คู่มือการสำรวจและวิเคราะห์

ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

กองวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา
กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มีนาคม 2569

คำนำ

คู่มือการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อ ใช้เป็นแนวทางและหลักปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่และพนักงานสำรวจในภาคสนามและการวิเคราะห์ตะกอนในห้องปฏิบัติการ โดยรายละเอียดประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นในเรื่องการสำรวจและการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ ขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบย่อ เครื่องมือที่ใช้ วิธีการเก็บตัวอย่างตะกอน รวมไปถึงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ตะกอนในห้องปฏิบัติการ นำไปสู่การวิเคราะห์โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้สนใจโดยทั่วไป

ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา

กองวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา

มีนาคม 2569

สารบัญ

1. การสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ 1

2. วัตถุประสงค์ 1

3. ขอบเขต 1

4. คำจำกัดความ 2

5. ความรับผิดชอบ 2

6. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตะกอน 2

6.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดตะกอน 2

6.2 ลักษณะและการจำแนกประเภทของตะกอน (Sediment Characteristics) 3

6.3 ผลของการเกิดตะกอนสะสมตัวของตะกอนในลำน้ำ 4

7. ระเบียบปฏิบัติ (ขั้นตอน) 5

7.1 การสำรวจปริมาณน้ำ 8

7.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย 8

7.2.1 Depth-Integrated Sampling 11

7.2.2 Point-integration technique 12

7.2.4 Dip sampling 12

7.3 วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนในน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ 12

7.3.1 เครื่องมือที่ใช้ 12

7.3.2 วิธีการวิเคราะห์ 14

7.4 การวิเคราะห์โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย 16

7.5 คำนวณหาปริมาณตะกอนรายวันจากปริมาณน้ำรายวัน 18

7.6 จัดเก็บลงฐานข้อมูล 18

เอกสารอ้างอิง 19

ภาคผนวก 20

1. การสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

การศึกษาทางด้านอุทกวิทยา ด้านการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ เป็นกระบวนการศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนและสภาพการกัดเซาะ ปริมาณตะกอนในลำน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่า ปัจจัยต่าง ๆ ทางกายภาพ (ปริมาณน้ำฝน พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ อัตราส่วนความสูง ความลาดชันของลำน้ำ ชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำ) และการพัฒนาในด้านต่าง ๆ (การพัฒนาแหล่งน้ำ การพัฒนาทางเศรษฐกิจ การพัฒนาทางการเกษตร เช่น การใช้ประโยชน์จากที่ดิน)

เมื่อพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ แล้ว ปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ปริมาณฝนในแต่ละช่วงเวลา พื้นที่ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปริมาณตะกอน นอกจากนี้ การสร้างเขื่อนเก็บน้ำในแม่น้ำต่าง ๆ ยังเป็นสาเหตุให้ปริมาณตะกอนที่ลงมาถึงปากแม่น้ำมีปริมาณลดลง เพราะส่วนหนึ่งถูกเก็บกักไว้บริเวณหน้าเขื่อน ทำให้ปริมาณตะกอนที่จะมาทับถมมีน้อยลง

เพื่อให้ทราบถึงสภาพปริมาณตะกอนในลำน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจ ตรวจวัดปริมาณตะกอนเพื่อใช้เป็นข้อมูลทั้งในด้านการวางแผน พัฒนาแหล่งน้ำ การบริหารจัดการน้ำ และการบริหารทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยาลำน้ำ

2. วัตถุประสงค์

- เพื่อทราบถึงวิธีการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ
- เป็นคู่มือในการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

3. ขอบเขต

- ขอบเขตของคู่มือการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำนี้ ดำเนินการในเรื่องของปริมาณตะกอนแขวนลอย (Suspended Sediment Concentration : SSC) และการสำรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอน
- ความถี่ในการสำรวจตรวจวัดปริมาณน้ำและเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอน
- การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ การเก็บตัวอย่างน้ำและการวัดปริมาณน้ำ เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยต้องมีความถี่มากที่สุดและต้องครอบคลุมทั้งปี คือ มีการเก็บตัวอย่างที่เพียงพอทั้งในหน้าแล้งและหน้าน้ำหลาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ให้ครอบคลุมช่วงเวลาที่เกิดน้ำนองสูงสุดด้วย

4. คำจำกัดความ

ตะกอน คือ อินทรีย์วัตถุ หรือ อนินทรีย์วัตถุที่มีขนาดเล็กเช่น กรวด หิน ดิน ทราย ที่เกิดจากกระบวนการสลายตามธรรมชาติ ถูกพัดพาปะปนกับกระแสน้ำ และทับถมกันบริเวณด้านล่างที่กระแสน้ำไหลผ่าน ตะกอนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับสิ่งปะปนในกระแสน้ำนั้นๆ เช่น ดิน หิน ทราย หรือตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลาย ลักษณะเป็นสีคล้ำมีความหยุ่น เรียกว่า โคลน หรืออีกความหมายหนึ่งคือ อนุภาคที่แยกตัวออกมาจากสารละลายเมื่อทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง เช่น น้ำผสมผงแป้ง ผงแป้งจะตกตะกอนลงสู่ด้านล่าง เห็นเป็นชั้นแป้งและน้ำอย่างชัดเจนเมื่อทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

ตะกอนแขวนลอย เป็นตะกอนขนาดเล็กที่แขวนลอยไปกับน้ำ ด้วยแรงยกของการไหลแบบปั่นป่วน ตะกอนชนิดนี้จะคงสภาพแขวนลอยไปกับน้ำ ด้วยระยะเวลานานและสามารถลอยไปไกล โดยทั่วไปตะกอนแขวนลอยจะมีสัดส่วนมากที่สุดเมื่อเทียบกับปริมาณตะกอนทั้งหมด

5. ความรับผิดชอบ

คู่มือในการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ อยู่ในความรับผิดชอบของ ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา กองวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา โดยมีส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1-11 เป็นผู้ปฏิบัติงานร่วม

6. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตะกอน

6.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดตะกอน

ตะกอนส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการ กัดเซาะพังทลายของดิน (Soil Erosion) ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดและปัจจัยกระตุ้นได้เป็น 5 รูปแบบหลัก ดังนี้

1. การกัดเซาะแบบแผ่นและแบบร่องกระจาย (Sheet and Rill Erosion) : เกิดจากเม็ดฝนตกกระทบผิวดินโดยตรง (Splash Erosion) ทำให้เม็ดดินแตกกระจายและถูกน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน (Surface Runoff) พัดพาไปในลักษณะเป็นแผ่นบางๆ มักเกิดในพื้นที่เกษตรกรรมที่ขาดพืชคลุมดิน พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม หรือพื้นที่โล่งเตียน

2. การกัดเซาะร่องลึกและทางน้ำ (Gully and Channel Erosion) : เกิดจากการสะสมตัวของน้ำจนมีพลังงานสูง กัดเซาะลงไปในชั้นดินจนกลายเป็นร่องลึก (Gullies) รวมถึงการกัดเซาะบริเวณ ท้องน้ำและริมตลิ่ง (Bank Erosion) เนื่องจากการไหลเชี่ยวของกระแสน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณต้นน้ำที่มีความลาดชันสูง

3. การเคลื่อนที่ของมวลดิน (Mass Movement) : เป็นการพังทลายของดินปริมาณมหาศาลในครั้งเดียว เช่น ดินโคลนถล่ม (Landslides) หรือการทรุดตัวของตลิ่ง มักเกิดขึ้นเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำจนสูญเสียแรงยึดเกาะ หรือเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่าในพื้นที่ภูเขา

4. การกัดเซาะจากการไหลบ่ารุนแรงและน้ำท่วม (Floodplain and Scour Erosion) : เมื่อเกิดน้ำท่วมขังหรือน้ำไหลหลากล้นตลิ่ง กระแสน้ำจะกัดเซาะผิวหน้าดินในบริเวณที่ลุ่มต่ำ และพัดพาเอาตะกอนจากพื้นที่หนึ่งไปตกทับถมอีกพื้นที่หนึ่ง

5. การกัดเซาะจากการกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Erosion) : การพัฒนาเมืองและโครงสร้างพื้นฐานเป็นตัวเร่งการเกิดตะกอนอย่างมหาศาล เช่น:

การก่อสร้าง: การทำถนน การเปิดหน้าดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย

การทำเหมืองแร่: การขุดเจาะและล้างแร่

เกษตรกรรมเชิงเดี่ยว: การใช้เครื่องจักรหนักและการไถพรวนที่ไม่ถูกวิธี

6.2 ลักษณะและการจำแนกประเภทของตะกอน (Sediment Characteristics)

การจำแนกชนิดของตะกอนในลำน้ำอย่างเด็ดขาดนั้นทำได้ยาก เนื่องจากตะกอนชนิดเดียวกันอาจเปลี่ยนสถานะการเคลื่อนที่ได้ตามความเร็วและแรงของกระแสน้ำ อย่างไรก็ตาม ในทางวิศวกรรมชลศาสตร์และปฐพีวิทยา มักจำแนกตาม ลักษณะการเคลื่อนที่ (Mode of Transport) ออกเป็น 3 ประเภทหลัก ดังนี้:

6.2.1 ตะกอนแขวนลอย (Suspended Load)

คือตะกอนที่มีน้ำหนักเบาและถูกพยุงให้ลอยอยู่ในกระแสน้ำด้วยแรงพยุง (Buoyancy) และความปั่นป่วนของน้ำ (Turbulence) แบ่งย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ:

1. ตะกอนลอย (Wash Load):

ลักษณะ : เป็นอนุภาคขนาดจิ๋ว (Fine Particles) เช่น ดินเหนียวหรือดินตะกอน (Silt/Clay) ขนาดประมาณ 2 ไมครอน หรือเล็กกว่านั้น

พฤติกรรม : มีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ (Colloidal) ซึ่งแทบไม่ตกตะกอนแม้ในน้ำนิ่ง มักมีต้นกำเนิดจากการกัดเซาะผิวหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ แล้วถูกชะล้างลงสู่ลำน้ำ

การวัดค่า : นอกจากเครื่องมือ "Mousetrap" แล้ว ปัจจุบันนิยมใช้ Turbidity Meter (เครื่องวัดความขุ่น) ซึ่งใช้หลักการกระเจิงของแสง (Light Scattering) เพื่อวัดความเข้มข้นของตะกอนในหน่วย NTU

2. ตะกอนทรายแขวน (Suspended Sand):

ลักษณะ : เป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า Wash Load (เช่น ทรายละเอียด)

พฤติกรรม : เป็นตะกอน "กึ่งลอยกึ่งจม" จะลอยอยู่ได้ตราบเท่าที่แรงยกจากกระแสน้ำวน (Eddy Currents) ในแนวดิ่งมีค่ามากกว่าความเร็วในการตกจม (Settling Velocity) ของตัวมันเอง หากน้ำไหลช้าลง ตะกอนกลุ่มนี้จะตกลงสู่ท้องน้ำทันที

การวัดค่า : นิยมใช้เครื่องเก็บตะกอนแบบ US P-46 หรือ US P-61 ซึ่งเป็นเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนแบบรวมตามระดับความลึก (Depth-Integrating Sampler)

6.2.2 ตะกอนโดด (Saltation Load)

ตะกอนกลุ่มนี้เปรียบเสมือนส่วนต่อประสานระหว่างตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำ

กลไกการเคลื่อนที่ : ตะกอนจะเคลื่อนที่โดยการ "กระโดด" (Bouncing) ไปตามท้องน้ำ เมื่อกระแสน้ำมีแรงกระแทกเพียงพอจะยกก้อนตะกอนขึ้นมาได้ชั่วขณะ แต่ไม่พอที่จะพยุงให้ลอยค้างอยู่ได้ มันจึงตกลงมากระแทกพื้นและอาจกระดอนขึ้นไปใหม่

ระยะการเคลื่อนที่ : มักเคลื่อนที่อยู่ในระดับความสูงไม่เกิน 50 เซนติเมตร จากท้องน้ำ ขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนตะกอนและความเร็วของน้ำ

6.2.3 ตะกอนท้องน้ำ (Bed Load)

คือตะกอนขนาดใหญ่ (มักมีขนาดตั้งแต่ 1,000 ไมครอน หรือ 1 มิลลิเมตรขึ้นไป จนถึงก้อนกรวดและหิน)

กลไกการเคลื่อนที่ : เคลื่อนที่แบบ กลิ้ง (Rolling) หรือ ไถล (Sliding) บนผิวท้องน้ำตลอดเวลา

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติ และกลไกการเคลื่อยที่ของตะกอนในลำน้ำ

ประเภทตะกอน	ขนาดอนุภาค (โดยประมาณ)	กลไกหลัก
Wash Load	< 2 ไมครอน	ลอยค้าง (Colloidal)
Suspended Sand	62 - 500 ไมครอน	แรงพยุงจากน้ำวน
Saltation Load	แปรผันตามความเร็วเจ็ทน้ำ	กระโดดตามพื้น
Bed Load	> 1,000 ไมครอน	กลิ้ง / ไถล

6.3 ผลของการเกิดตะกอนสะสมตัวของตะกอนในลำน้ำ

6.3.1 ผลที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ตะกอนที่ตกในลำน้ำจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่ลำน้ำนั้น เมื่อท้องน้ำตื้นขึ้นก็จะทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นสูงกว่าปกติ และต่อไปก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเดินของกระแสน้ำ ซึ่งจะทำให้คลองเพื่อการชลประทานและการคมนาคมเสียหาย

6.3.2 ผลที่เกิดในอ่างเก็บน้ำ ตะกอนที่ตกในอ่างเก็บน้ำโดยที่ไม่มีการระบายหรือนำออก จะส่งผลให้ความของอ่างเก็บน้ำลดลง

6.3.3 ผลที่เกิดจากการที่ตะกอนตกเหนือฝาย จะทำให้เกิดสันทรายและเกาะแก่งเหนือฝาย ทำให้การทำงานเพื่อปิดเปิดหรือซ่อมแซมเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก

6.3.4 ผลที่เกิดจากการตกตะกอนในที่ที่มีคันคลอง เมื่อมีตะกอนตกในที่กั้นคันคลองจะทำให้น้ำท่วมสูงขึ้น จึงต้องเสริมคันคลองให้สูงตาม ซึ่งจะทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปด้วย เช่น การเพิ่มของระดับน้ำใต้ดินที่ต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ระบายเข้าลำน้ำได้

7. ระเบียบปฏิบัติ (ขั้นตอน)

การสำรวจปริมาณตะกอนในลำน้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ ควรทำการสำรวจทุกวัน ถ้าหากดำเนินการได้ จะได้ผลลัพธ์ของปริมาณตะกอนบริเวณที่ทำการสำรวจมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด แต่ตามหลักเศรษฐกิจและความเป็นจริงจะต้องใช้งบประมาณสูง เนื่องจากต้องใช้เวลาและบุคลากรจำนวนมาก ทั้งสิ้นเปลืองเวลาในการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในห้องปฏิบัติการทดลอง ดังนั้น วิธีการสำรวจโดยการสุ่มตัวอย่างที่เพียงพอแต่สามารถวิเคราะห์ปริมาณตะกอนได้ จึงเป็นวิธีที่ยอมรับและใช้กันโดยทั่วไป คือ ใช้โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้ ดังนี้

$$Q_s = aQ^b$$

เมื่อ Q_s คือ ปริมาณการไหลของตะกอนแขวนลอย ตัน/วัน

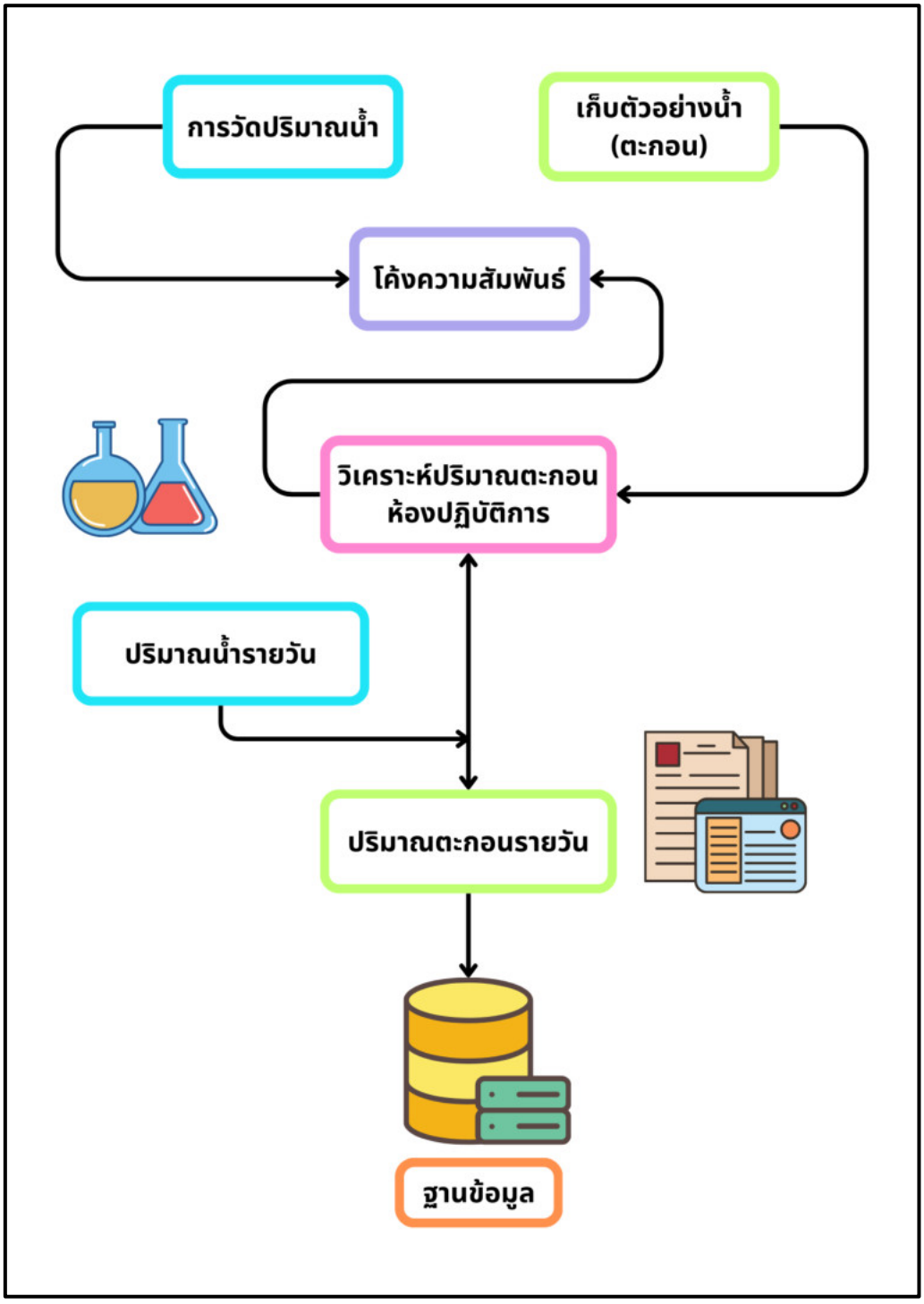
Q คือ ปริมาณการไหลของน้ำมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/วินาที

a และ **b** คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (Regression coefficient)

ขั้นตอนของการดำเนินการ มีดังนี้

1. ดำเนินการสำรวจปริมาณน้ำ ในวันและเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างตะกอนในลำน้ำ
2. วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนในน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ
3. จัดทำโค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย
4. คำนวณหาปริมาณตะกอนรายวันจากปริมาณน้ำรายวัน
5. จัดเก็บลงฐานข้อมูล

ดังแสดงตาม**รูปที่** 1 ผังขั้นตอนการดำเนินการแสดงตาม แผนผังของการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ



รูปที่ 1 แผนผังของการสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

ตารางที่ 2 ตารางขั้นตอนการปฏิบัติงาน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	บันทึก/แบบฟอร์ม	ผู้รับผิดชอบ
1. ดำเนินการสำรวจปริมาณน้ำ	1) วัดความกว้างของลำน้ำ ณ จุดสำรวจ 2) แบ่งหน้าตัดลำน้ำออกเป็นส่วนย่อยๆ ซึ่งมีความกว้างเท่าๆ กัน โดยจำนวนหน้าตัดย่อยขึ้นอยู่กับความกว้างของลำน้ำและระดับความแม่นยำที่ต้องการ 3) วัดความเร็วกระแสน้ำในระยะกึ่งกลางของแต่ละหน้าตัด ด้วยเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ ที่ระดับความลึกต่างๆ 4) คำนวณความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยของแต่ละหน้าตัด 5) คำนวณปริมาณน้ำทั้งหมดโดยรวมจากปริมาณน้ำในแต่ละหน้าตัด	แบบฟอร์มการสำรวจปริมาณน้ำ	เจ้าหน้าที่ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1-11
2. เก็บตัวอย่างตะกอนในลำน้ำ	เก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอยแบบสะสมตลอดความลึก (Depth Integrate) โดยใช้เทคนิค EWI หรือ EDI แล้วแต่กรณี จากนั้นใส่ตัวอย่างที่ได้ในขวดพลาสติกที่ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับตะกอน เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	บันทึกฉลากปิดขวดน้ำใส่ตัวอย่าง	เจ้าหน้าที่ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1-11
3. วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนในน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ	1) นำขวดที่มีตัวอย่างน้ำมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า 2) นำกระดาษกรองมาพับแล้วใส่ในตลับแก้ว นำไปอบในตู้อบให้แห้งแล้วใส่ลงในโถแก้วดูดความชื้นซึ่งมีสารสำหรับดูดความชื้นบรรจุอยู่ จนตลับแก้วเย็น ชั่งกระดาษกรองพร้อมตลับแก้ว บันทึกน้ำหนัก 3) นำกระดาษกรองออกจากตลับแก้ว ใส่ลงในกรวยกรองน้ำตัวอย่างตะกอนผ่านกระดาษกรอง 4) นำกระดาษที่มีตะกอนพับใส่ลงในตลับแก้ว (ตลับเดิมที่ใช้ชั่งก่อนการกรอง) แล้วนำไปอบในตู้อบอุณหภูมิประมาณ 110 °C เป็นเวลาประมาณ 1.30 ชั่วโมง 5) ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าที่ได้กรองน้ำตัวอย่างหมดแล้ว บันทึกน้ำหนัก 6) นำตลับแก้วที่มีกระดาษกรองพร้อมตะกอนออกจากตู้อบ ใส่ลงในโถแก้วดูดความชื้น ซึ่งมีสารสำหรับ	ฟอร์มการสำรวจและคำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอย	เจ้าหน้าที่ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1-11

ตารางที่ 2 ตารางขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	บันทึก/แบบฟอร์ม	ผู้รับผิดชอบ
	ดูดความชื้นบรรจุอยู่ จนตลับแก้วเย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้ 7) คำนวณหาน้ำหนักน้ำตัวอย่าง และน้ำหนักตะกอน 8) คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย		
4. วิเคราะห์โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย	หาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย ใช้แบบจำลองเชิงเส้น (Linear Model) ในรูปแบบของ สมการถดถอย (Simple Regression Analysis) โดยนำค่าปริมาณน้ำรูปแบบ ลูกบาศก์เมตร/วินาที และปริมาณตะกอนรูปแบบ ตัน/วัน ที่ดำเนินการสำรวจในรอบปี มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ในรูปแบบของ exponential		เจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
5. วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนรายวันจากปริมาณน้ำรายวัน	วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนรายวัน จากสมการความความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน คำนวณหาค่าปริมาณตะกอนรายวัน $Q_s = aQ^b$ Q_s คือ ปริมาณตะกอน (ตัน/วัน) Q คือ ค่าปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที) **a, b** คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์		เจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
6. จัดเก็บลงฐานข้อมูล	บันทึกค่าปริมาณตะกอนรายวัน รายเดือนและรายปีลงฐานข้อมูล		เจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา

7.1 การสำรวจปริมาณน้ำ

รายละเอียดการสำรวจปริมาณน้ำ ศึกษาได้จากคู่มือการสำรวจปริมาณน้ำ

7.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย

เครื่องมือเก็บตัวอย่างตะกอนในลำน้ำ มีหลายชนิดตามความเหมาะสม ชนิดที่กรมทรัพยากรน้ำใช้ในการปฏิบัติงาน คือ

- **Depth-Integrating hand Sampler (US DH-48)** ใช้ในลำน้ำขนาดเล็ก มี rod เป็นตัวหยั่ง

รูปที่ 2 Depth-Integrating Sampler (US DH-48) (**ที่มา:** U.S. Geological Survey (**2005**))

- **Depth-Integrating Sampler (US DH-49)** เป็นเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนของน้ำ ซึ่งมีขนาดยาวประมาณ 30 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 28 กิโลกรัม ใช้ในลำน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 6 เมตร ใช้วัดโดยหย่อนเครื่องเฉลี่ยตามความลึกของลูกตั้งลำน้ำ และหย่อนเครื่องด้วยเครื่องกว้าน

รูปที่ 3 Depth-Integrating Sampler (US DH-49) (**ที่มา:** U.S. Geological Survey (**2005**))

- **Depth-Integrating Sampler (US D-96)**

รูปที่ 4 Depth-Integrating Sampler (US D-96)

- **Bedload Sampler (US BL-84)** เป็นเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ มีถุงตาข่ายติดอยู่กับโครงเครื่องมือ เมื่อตะกอนในน้ำไหลผ่าน ถุงตาข่ายจะดักตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่าช่องตาข่ายเอาไว้

รูปที่ 5 Bedload Sampler (US BL-84) *(**ที่มา:** U.S. Geological Survey (**2005**))*

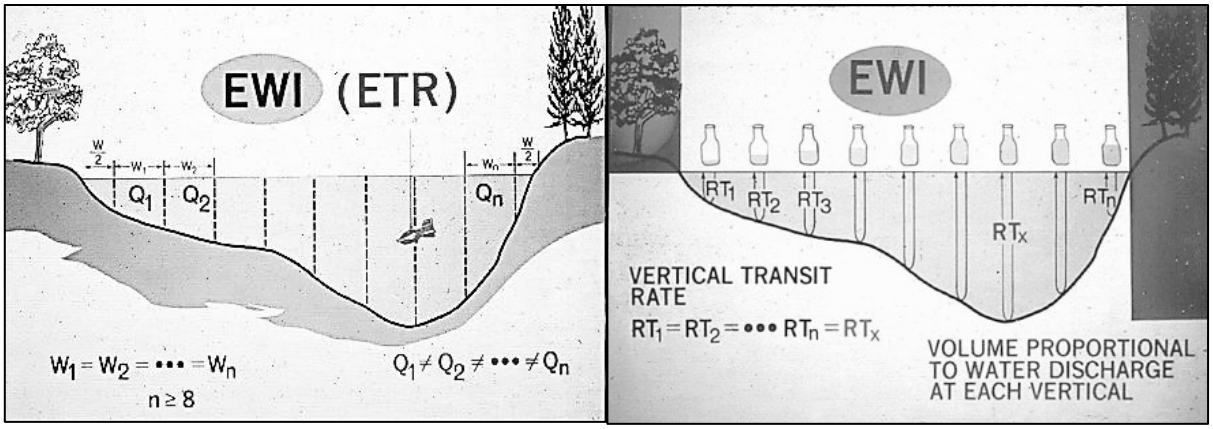
- **Pipe-Dredge Sampler** เป็นเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำซึ่งบ้างครั้งจะเรียกว่า **Pipe sampler** จาก **รูปที่ 5** จะเป็น **Pipe-Dredge** รูปทรงท่อกระบอกแนวราบ (**Horizontal Cylindrical Pipe**) มีลักษณะเป็นท่อเหล็กกลวง ปลายด้านหนึ่งเปิดกว้างเพื่อรับตะกอน และปลายอีกด้านหนึ่งมักจะปิดด้วยตะแกรงเหล็กหรือแผ่นโลหะที่มีรูระบายน้ำ โดยใช้การลากไปตามพื้นท้องน้ำในแนวราบ ปากท่อจะทำหน้าที่ขูดเอาชั้นตะกอนเข้าไปสะสมในตัวท่อ

รูปที่ 6 Pipe-Dredge Sampler (Horizontal Cylindrical Pipe)

โดยปกติการเก็บตัวอย่างน้ำ จะดำเนินการตักตัวอย่างตามแนวตั้ง (Vertical) จำนวนแนวสำรวจขึ้นอยู่กับความกว้างของลำน้ำ เมื่อหาความเข้มข้นในแต่ละแนวแล้ว จึงนำมาหาค่าเฉลี่ย หรือใช้วิธีนำน้ำตัวอย่างจากทุกแนวที่สำรวจมารวมกัน แล้วจึงนำมาหาความเข้มข้นเป็นตัวแทนของปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ซึ่งเทคนิคของการตักตัวอย่างน้ำที่นิยมใช้มีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง 4 วิธี ดังต่อไปนี้

7.2.1 Depth-Integrated Sampling ประกอบด้วย 2 เทคนิค คือ

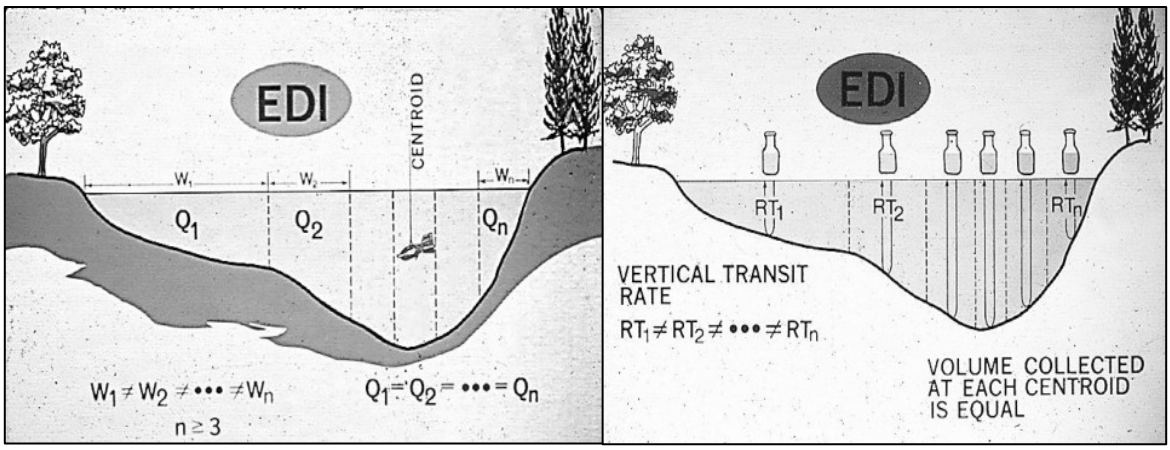
- ***Equal-width increment (EWI) method*** โดยดำเนินการแบ่งหน้าตัดลำน้ำออกเป็นส่วนๆ (แบ่งจำนวนตามความเหมาะสมและงบประมาณ) โดยแบ่งออกเป็นส่วนๆ โดยมีความกว้างเท่าๆ กัน และตักตัวอย่างน้ำในแต่ละแนวด้วยอัตราความเร็วในการตักตัวอย่างน้ำที่อัตราเดียวกัน แล้วรวมตะกอนในทุกแนวนำไปวิเคราะห์ปริมาณตะกอน ดัง**รูปที่** 7



รูปที่ 7 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยในแต่ละแนวท้องน้ำ วิธี EWI

(**ที่มา :** Edwards & Glysson (1988)**)**

- ***Equal-discharge increment (EDI) method*** เป็นการแบ่งปริมาณน้ำในแต่ละแนวออกเป็นส่วนๆที่เท่ากัน ตรวจวัดความเร็วของกระแสน้ำและคำนวณปริมาณน้ำจากจุดศูนย์กลางแนวสำรวจ แบ่งหน้าตัดที่จะตักตัวอย่างน้ำ โดยให้แต่ละหน้าตัดมีปริมาณน้ำไหลผ่านเท่า ๆ กัน และดำเนินการตักตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางของแต่ละหน้าตัด ปรับอัตราการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละแนวเพื่อให้ได้ตัวอย่างน้ำมีปริมาตรเท่ากันในทุกแนว นำไปวิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนโดยวิเคราะห์แยกแต่ละแนว หรือ รวมตัวอย่างน้ำแล้วนำไปวิเคราะห์ครั้งเดียวก็ได้ ดัง**รูปที่** 8



รูปที่ 8 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยในแต่ละแนวท้องน้ำ วิธี EDI

(**ที่มา :** Edwards & Glysson (1988)**)**

7.2.2 Point-integration technique

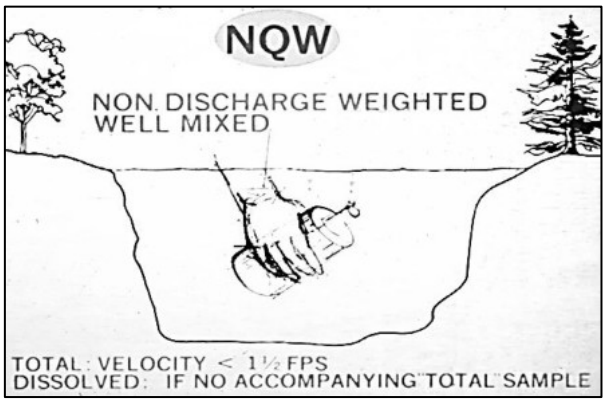
ใช้ในกรณีน้ำลึกประมาณ 5-10 เมตร โดยใช้เครื่องมือแบบ Point-integration sampler ร่วมกับการแบ่งแนวและอัตราการเก็บตะกอนตามวิธีของ EWI และ EDI หาความเข้มข้นในแต่ละแนวแล้ว จึงนำมาหาค่าเฉลี่ย ดัง**รูปที่** 8

7.2.3 Point sampling

โดยการใช้ point-integrating sampler จะเป็นการเก็บตัวอย่างที่จุดของหน้าตัด หรือตามแนวตัวอย่างอาจมากว่าอัตราการเก็บการเก็บของหัวเก็บ ตัวอย่างอาจจะเก็บจุดเฉพาะที่ตัวอย่างตะกอนไหลผ่าน ฉะนั้นการเก็บตัวอย่างแบบนี้ ไม่ได้คำนึงถึงความเร็วของกระแสน้ำ

7.2.4 Dip sampling

สภาพการไหลโดยทั่วไป ที่เห็นว่าตะกอนดินผสมกันดี ตัวอย่างไม่ได้ถูกรวบรวมแบบกระจายตัว ทำให้ตัวอย่างที่ได้ไม่ค่อยเป็นตัวแทนที่ดี ดัง**รูปที่** 9



รูปที่ 9 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยในแต่ละแนวท้องน้ำ วิธี Dip sampling

(**ที่มา :** Edwards & Glysson (1988))

7.3 วิเคราะห์ค่าปริมาณตะกอนในน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

เมื่อนำตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการเก็บ ซึ่งบรรจุในขวดที่มีป้ายปิดบอกสถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตามแนวที่เก็บ/ตัวอย่างน้ำรวมทุกแนวเป็น 1 ตัวอย่าง นำแบบฟอร์มการวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอยในห้องปฏิบัติการ มากรอกรายละเอียดที่ทำการบันทึกไว้ในวันที่เก็บตัวอย่างน้ำ เช่น วัน เดือน ปี เวลา ระดับน้ำ ปริมาณน้ำ ชนิดเครื่องมือ เป็นต้น

7.3.1 เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย

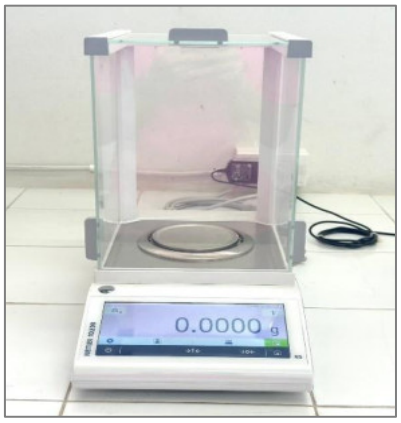
1) ตู้อบ
2) โถแก้วดูดความชื้น (Desiccator)
3) ตลับแก้ว สำหรับใส่กระดาษกรอง

4) เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม
5) เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.01 กรัม
6) กรวย
7) กระดาษกรอง
8) น้ำกลั่น

ตู้อบ

โถแก้วดูดความชื้น

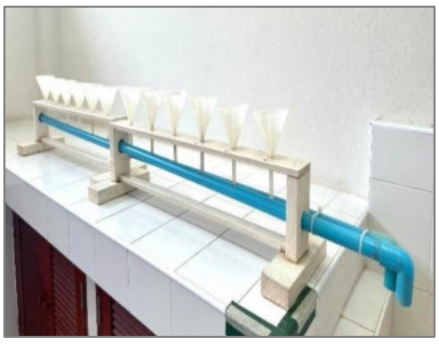
น้ำกลั่น



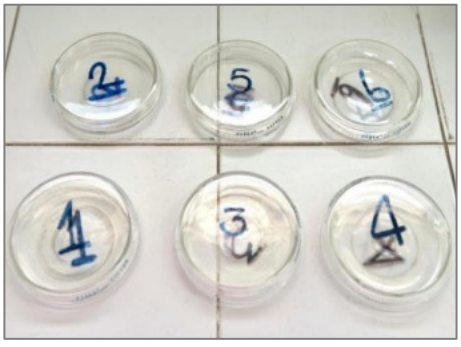
เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม

เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.01 กรัม

กระดาษกรอง



กรวย



ตลับแก้วสำหรับใส่กระดาษกรอง

รูปที่ 10 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

7.3.2 วิธีการวิเคราะห์

ตารางที่ 3 วิธีการวิเคราะห์

ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
1	นำขวดที่มีตัวอย่างน้ำมาเขียนหมายเลขกำกับให้ตรงกับตลับแก้ว แล้วชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.01 กรัม บันทึกค่าที่ได้ลงแบบฟอร์ม ในช่องน้ำหนักขวด+น้ำตัวอย่าง
2	เปิดตู้อบให้อุณหภูมิคงที่ นำกระดาษกรองเปล่ามาพับ เขียนหมายเลขกำกับใส่ในตลับแก้ว นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิคงที่ประมาณ 110 °C เป็นเวลาประมาณ 30 นาที
3	นำกระดาษกรองพร้อมด้วยตลับแก้วออกจากตู้อบ แล้วใส่ลงในโถแก้วดูดความชื้น ซึ่งมีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่ ทิ้งไว้จนตลับแก้วเย็น ประมาณ 30 นาที
4	ชั่งกระดาษกรองเปล่าพร้อมตลับแก้ว ด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม บันทึกน้ำหนักที่ได้ลงแบบฟอร์ม ในช่องน้ำหนักกระดาษเปล่า
5	นำกระดาษกรองออกจากตลับแก้ว ใส่ลงในกรวยซึ่งวางไว้บนขวดเปล่าที่มีขนาดความจุประมาณ 1 ลิตร
6	นำขวดตัวอย่างน้ำซึ่งชั่งแล้วจากข้อ 1 มาเขย่าแล้วค่อยๆ รินกระดาษกรองที่รองในกรวย โดยระวังอย่าให้น้ำตัวอย่างล้นออกจากกระดาษกรอง เพราะจะทำให้ตะกอนตัวอย่างหลุดหายออกไปทำให้ค่าปริมาณตะกอนผิดพลาดได้ เมื่อเทน้ำตัวอย่างหมดแล้ว ให้ใช้น้ำกลั่นล้างขวดตะกอน เพื่อชะเอาตะกอนที่ติดค้างในขวดออกมาให้หมดแล้วเทน้ำลงในกระดาษกรอง ตะกอนจะติดอยู่บนกระดาษกรอง ทิ้งไว้ให้แห้งพอหมาด
7	นำกระดาษที่มีตะกอนพับใส่ลงในตลับแก้ว (ตลับเดิมที่ใช้ชั่งก่อนการกรอง) แล้วนำไปอบ ในตู้อบอุณหภูมิคงที่ประมาณ 110 °C เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที
8	นำขวดเปล่าที่เทน้ำตัวอย่างหมดและได้พักไว้ให้แห้งแล้ว ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.01 กรัม บันทึกลงแบบฟอร์ม ในช่องน้ำหนักขวดเปล่า
9	นำตลับแก้วที่มีกระดาษกรองพร้อมตะกอนออกจากตู้อบ แล้วใส่ลงในโถแก้วดูดความชื้นซึ่งมีสารสำหรับดูดความชื้นบรรจุอยู่ จนตลับแก้วเย็น ประมาณ 30 นาที
10	นำตลับแก้วที่มีกระดาษกรองพร้อมตะกอนออกจากโถแก้วดูดความชื้น ชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม จดบันทึกลงแบบฟอร์ม ในช่องน้ำหนักกระดาษกรอง+ตะกอนแขวนลอย
11	คำนวณหาน้ำหนักน้ำตัวอย่าง (น.น. ขวด+น้ำตัวอย่าง – น.น. ขวดเปล่า)
12	คำนวณหาน้ำหนักตะกอนแขวนลอย (น.น.กระดาษกรอง+ตะกอนแขวนลอย - น.น.กระดาษกรองเปล่า)

ตารางที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์
13	คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (น้ำหนักตะกอนแขวนลอย / น้ำหนักน้ำตัวอย่าง)
14	คำนวณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในหน่วยของ ppm ด้วยการคูณด้วย 10^6 (ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย x 1,000,000) ซึ่งคือความเข้มข้นของตะกอนตัวอย่าง (จำนวนปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำ 1 ล้านหน่วยน้ำหนัก)

รูปที่ 11 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอย

7.4 การวิเคราะห์โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย

วิเคราะห์โค้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย เป็นการหาทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน โดยมี Correlation Coefficient (*r*) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์นี้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน ในห้องปฏิบัติการทดลองหาตะกอนแขวนลอยจะหาค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเป็น **PPM** แต่ในทางปฏิบัติแล้วต้องการทราบค่าเป็นหน่วยน้ำหนักต่อระยะเวลา เช่น เป็นตันต่อวัน ดังนั้น จึงต้องเปลี่ยนค่าความเข้มข้นซึ่งมีหน่วยเป็น **PPM** เป็นตันต่อวัน โดยใช้ค่า**PPM** คูณกับค่าปริมาณน้ำ (**Discharge)** ที่ทำการตรวจวัดในวันเดียวกับวันที่เก็บตัวอย่างน้ำฯ แล้วคูณกับ 0.0864 ดังนั้นจะสามารถคำนวณปริมาณตะกอนได้จากสมการ

ปริมาณตะกอน (ตัน/วัน) = ความเข้มข้นตะกอน (ppm) * ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที) * 0.0864

นำค่าปริมาณน้ำในรูปแบบของ ลูกบาศก์เมตร/วินาที และปริมาณตะกอนในรูป ตัน/วัน ที่ดำเนินการสำรวจในรอบปี มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ในรูปแบบของ exponential ซึ่งให้ความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด ดังแสดงใน**รูปที่** 12 และมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Q_s = aQ^b$$

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละของตะกอนท้องน้ำในเทอมของตะกอนแขวนลอย

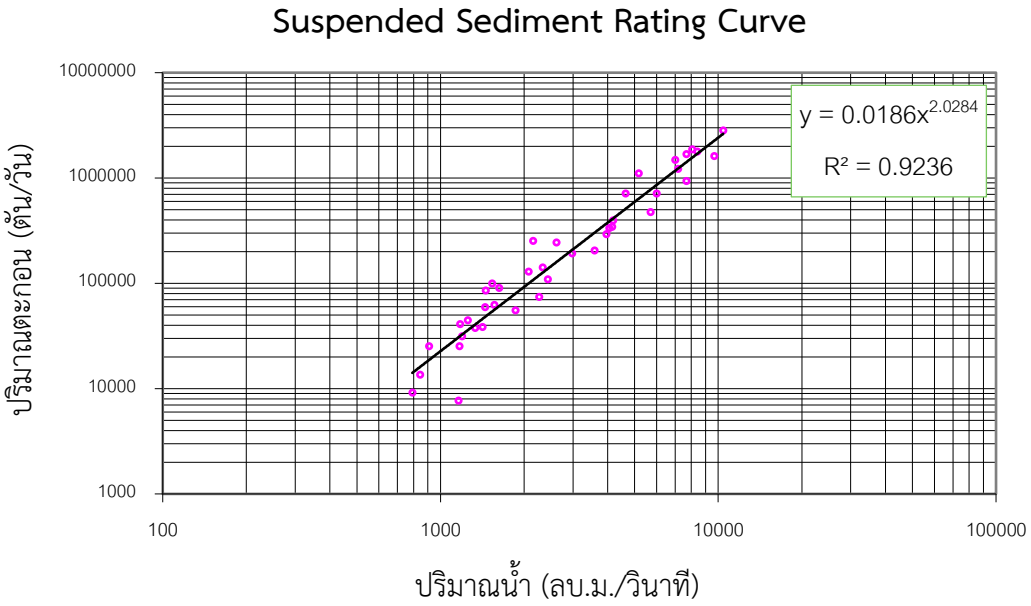
ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย	ชนิดวัสดุที่ฟอร์มเป็นช่องลำน้ำ	เนื้อวัสดุของตะกอนแขวนลอย	%จำนวนตะกอนท้องน้ำในเทอมของตะกอนแขวนลอย
น้อยกว่า 1000	ทราย	เหมือนกับวัสดุท้องน้ำ	25 ถึง 150
น้อยกว่า 1000	กรวด หิน หรือดินเหนียว ที่ Consolidation แล้ว	มีทรายผสมอยู่จำนวนน้อย	5 ถึง 35
1000 ถึง 7500	ทราย	เหมือนกับวัสดุท้องน้ำ	10 ถึง 35
1000 ถึง 7500	กรวด หิน หรือดินเหนียว ที่ Consolidation แล้ว	มีทรายผสมอยู่ 25 % หรือน้อยกว่า	5 ถึง 12
มากกว่า 7000	ทราย	เหมือนกับวัสดุท้องน้ำ	5 ถึง 15
มากกว่า 7000	กรวด หิน หรือดินเหนียว ที่ Consolidation แล้ว	มีทรายผสมอยู่ 25 % หรือน้อยกว่า	2 ถึง 8

ที่มา : สำนักวิจัยอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ 2546

ดังนั้นจะเห็นว่าสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำ จะใช้สำหรับประมาณหาค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากข้อมูลปริมาณน้ำที่ติดต่อกันเป็นเวลารายวัน รายเดือนหรือรายปีต่อไป

สำหรับปริมาณของตะกอนรวมในลำน้ำทั้งหมดอาจจะคำนวณด้วยการสมมติว่าปริมาณตะกอนท้องน้ำอีกประมาณ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนปริมาณแขวนลอยที่คำนวณได้ อย่างไรก็ตามถ้าหากว่าทราบข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย ชนิดวัสดุที่ฟอร์มเป็นช่องลำน้ำ เนื้อวัสดุของตะกอนแขวนลอย ก็อาจใช้ตัวเลขในตารางที่ 4 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมาณค่าเปอร์เซ็นต์ของตะกอนท้องน้ำในเทอมของตะกอนแขวนลอยได้

ในลำน้ำบางแห่งที่มีการสำรวจตะกอนแขวนลอยน้อยครั้ง ทำให้มี **Data** ไม่เพียงพอที่จะทำ **Suspended Sediment Rating Curve** ได้ แต่เมื่อต้องการจะรู้ก็จะใช้ลำน้ำอื่นที่มี **Data** สมบูรณ์และมีสภาพทางอุทกวิทยาคล้ายกันมาใช้แทนกันเพื่อหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของลำน้ำนั้นก็ได้เช่นกัน



รูปที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน

เมื่อได้รูปแบบความความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน สามารถนำไปคำนวณค่าปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น จากข้อมูลปริมาณการไหลรายวัน รายเดือน และรายปีของลำน้ำที่ดำเนินการสำรวจได้

7.5 คำนวณหาปริมาณตะกอนรายวันจากปริมาณน้ำรายวัน

ใช้สมการความความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและปริมาณตะกอน คำนวณหาปริมาณตะกอนรายวัน

$$Q_s = aQ^b$$

Q_s คือ ปริมาณตะกอน (ตัน/วัน)

Q คือ ค่าปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

a, b คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์

7.6 จัดเก็บลงฐานข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณตะกอนรายวัน รายเดือน และรายปี ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนของข้อมูล แล้วบันทึกลงระบบฐานข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ชาญชัย วงษ์ไทย. (2517, กุมภาพันธ์). การสำรวจตะกอน ตอน 1 และตอน 2. สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, กองสำรวจและวางแผน แผนกอุทกวิทยา.

วีรพล แต้สมบัติ. (ม.ป.ป.). อุทกวิทยาประยุกต์. ภาควิชาทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ. (2546). คู่มือข้อกำหนดรายละเอียดงานทดสอบและวิเคราะห์ตะกอน. กรมทรัพยากรน้ำ.

Edwards, T. K., & Glysson, G. D. (1988). Field methods for measurement of fluvial sediment (USGS Open-File Report 86-531). U.S. Geological Survey.

U.S. Geological Survey. (2005). *A guide to the proper selection and use of federally approved sediment and water-quality samplers*. U.S. Geological Survey.

ภาคผนวก

แบบฟอร์มการสำรวจและการคำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอย

ส่วนอุทกวิทยาที่.....

การสำรวจและการคำนวนหาปริมาณตะกอนแขวนลอย

สถานี ..... แม่น้ำ ..... รหัสสถานี .....

เก็บโดย ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เก็บโดย ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เก็บโดย ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เก็บโดย ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

วัน เดือน ปี				
เวลา				
ระดับน้ำ (ม.)				
ปริมาณน้ำ (ม.^{3} / วินาที)				
ชนิดของเครื่องตักตะกอน				
ขนาดท่อน้ำเข้า (นิ้ว)				
มุม				
ระยะทาง (ม.)				
ความลึก (ม.)				
เบอร์ตลับแก้ว				
น้ำหนักของน้ำหนักตัวอย่าง	น.น. ขวด + น้ำตัวอย่าง			
	น.น. ขวดเปล่า			
	น.น. น้ำตัวอย่าง			
เบอร์กระดาษกรอง				
น้ำหนักของตะกอน	น.น. กระดาษกรอง + ตะกอน			
	น.น. กระดาษกรอง			
	น.น. ตะกอน			
ปริมาณตะกอน (ppm)				

ทน. 12

ผู้คำนวณ/ผู้ตรวจ_____

ส่วนอุทกวิทยาที่.....

ประจำเดือน.....พ.ศ.....

ลำดับ	รายชื่อสถานี	วันที่	มีน้ำ	ขวดเปล่า	มีตะกอน	กระดาษเปล่า
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา
กองวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา
กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โทร: 0-2271-6000 ต่อ 6832
มือถือ 08-1857-1811