Flume) กว้าง 1 ฟุต ยาว 20 ฟุต ผนังทั้งสองด้านของรางน้ำทำจากแก้วและรางน้ำสามารถปรับความลาดชันตามความยาวได้ การทดลองนี้ได้ใช้อัตราการไหลของน้ำคงที่ ตะกอนที่ใช้ในการทดลองเป็นทราย รางน้ำที่ใช้ในการทดลอง มีการลดระดับท้องรางน้ำแบบขั้นบันได 1 แห่ง การเก็บข้อมูลของตะกอนทรายและระดับผิวน้ำในรางน้ำที่ทำการทดลองเมื่อเวลาต่าง ๆ กระทำโดยการใช้ภาพถ่าย การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 เป็นการทดลองในขณะที่การไหลของปริมาณน้ำเป็นการไหลแบบเหนือวิกฤติ (Supercritical Flow) จากผลการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณจากแบบจำลอง HEC-6 และจากผลการทดลองทางด้านชลศาสตร์ในกรณีที่ 1 จะได้ว่าท้องรางน้ำ และรูปตัดตามยาวผิวน้ำ (Water Surface Profile) ที่ได้จากการคำนวณไม่ตรงกันกับที่ได้จากการทดลอง โดยที่ความลึกของน้ำที่ได้จากการคำนวณจะสูงกว่าที่ได้จากการทดลอง กรณีที่ 2 เป็นการทดลองในขณะที่การไหลของปริมาณน้ำเป็นการไหลแบบใต้วิกฤติ (Subcritical Flow) จากการทดลองในกรณีที่ 2 นี้ จะได้ว่าบริเวณด้านเหนือน้ำของท้องรางน้ำที่เป็นชั้นบันได ตะกอนทรายจะตกตะกอนเป็นระลอกคลื่น (Ripple) และตะกอนจะตกตะกอนโดยทันที เมื่อผ่านท้องรางน้ำที่

เป็นขั้นบันได ท้องน้ำและรูปตัดตามยาวผิวน้ำได้จากการคำนวณจะสอดคล้องกับผลการทดลองอย่างเป็นที่น่าพอใจ

William (1979) ได้ทำการศึกษาผลของการเคลื่อนย้ายตำแหน่งตัวเขื่อน (Dam Removal) โดยเลือกใช้แบบจำลอง HEC-6 เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา และได้เลือกเขื่อนพลังน้ำวอชิงตัน (Washington Water Power Dam) เป็นเขื่อนที่ใช้ในการศึกษา เขื่อนวอชิงตันตั้งอยู่บนแม่น้ำเคลียร์ วอเตอร์ ในกรุงวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ต้องการหาวิธีการสังเกตุความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจาก การเคลื่อนย้ายตำแหน่งตัวเขื่อน และเพื่อหาค่าและตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในท้องน้ำนั้นจะรวมถึงอัตราการตกตะกอนหรืออัตราการกัดเซาะตามความยาวของท้องน้ำ ขนาดของตะกอนทรายที่ตกตะกอนและถูกกัดเซาะเมื่อเวลาใดเวลาหนึ่งหลังจากมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งตัวเขื่อนแล้วรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านชลศาสตร์ และลักษณะการเคลื่อนย้ายตะกอนของแม่น้ำ หลังจากเคลื่อนย้ายตำแหน่งตัวเขื่อนแล้ว สูตรที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนย้ายตะกอนในที่นี้ได้ใช้สูตรของ Toffaleti ผลการเปรียบเทียบระหว่างการวัดและการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่ดีของทั้งเวลาและขนาดของตะกอนทรายทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ การเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำ สามารถที่จะยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดจริง การทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ หลาย ๆ ค่าเพื่อจะหาผลของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่ออัตราการกัดเซาะ, การตกตะกอนและระดับท้องน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างที่ทำการทดลองพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) การเปลี่ยนแปลงค่า Manning's n ระหว่าง 0.024 ถึง 0.030 ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงค่า Manning's n นี้ไม่มีความสำคัญ ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำ

2) การกระจายของอนุภาคตะกอนท้องน้ำ (Bed Particle Distribution) บริเวณด้านเหนือเขื่อนที่มีความละเอียดมากขึ้น จากผลอันนี้จะทำให้อัตราการกัดเซาะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย

3) การเพิ่มรูปตัดให้มากขึ้นในแบบจำลอง HEC-6 ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการตกตะกอน และการกัดเซาะ

Michale (1984) ได้ทำการศึกษาการทำนายผลที่เกิดขึ้นของโครงการป้องกันน้ำท่วม ของลำน้ำที่คดเคี้ยวไปมา (Meandering River) ที่มลรัฐอาร์คันซอของประเทศสหรัฐอเมริกา จุดประสงค์ของการศึกษาโครงการนี้ เพื่อที่จะรวบรวมผลการวิเคราะห์คุณลักษณะและปริมาณเพื่อให้ได้ค่าแฟคเตอร์ที่วิกฤตที่เหมือนกันมากที่สุดเกี่ยวกับพฤติกรรมของลำน้ำ และเพื่อการคาดคะเนการตอบสนองของลำน้ำ ที่เกิดจากแผนการปรับปรุงร่องน้ำในลักษณะต่าง ๆ หลักสำคัญของการศึกษาได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-6 เพื่อจำลองแบบปัญหาการเปลี่ยนแปลงรูปตัดตามยาวของท้องน้ำ ลักษณะการศึกษาครั้งนี้แตกต่างไปจากการศึกษาอื่น ๆ ก็คือการใช้แบบจำลอง HEC-6 ในการจำลองแบบปัญหาในช่วงเวลาที่ยาวนานมาก (100 ปี) และช่วงเวลาที่สั้นมาก (ช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมเพียงครั้งเดียว) ของลำน้ำที่มีอยู่จริง และตามข้อเสนอของโครงการป้องกันน้ำท่วม ความสามารถของการเคลื่อนย้ายตะกอนคำนวณโดยวิธีของ Toffaleti (1969) ผลของการจำลองแบบปัญหาของแบบจำลอง ทำให้สามารถทราบแนวโน้มของการตกตะกอนทับถม ประสิทธิภาพของการดักตะกอน (Trap Efficiency) ที่คำนวณได้ประมาณ 80% รูปแบบของการตกตะกอนที่คำนวณได้มีรูปแบบที่เหมาะสมใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตุจริง

Supharatid (1987) ได้นำเอาผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-6 ไปใช้ในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองในห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์ซึ่งได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัตการทางชลศาสตร์ ณ. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ในการทดลองได้ใช้รางน้ำรูปสี่เหลี่ยนผืนผ้า ทำด้วยคอนกรีตยาว 25 เมตร กว้าง 2 เมตร และใช้ไม้อัดทำเป็นผนังด้านข้างทั้งสองด้านของรางน้ำเพื่อที่จะลดความกว้างของรางน้ำจาก 2 เมตร เป็น 0.6 เมตร ในช่วงความยาว 12 เมตร และได้ใส่ทรายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 0.9 มม. ตลอดความยาว 12 เมตร ของรางน้ำโดยที่ความหนาของทรายที่ใส่ลงไปอยู่ในช่วง 10-20 ซม. การบันทึกข้อมูลของการทดลองได้ใช้เครื่องบันทึกข้อมูลอัติโนมัติที่เรียกว่า Automatic Profile Recorder และบันทึกโดยการจดค่าจากไม้ระดับ (Staff Gage) ที่ติดตั้งเอาไว้เป็นระยะ ๆ ห่างกัน 1 เมตร และได้ติดตั้ง Flap Gate ไว้ห่างจากจุดปลายสุดของท้องน้ำที่มีทรายไปทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะ 1.5 เมตร เพื่อที่จะควบคุมความลึกของน้ำในขณะทำการทดลอง การทดลองได้แบ่งลักษณะการไหลออกเป็น 2 ลักษณะ คือการไหลแบบคงที่เสมอต้นเสมอปลาย (Steady Uniform Flow) และการไหลแบบคงที่ไม่เสมอต้นเสมอปลาย (Steady Non-Uniform Flow) การทดลองแบบการไหลคงที่เสมอต้นเสมอปลายได้ทำการทดลอง 9 ครั้ง และการไหลแบบคงที่ ไม่เสมอต้นเสมอปลายได้ทำการทดลอง 5 ครั้ง สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณการเคลื่อนย้ายตะกอนคือสูตรของ Doboys (1979) , Toffaleti(1969), Laursen

(1958), Yang (1972) และ Meyer-Peter and Muller (1948) สามารถสรุปผลการทดลองในลักษณะการไหลแบบคงที่เสมอต้นเสมอปลายได้ดังนี้

1) ปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อการควบคุมความขรุขระของรูปร่างของท้องน้ำ (Bed Form Roughness) คือความลาดชันผิวน้ำ และวัสดุท้องน้ำตามลำดับ

2) ค่า Manning's n ของเนินทราย (Dunes) จะมากกว่าของระลอกทราย (Ripples)

3) ค่า Manning's n จะเพิ่มขึ้นเมื่อความลาดชันของผิวน้ำเพิ่มขึ้น

4) ขนาดของปริมาณตะกอนทรายที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความเค้นเฉือนของท้องน้ำเพิ่มขึ้น

5) จากการเปรียบเทียบสูตรต่าง ๆ ของการเคลื่อนย้ายตะกอน สรุปได้ว่าสูตรของ Duboys(1979) และ Meyer-Peter and Muller (1948) ส่วนใหญ่จะให้ค่ามากกว่าค่าที่วัดได้จริงจากการผลการทดลอง แต่จะมีบางช่วงของปริมาณตะกอนทรายเท่านั้นที่ให้ค่าสอดคล้องกับที่ได้จากผลการทดลอง สำหรับสูตรของ Toffaleti (1969), Laursen (1958) และ Yang(1972) จะให้ค่าผลการคำนวณอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ และจากผลการทดลอง การไหลแบบคงที่ไม่เสมอต้นเสมอปลาย จำนวน 5 ครั้ง พอสรุปผลได้ดังนี้

ก. เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปนั้น ค่าของ Manning's n เกือบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ข. ค่าความเค้นเฉือนและความลาดชันของพลังงาน (Energy Slope) มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ค่าความเค้นเฉือนจะเกิดขึ้นมากที่สุดบริเวณด้านเหนือน้ำของขอบท้องรางน้ำที่เป็นขั้นบันได และบริเวณที่เป็นส่วนของท้องรางน้ำที่ลู่เข้า (Constraction)

ค. อัตราการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายจะลดลงเมื่อความเค้นเฉือนลดลง

1.5 การดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษามีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) ศึกษาความเป็นมาของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำเซ็ก สภาพปัญหาโดยทั่วไปของระบบลำน้ำ รวมทั้งการดำเนินการที่ผ่านมาในอดีต

2) เก็บรวบรวม คัดเลือก และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแทนที่จะใช้ในการศึกษาการกัดเซาะและการตกตะกอนในช่วงของลำน้ำที่พิจารณา อันได้แก่ ข้อมูลทางด้านชลศาสตร์ ข้อมูลตะกอนแขวนลอย วัสดุท้องน้ำ ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ และการดำเนินการของอ่างเก็บน้ำ

3) ศึกษาค้นคว้า หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์การกัดเซาะ และการตกตะกอนในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ รวมทั้งศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์การกัดเซาะและการตกตะกอน

4) ศึกษาหลักการและทฤษฎี ที่ใช้ในแบบจำลอง ของโปรแกรม HEC-6 รวมทั้งศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรม HEC-6 ในการวิเคราะห์การกัดเซาะและการตกตะกอน จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา

5) สำรวจข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นสภาพจริงของพื้นที่การศึกษาและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง

6) ทำการปรับเทียบแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์รูปตัดตามยาวของระดับน้ำ และท้องน้ำเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจริงในสนาม เพื่อปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ (Manning'n Roughness Coefficient) และหาช่วงเวลา (Time Interval) ในการคำนวณที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเงื่อนไขของการไหล

7) ศึกษาการกัดเซาะและการตกตะกอนในโครงการน้ำเซ็ก จากช่วงท้ายเขื่อนห้วยแงด จนถึงหน้าเขื่อนบ้านเซ็กใหญ่ในสภาพที่โครงการเริ่มดำเนินการแล้ว

8) เปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้ กับผลการศึกษาของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

9) วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

10) จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

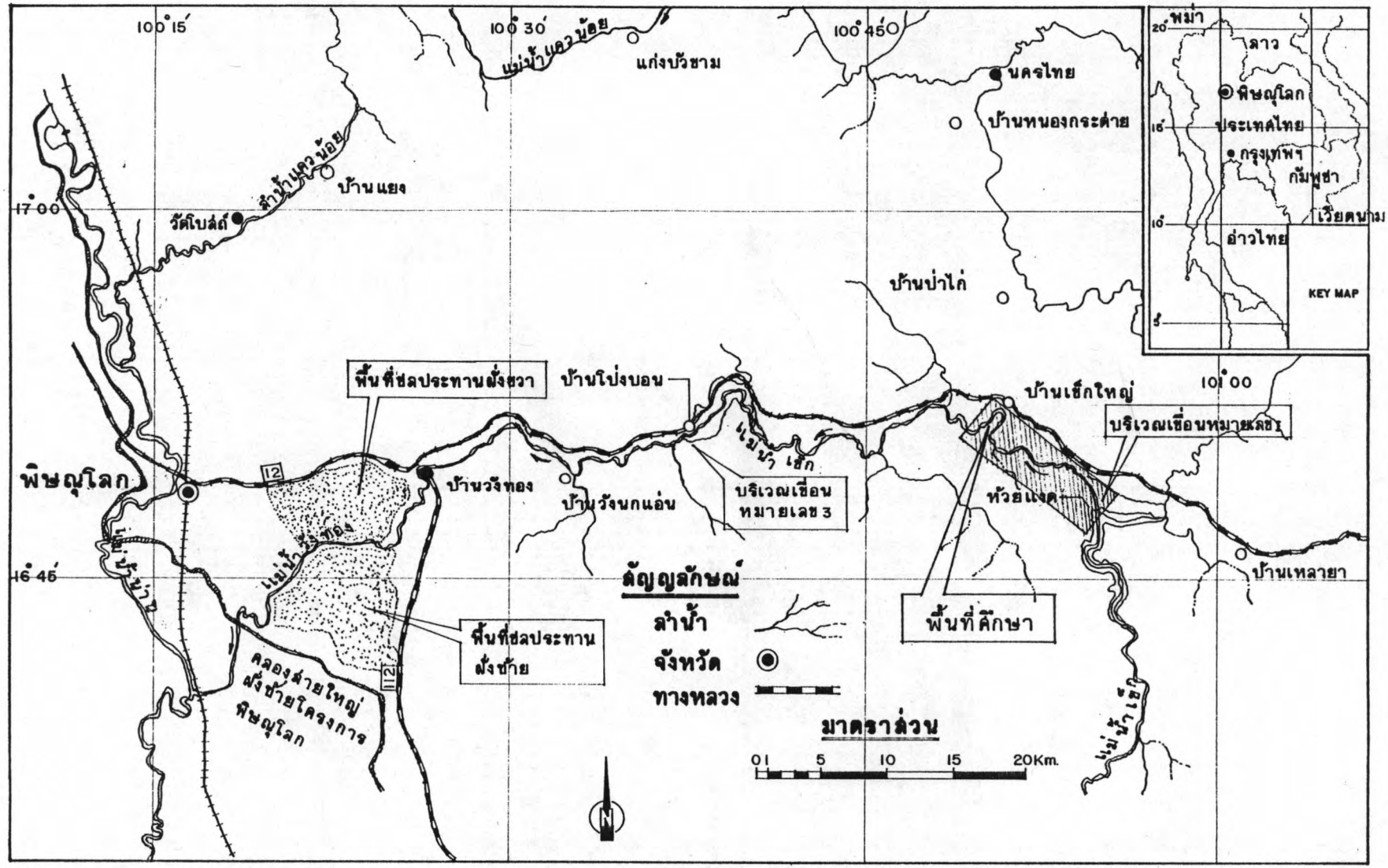
1) ทำให้เรียนรู้วิธีการในการศึกษาวิเคราะห์ การกัดเซาะและการตกตะกอนในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

2) ทำให้ทราบความเหมาะสมในการที่จะนำโปรแกรม HEC-6 ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนในพื้นที่การศึกษาอื่น ๆ

ตารางที่ 1-1 ปริมาณการไหลของตะกอนแขวนลอย สถานีบ้านเช็กใหญ่ ปี 1972-1981

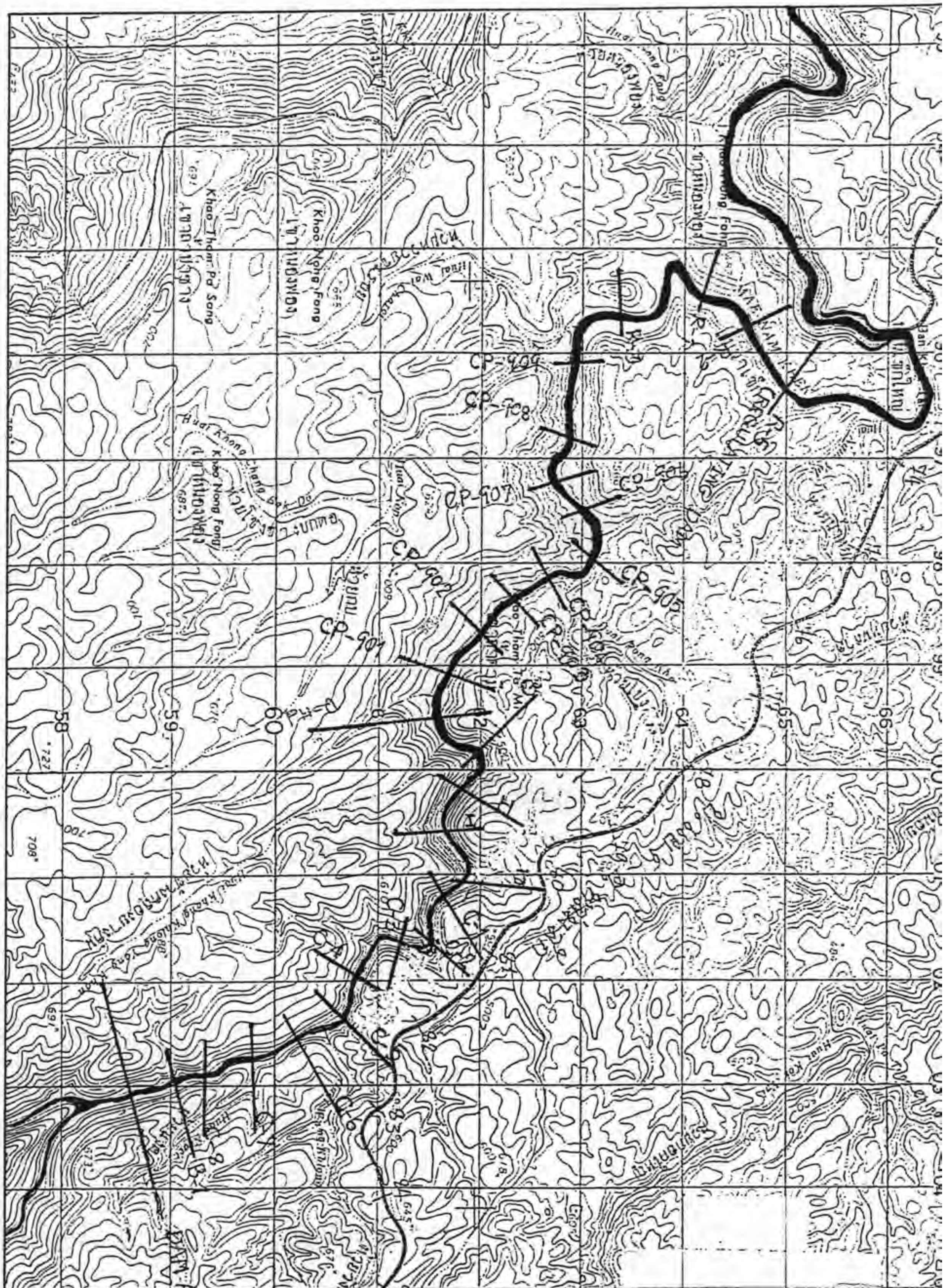
ปี	ตะกอนแขวนลอย (ตัน/ปี)	ปริมาณน้ำไหลเข้า (ล้านลูกบาศก์เมตร)
1972	26,185	339
1973	25,804	387
1974	18,077	350
1975	28,830	526
1976	78,857	688
1977	103,473	476
1978	72,860	807
1979	12,943	461
1980	42,757	704
1981	170,057	574
เฉลี่ย	57,984	531.2

ที่มา : Nam Khek Multipurpose Projected Feasibility Study, Main Report Volume II, 1986.



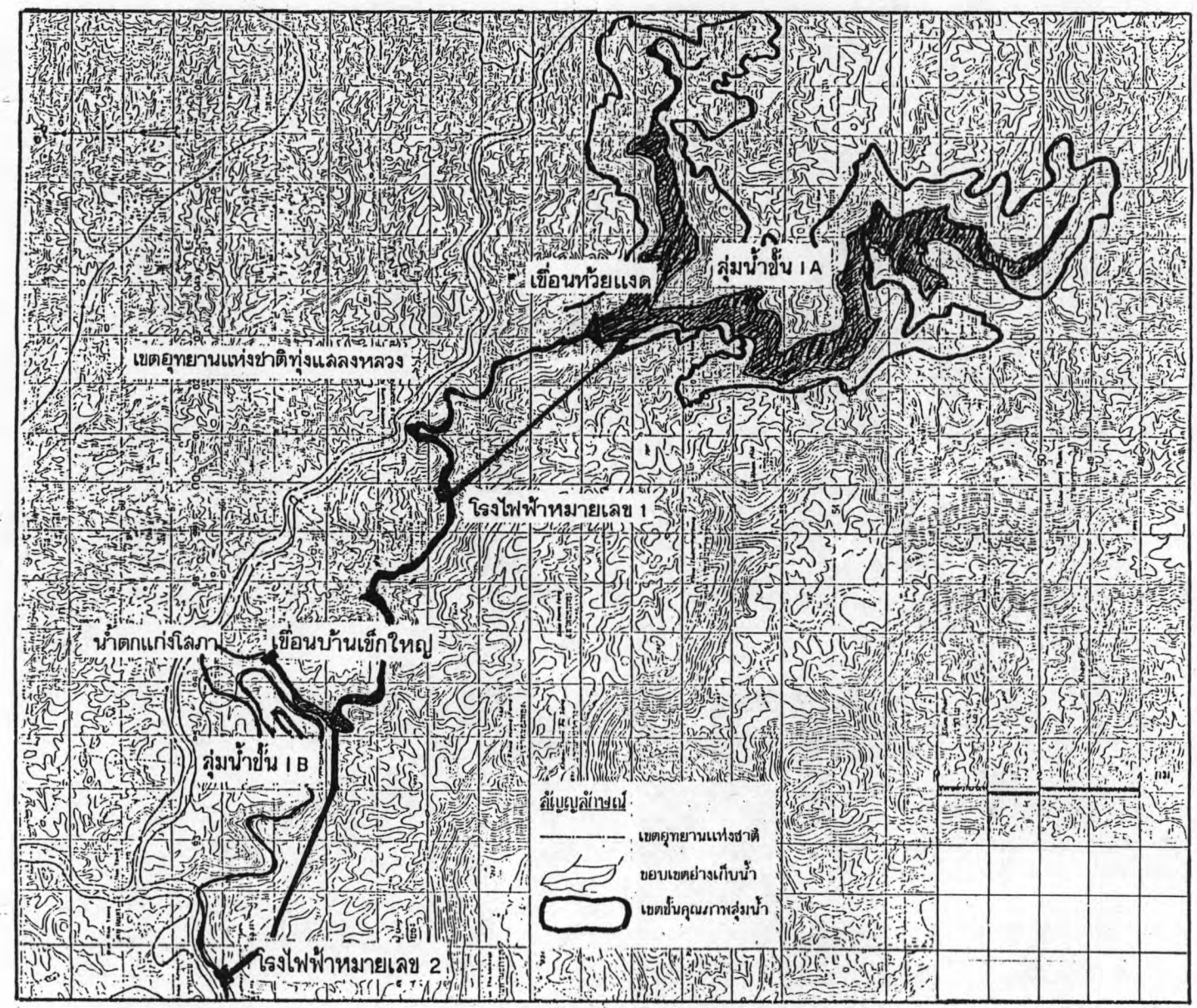
รูปที่ 1-1 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษา

ที่มา : Nam Khek Multipurpose Projected Feasibility Study, Main Report Volume II, 1986.



รูปที่ 1-2 แสดงตำแหน่งรูปตัดขวางลำน้ำ
ที่มา : รายงานสรุปย่อโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนน้ำเข็ก จ.พิษณุโลก, กฟผ. 2532.

019493



รูปที่ 1-3 รายละเอียดพื้นที่ศึกษา

ที่มา : รายงานสรุปย่อโครงการไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำเข็ก จ.พิษณุโลก, กฟผ. 2532.