



กรมชลประทาน

# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

คู่มือการจัดทำรายงาน  
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง  
ปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ  
ใน 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ฝ่ายตะกอนและคุณภาพน้ำ  
ส่วนอุทกวิทยา  
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา  
กรมชลประทาน

สิงหาคม ๒๕๖๐

# คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual)

## คู่มือการจัดทำรายงาน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ใน 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

รหัสคู่มือ : ตค.บอ.๐๒/๒๕๖๐

### หน่วยงานที่จัดทำ

ฝ่ายตะกอนและคุณภาพน้ำ ส่วนอุทกวิทยา  
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

### ที่ปรึกษา

หัวหน้าฝ่ายตะกอนและคุณภาพน้ำ  
ผู้อำนวยการส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

### พิมพ์ครั้งที่ ๑

จำนวน ..... เล่ม

เดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

## คำนำ

การจัดทำคู่มือการจัดทำรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน การจัดทำรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยให้กับเจ้าหน้าที่ของฝ่ายตะกอนและคุณภาพน้ำเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนในการจัดทำรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยให้ถูกต้องและเป็นแนวทางเดียวกัน

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะเป็นประโยชน์ ต่อผู้รับผิดชอบในการจัดทำรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยให้เข้าใจต่อกระบวนการจัดทำรายงานแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ทันเวลา เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงกับผู้ใช้งานรายงานฯ ในการบริหารจัดการน้ำหรือวางแผนการจัดทำโครงการชลประทานต่างๆ หรือออกแบบอาคารชลประทาน เป็นต้น และนอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการได้อย่างเป็นระบบมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล บรรลุผลสำเร็จตามหลักเกณฑ์ตัวชี้วัด KM สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

คณะผู้จัดทำ ฝ่ายตะกอนและคุณภาพน้ำ  
ส่วนอุทกวิทยา  
สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา  
กรมชลประทาน

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
๑. วัตถุประสงค์	๑
๒. ขอบเขต	๑
๓. คำจำกัดความ	๑
๔. หน้าที่ความรับผิดชอบ	๖
๕. Work Flow	๘
๖. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	๑๐
๗. ระบบติดตามประเมินผล	๑๒
๘. เอกสารอ้างอิง	๑๔



## ๑. วัตถุประสงค์

๑.๑ ให้กรมชลประทานมีคู่มือการจัดทำรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ที่ชัดเจนอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร ที่แสดงถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย และเป็นการสร้างมาตรฐานให้เกิดการรายงานปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนและรายปีอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลงานที่ได้มาตรฐานเป็นไปตามเป้าหมาย ได้ผลผลิตหรือการบริการที่มีคุณภาพ และบรรลุข้อกำหนดที่สำคัญในการสำรวจปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ

๑.๒ เพื่อเป็นหลักฐานแสดงวิธีการสำรวจปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ และการรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเผยแพร่ให้กับบุคคลภายนอกได้เข้าใจกระบวนการทำงานและการใช้บริการจากข้อมูลรายงานดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุด

๑.๓ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบผลการดำเนินงานของการสำรวจปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ และการรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

## ๒. ขอบเขต

ในการจัดทำคู่มือครอบคลุม ข้อมูลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ๒๕ ลุ่มน้ำหลักในประเทศไทย

## ๓. คำจำกัดความ

### ความหมายและขบวนการเกิดตะกอน

#### ๓.๑ ความหมายของตะกอน

ตะกอน คือ เศษวัสดุที่มีแหล่งกำเนิดจากขบวนการแตกสลายของดินและหินที่ประกอบขึ้นเป็นเปลือกโลก โดยทางกลศาสตร์ ทางกายภาพ และทางเคมี จะเคลื่อนที่ไปตามแรงโน้มถ่วงโดยมีตัวกลางประกอบด้วยแรงลม แรงแม่เหล็ก หรือโดยตัวการหลายอย่างรวมกัน ขนาดของเม็ดตะกอนจะมีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงเศษวัสดุแขวนลอย แตกต่างกันในรูปทรงตั้งแต่กลมไปจนถึงเหลี่ยมมุม นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันในความถ่วงจำเพาะและส่วนประกอบแร่ธาตุ



### ๓.๒ ความหมายของขบวนการเซาะพังทลาย

**ขบวนการเซาะพังทลาย** เกิดขึ้นเมื่อกระแสไหลผ่านพื้นที่ต่างๆ ลงสู่ที่ต่ำตามความลาดชันของพื้นที่จะทำให้เกิดขบวนการกัดเซาะ ผุพังและสลายตัวของพื้นที่ที่มันไหลผ่านทำให้เกิดตะกอนและอนุมูล ที่น้ำสามารถพัดพาเคลื่อนย้ายจากแหล่งเดิมนำไปตกตะกอนที่บดบังยังแหล่งใหม่ ซึ่งบางครั้งก็อยู่ใกล้กับบริเวณเดิม บางครั้งก็ห่างไกลจากต้นกำเนิดมาก และทำให้เกิดขบวนการกัดเซาะท้องน้ำและการเซาะพังตลิ่งทั้งสองด้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของตะกอน ความเร็วของกระแส น้ำ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านและความลาดเอียงของพื้นที่

### ๓.๒ ความหมายของขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน

ขบวนการพัดพาและทับถมตัวของตะกอน มีดังนี้

ก) การพัดพาโดยกระแส เป็นขบวนการที่สำคัญที่สุด ซึ่งแบ่งออกได้เป็นชนิดต่างๆ ดังนี้ คือ

(๑) การพัดพาในสภาพสารละลาย (solution load) สารต่างๆ ที่ละลายในน้ำในรูปของสารละลายและอนุมูล (colloid and ion) จะถูกพัดพาออกไปไกลที่สุด เมื่อพบสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม สารละลายก็จะตกตะกอน ได้แก่ อนุมูลโซเดียม แคลเซียม คาร์บอเนต เหล็ก ซิลิกา ซัลเฟต และคลอไรด์ เป็นต้น

(๒) การพัดพาในสภาพแขวนลอย (suspension) เป็นขบวนการที่น้ำพัดพาอนุภาคเล็กๆ ในรูปสารแขวนลอย เช่น อนุภาคดินเหนียวและอนุภาคซิลิกา เป็นต้น จะตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลง หรือน้ำหยุดไหล

(๓) การพัดพาโดยการกระดอน (saltation) เป็นขบวนการที่อนุภาคเคลื่อนย้ายไปตามพื้นของท้องน้ำ ในลักษณะกระดอนไปตามความลาดชันของพื้นลำธาร อนุภาคที่เคลื่อนย้ายไปมีขนาดเท่าเม็ดทรายหรือโตกว่าเล็กน้อย ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมคือแรงเหวี่ยงของกระแสน้ำ มันจะตกตะกอนเมื่อความเร็วของกระแสน้ำไม่สามารถจะยกอนุภาคเหล่านี้ได้ หรือมีสิ่งกีดขวางทางเดินของมัน

(๔) การพัดพาโดยกลิ้งไป (rolling) เป็นการกลิ้งไปโดยไม่มีการกระเด็นหรือกระดอนเกิดขึ้น เนื่องจากอนุภาคมีน้ำหนักมากเกินกว่าที่กระแสน้ำจะยกขึ้นได้ เช่น ก้อนหินขนาดโตๆ

การเคลื่อนย้ายของอนุภาคดังกล่าวมาแล้วนี้ จะก่อให้เกิดการขัดสีระหว่างอนุภาคกับพื้นลำธารหรือฝั่งน้ำ และขนาดของอนุภาคจะเล็กลงเรื่อยๆ แต่ขณะเดียวกันอนุภาคก็也将มีความกลมมนมากขึ้นด้วย

ในช่วงของการพัดพา นี้ จะเห็นได้ว่าอนุภาคที่มีขนาดโตซึ่งแม่น้ำไม่สามารถจะพัดพาไปได้นั้น จะตกตะกอนใกล้กับต้นกำเนิดของมัน แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไกลออกไป ลักษณะการจัดขนาดของอนุภาคโดยกระแสน้ำแบบนี้ เรียกว่า การจัดขนาดตามแนวระนาบ (lateral sorting)

กระบวนการพัดพายังขึ้นอยู่กับความลาดชัน ปริมาณน้ำ การไหลของตะกอนในลักษณะของโคลนถล่ม ซึ่งสามารถพัดพาตะกอนเป็นปริมาณมากที่ไหลมาจากต้นกำเนิดได้ แม้กระทั่งก้อนหินขนาดใหญ่

ข) ขบวนการทับถมตัวของตะกอน การทับถมตัวของตะกอน แม่น้ำแต่ละสายจะมีความสามารถในการพัดพาอนุภาคต่างๆ ได้แตกต่างกันไป ดังนั้นการทับถมจึงแตกต่างกันไปตามขนาดของอนุภาคบริเวณสุดท้าย



ที่ตะกอนจะไปทับถมกันมากที่สุด คือ ระดับฐานของแม่น้ำ (base level of river) นอกจากนี้ระหว่างทางที่แม่น้ำไหลผ่านก็จะมีการทับถมมาตลอดทาง ในสภาพน้ำนิ่งหรือค่อนข้างจะนิ่ง การตกตะกอนจะมีการแยกขนาดโดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากหรือมีความถ่วงจำเพาะมากจะตกตะกอนก่อน ส่วนพวกที่มีขนาดเล็กหรือมีความถ่วงจำเพาะน้อยจะตกตะกอนทีหลัง ลักษณะการตกตะกอนทับถมเช่นนี้ จะทำให้มีการแยกขนาดขึ้น เรียกว่าการจัดขนาดตามแนวดิ่ง (vertical sorting) สาเหตุของการตกตะกอนทับถม

- (๑) ความเร็วของกระแสน้ำลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความลาดชันหรือการคดเคี้ยวของแม่น้ำ
- (๒) น้ำท่วมฝั่ง เช่น ในฤดูน้ำหลาก เมื่อน้ำท่วมฝั่งความเร็วของกระแสน้ำก็จะลดลงบนฝั่งทั้งสองด้าน
- (๓) มีสิ่งกีดขวางทาง อาจจะทำให้เกิดจากแผ่นดินเลื่อนขวางในแม่น้ำ หรือการมีสันทราย แพซุง หรือสวะต่างๆ รวมทั้งการสร้างเขื่อน
- (๔) ปริมาณน้ำลดลง เกิดจากฝนตกน้อย มีอัตราการระเหยสูง หรือเกิดแม่น้ำขโมยขึ้น
- (๕) การเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของทางน้ำ (drainage pattern change)

### ๓.๓ ความหมายของตะกอนแขวนลอย

**ตะกอนแขวนลอย (Suspended Sediment)** คือ เม็ดตะกอนที่มีขนาดอนุภาคขนาดเล็ก ทำให้น้ำมีแรงพุงอนุภาคเหล่านั้นไม่ตกจมและสามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสน้ำ โดยทั่วไปตะกอนแขวนลอยจะเป็นปริมาณมากที่สุดของตะกอนทั้งหมดในลำน้ำ

### ๓.๔ ความหมายของการสำรวจตะกอนแขวนลอย

**การสำรวจตะกอนแขวนลอย** คือ การสำรวจตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ซึ่งตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่แขวนลอยมากับน้ำ ซึ่งโดยปกติจะมีมากหลังฝนตกหนัก การสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย โดยหลักการแล้วต้องการตัวแทนตะกอนทุกระดับความลึกของพื้นที่หน้าตัด ทั้งน้ำขุ่น น้ำใส ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะแบ่งพื้นที่หน้าตัดออกเป็น ๓ ส่วน โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย เก็บตัวอย่างแต่ละลูกตั้งเป็น ๑ ตัวอย่าง การสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะได้ตัวอย่างน้ำ ๓ ขวด ซึ่งระยะการสำรวจต้องครอบคลุมทั้งช่วงน้ำสูงและน้ำต่ำ ซึ่งการสำรวจไม่ควรต่ำกว่า ๒๐ ครั้ง/สถานี/ปี เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างตะกอน มีทั้งแบบสะสมตลอดความลึก (Depth Integrating Sampler) เช่น US DH-๔๘, US DH-๔๙ และ US DH-๕๙ เป็นต้น และเก็บตัวอย่างตะกอนแบบสะสมตามจุด (Point Integrating Sampler) เช่น US-P-๔๖, US-P-๖๑, US-P-๖๓ และ US-P-๕๐ เป็นต้น ซึ่งการใช้เครื่องมือ และวิธีการเก็บตัวอย่างตะกอนสามารถประยุกต์ใช้ตามสภาพภูมิประเทศ ความลึกของลำน้ำ ตลอดจนพิจารณาถึงความสะดวกและความปลอดภัย ของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย สำหรับในประเทศไทย กรมชลประทาน ได้มีการพัฒนาเครื่องมือเก็บตัวอย่างตะกอน ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๓๘ เป็นต้นมา และปัจจุบันใช้เครื่องมือตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา เป็นหลัก



### ๓.๕ ความหมายของการวิเคราะห์ในห้องทดลอง

การวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยในห้องทดลอง (Laboratory Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนแขวนลอยในห้องทดลอง เพื่อหาความเข้มข้นของตะกอนโดยน้ำหนักของตะกอนแขวนลอยกับน้ำหนักของผสม น้ำ-ตะกอน ซึ่งแสดงค่าเป็นอัตราส่วนต่อล้านส่วน (part per millions; PPM) หรือเป็นหน่วยมิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นการหาความเข้มข้นของตะกอน ในการศึกษานี้เป็นการหาความเข้มข้นของตัวอย่างตะกอนโดยวิธีกรอง (Filtration Technique) นอกจากนี้ยังมีวิธีการหาความเข้มข้นของตัวอย่างตะกอนโดยวิธีเผา (burning technique) ซึ่งให้ค่าน้อยกว่าวิธีกรองประมาณ ๕-๖ % แต่เป็นวิธีที่สะดวกและเป็นวิธีที่จะนิยมใช้ต่อไปในอนาคต

### ๓.๖ ความหมายของการประมวลผลตะกอน

การประมวลผลตะกอน หมายถึง การนำตะกอนจากการหาน้ำหนักของตะกอนที่เคลื่อนย้ายผ่านลูกตั่งที่กำหนดโดยการเก็บตัวอย่างจากลำน้ำ ในการศึกษาการตกตะกอนแต่ละครั้งจะหาค่าความเข้มข้นตะกอนโดยเฉลี่ยจากลูกตั่งที่ทำการวัด แล้วคำนวณน้ำหนักทั้งหมดของตะกอนที่เคลื่อนย้ายไปจากปริมาณการไหลของน้ำที่เหมาะสม วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปจะหาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยที่เคลื่อนย้ายไปกับปริมาณน้ำหรือเรียกว่า โค้งปริมาณตะกอนแขวนลอย (sediment – discharge rating curve) ซึ่งจะแสดงหรือพล็อตบนกระดาษกราฟเลขยกกำลัง ความสัมพันธ์ดังกล่าวเขียนอยู่ในรูปสมการ

$$Q_S = kQ^n$$

เมื่อ  $Q_S$  คืออัตราการเคลื่อนย้ายของตะกอน (ตัน/วัน)

$Q$  คือปริมาณการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$k, n$  คือค่าคงที่ ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน

### ๓.๗ ความหมายของวิธีการประเมินเชิงอุทกวิทยา

วิธีการประเมินเชิงอุทกวิทยา หมายถึง เทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้ในการจัดหาข้อมูลทางอุทกวิทยาโดยทางอ้อม และสามารถนำสถิตินั้นไปประกอบการพิจารณาศึกษาและออกแบบงานด้านพัฒนาแหล่งน้ำ ประเภทต่างๆ ได้ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ทั้งในรูปแบบรีเกรชัน (regression model) และรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์ (mathematical model) วิธีดังกล่าวนี้มีตั้งแต่รูปแบบจำลองอย่างง่ายใช้การคำนวณไม่มากนัก ไปจนถึงรูปแบบจำลองอย่างยากและซับซ้อน ซึ่งจำเป็นต้องใช้การคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับวิธีการต่างๆ ที่นิยม





ใช้กันทั่วไปเกี่ยวกับการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย ในกรณีข้อมูลไม่เพียงพอ หรือในกรณีที่ไม่ได้ทำการ  
 สำนวณมาก่อนเลย โดยการใช้สมการถดถอย (regression equation)

### ๓.๘ ความหมายของสมการถดถอย (regression equation)

ในการนำชุดข้อมูล ๒ ตัวแปร หรือมากกว่า เข้ามาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน จำเป็นต้องหา  
 แบบจำลองและสำรวจความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านั้น เช่น การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า  
 กับพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือการหาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อจะนำแบบจำลองไปใช้ในการ  
 คาดคะเน (prediction) หรือการประเมิน โดยทั่วไป ตัวแปรตามแต่ละตัวแปรหรือค่าตอบสนอง (response) จะ  
 ขึ้นกับตัวแปรอิสระ (independent หรือ regression variables) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สามารถอธิบายได้  
 จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า สมการถดถอย (regression equation)

ในรายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ใน ๒๕ ลุ่ม  
 น้ำหลัก โดยใช้แบบจำลองเชิงเส้น (Linear Model) ในรูปแบบของสมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression  
 analysis) เป็นการแสดงลักษณะความสัมพันธ์ในสมการถดถอย เป็นเลขยกกำลัง ดังนี้

$$Q_s = aA^b$$

เมื่อ  $Q_s$  คือปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

$A$  คือพื้นที่ลุ่มน้ำ

$a, b$  คือค่าคงที่ ที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน

### ๓.๙ ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination; $R^2$ )

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ  $R^2$  หมายถึง ค่าที่บอก ร้อย  
 ละของการเปลี่ยนแปลงของค่า  $Y$  ที่เกิดจากอิทธิพลของค่า  $\hat{Y}$  ที่ได้จากการคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}$$

ถ้าสมการมีค่า  $R^2$  ยิ่งสูงเท่าใด ความแม่นยำของการนำสมการไปใช้เพื่อทำนายหรือคาดคะเน  
 ผลลัพธ์ย่อมสูงตามไปด้วย โดยทั่วไป สมการที่มักนำไปใช้ควรมีค่า  $R^2$  อย่างน้อย ๐.๗๕ หากสูงกว่า ๐.๙๐ ถือว่าดี  
 มาก ค่า  $R^2$  มีค่าตั้งแต่ ๐ ถึง ๑ ถ้าค่าเป็น ๐ แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ระหว่างตัวแปรตามและอิสระ แต่ถ้าค่า  
 เป็น ๑ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์



## ๔. หน้าที่ความรับผิดชอบ

- ๔.๑ ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ วิจัย การกักเซาะ การพัดพา การตกทับถมของตะกอน ในแหล่งน้ำธรรมชาติ อ่างเก็บน้ำ ระบบชลประทาน และโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆ
- ๔.๒ ศึกษาผลกระทบด้านคุณภาพน้ำ เพื่อหาแนวทางป้องกันและเตือนภัย
- ๔.๓ ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เผยแพร่วิชาการ และให้ความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุของตะกอน ซึ่งเป็นปัญหาหลักของแหล่งน้ำธรรมชาติ และโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆ

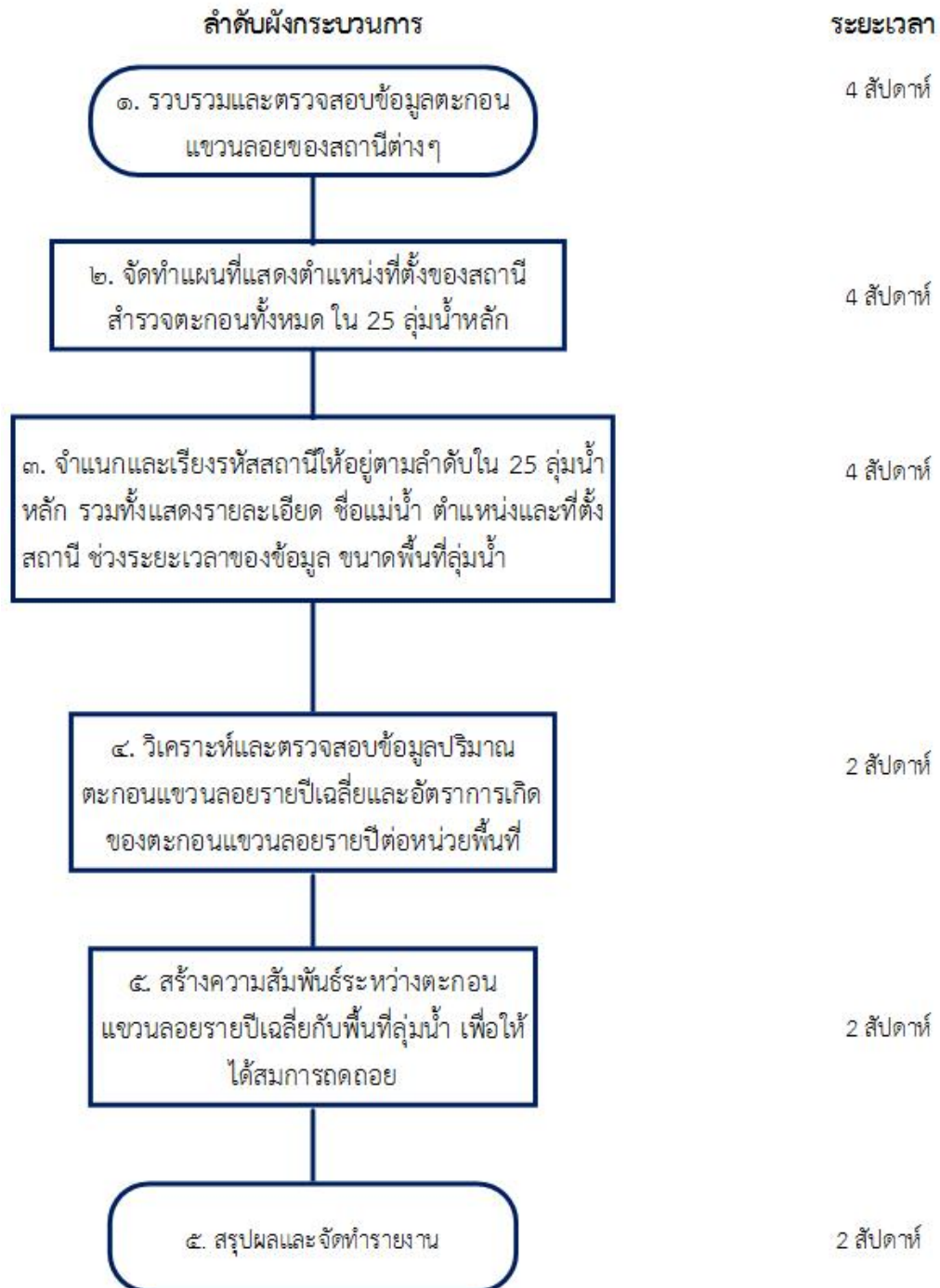
### สรุปกระบวนการจัดทำรายงาน

#### การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

กระบวนการจัดทำรายงาน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

๑. รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลตะกอนแขวนลอยของสถานีต่างๆ ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยโดยรวบรวมข้อมูลตะกอนแขวนลอยทุกสถานีตั้งแต่มีการบันทึกข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน
๒. จัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจตะกอนทั้งหมด ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก โดยระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ส่วน เพื่อความชัดเจน ของ ๓ หน่วยงาน ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
๓. จำแนกและเรียงรหัสสถานีให้อยู่ตามลำดับใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งแสดงรายละเอียดชื่อแม่น้ำ ตำแหน่งและที่ตั้งสถานี ช่วงระยะเวลาของข้อมูล ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ
๔. วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยและอัตราการเกิดของตะกอนแขวนลอยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (average annual suspended sediment yield)
๕. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ได้สมการถดถอย (regression equation)
๖. สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรูปเล่มรายงาน

Work Flow กระบวนการจัดทำรายงาน  
 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย





## ๕. Work Flow กระบวนการ

ชื่อกระบวนการ : รายงานปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนรายปี ในลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

ตัวชี้วัดที่สำคัญของกระบวนการ : -

ลำดับ	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	ผู้รับผิดชอบ
๑.		๔ สัปดาห์	๑.๑ รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลตะกอนแขวนลอยของสถานีต่างๆ ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยรวบรวมข้อมูลตะกอนแขวนลอยทุกสถานีตั้งแต่มีการบันทึกข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน	๑.๑ ข้อมูลที่ได้ครอบคลุมทุกสถานี ทุกหน่วยงานที่ทำการสำรวจตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำทุกสถานีทุกปีที่มีการสำรวจ	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.
๒.		๒ สัปดาห์	๒.๑ จัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจตะกอนทั้งหมด ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก โดยระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ส่วน เพื่อความชัดเจน ของ ๓ หน่วยงาน ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	๒.๑ ได้แผนที่ที่แสดงถึงที่ตั้งสถานีทุกลุ่มน้ำ ทุกหน่วยงาน ได้อย่างถูกต้องน่าเชื่อถือ	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.



คู่มือการทำงาน (Work Manual) รหัสคู่มือ: ตค.บอ.๒/๒๕๖๐  
 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย  
 กับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย



ลำดับ	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	ผู้รับผิดชอบ
๓.	<p>๓. กำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำให้ทุกพื้นที่ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งรายชื่อของชื่อ ชื่อแม่น้ำ ลำธารและแจ้งให้สถานีสิ่งแวดล้อมและเกษตรจังหวัดในพื้นที่นั้นๆ</p>	๒ สัปดาห์	๓.๑ จำแนกและเรียงรหัสสถานีให้อยู่ตามลำดับใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งแสดงรายละเอียด ชื่อแม่น้ำ ตำแหน่งและที่ตั้งสถานี ช่วงระยะเวลาของข้อมูล ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ	๓.๑ ได้รายละเอียดข้อมูล เพื่อที่จะนำเข้าไปใช้ในสมการได้ถูกต้องน่าเชื่อถือ	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.
๔.	<p>๔. วิเคราะห์ผลตรวจลอบข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีและสังเกตการเกิดของตะกอนแขวนลอยรายปีต่อหน่วยพื้นที่</p>	๒ สัปดาห์	๔.๑ วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยและอัตราการเกิดของตะกอนแขวนลอยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (average annual suspended sediment yield)	๔.๑ ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องครบถ้วน น่าเชื่อถือ	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.
๕.	<p>๕. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ได้สมการถดถอย</p>	๒ สัปดาห์	๕.๑ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ได้สมการถดถอย (regression equation)	๕.๑ ได้สมการที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ มีค่า R-square มากกว่าหรือเท่ากับ ๐.๗ ขึ้นไป	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.
๖.	<p>๖. สรุปผลและจัดทำรายงาน</p>	๒ สัปดาห์	๖.๑ ทำการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดแล้วจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน	๖.๑ ได้รูปเล่มรายงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อเผยแพร่ให้กับหน่วยงานในกรมชลประทานที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานภายนอก	เจ้าหน้าที่ของ ตค.บอ.



## ๖. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระเบียบ เอกสาร บันทึก แนวทางแบบฟอร์มที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	เงื่อนไข
<p>๑.๑ รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลตะกอนแขวนลอยของสถานีต่างๆ ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยโดยรวบรวมข้อมูลตะกอนแขวนลอยทุกสถานีตั้งแต่มีการบันทึกข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน</p>	<p>๑.๑ รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลตะกอนแขวนลอยของสถานีต่างๆ ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยโดยรวบรวมข้อมูลตะกอนแขวนลอยทุกสถานีตั้งแต่มีการบันทึกข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน</p>	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-
<p>๒.๑ จัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจตะกอนทั้งหมด ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก โดยระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ส่วน เพื่อความชัดเจน ของ ๓ หน่วยงาน ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย</p>	<p>๒.๑ จัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจตะกอนทั้งหมด ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก โดยระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ส่วน เพื่อความชัดเจน ของ ๓ หน่วยงาน ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย</p>	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-



คู่มือการทำงาน (Work Manual) รหัสคู่มือ: ตค.บอ.๒/๒๕๖๐  
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย  
กับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย



รายละเอียดงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระเบียบ เอกสาร บันทึก แนวทางแบบฟอร์มที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	เงื่อนไข
๓.๑ จำแนกและเรียงรหัส สถานีให้อยู่ตามลำดับใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งแสดง รายละเอียด ชื่อแม่น้ำ ตำแหน่งและที่ตั้งสถานี ช่วง ระยะเวลาของข้อมูล ขนาด พื้นที่ลุ่มน้ำ	๓.๑ จำแนกและเรียงรหัส สถานีให้อยู่ตามลำดับใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งแสดง รายละเอียด ชื่อแม่น้ำ ตำแหน่งและที่ตั้งสถานี ช่วง ระยะเวลาของข้อมูล ขนาด พื้นที่ลุ่มน้ำ	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-
๔.๑ วิเคราะห์และตรวจสอบ ข้อมูลปริมาณตะกอน แขวนลอยรายปีเฉลี่ยและ อัตราการเกิดของตะกอน แขวนลอยรายปีต่อหน่วย พื้นที่ (average annual suspended sediment yield)	๔.๑ วิเคราะห์และตรวจสอบ ข้อมูลปริมาณตะกอน แขวนลอยรายปีเฉลี่ยและ อัตราการเกิดของตะกอน แขวนลอยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (average annual suspended sediment yield)	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-
๕.๑ สร้างความสัมพันธ์ ระหว่างตะกอนแขวนลอย รายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ได้สมการถดถอย (regression equation)	๕.๑ สร้างความสัมพันธ์ ระหว่างตะกอนแขวนลอยราย ปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ ได้สมการถดถอย (regression equation)	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-
๖.๑ ทำการสรุปผลการ ดำเนินงานทั้งหมดแล้ว จัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน	๖.๑ ทำการสรุปผลการ ดำเนินงานทั้งหมดแล้วจัดทำ เป็นรูปเล่มรายงาน	-	เจ้าหน้าที่ ของ ตค.บอ.	-



## ๗. ระบบติดตามประเมินผล

กระบวนการ	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	วิธีการติดตามประเมินผล	ผู้ติดตาม/ประเมินผล	ข้อเสนอแนะ
๑.๑ รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลตะกอนแขวนลอยของสถานีต่างๆ ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยรวบรวมข้อมูลตะกอนแขวนลอยทุกสถานีตั้งแต่มีการบันทึกข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน	๑.๑ ข้อมูลที่ได้ครอบคลุมทุกสถานี ทุกหน่วยงานที่ทำการสำรวจตะกอนแขวนลอยในลำน้ำทุกสถานี ทุกปีที่มีการสำรวจ	ผู้รับผิดชอบรายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-
๒.๑ จัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสำรวจตะกอนทั้งหมด ใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก โดยระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งแบ่งออกเป็น ๔ ส่วน เพื่อความชัดเจนของ ๓ หน่วยงาน ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	๒.๑ ได้แผนที่ที่แสดงถึงที่ตั้งสถานีทุกลุ่มน้ำ ทุกหน่วยงานได้อย่างถูกต้องน่าเชื่อถือ	ผู้รับผิดชอบรายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-





คู่มือการทำงาน (Work Manual) รหัสคู่มือ: ตค.บอ.๒/๒๕๖๐  
 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย  
 กับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย



กระบวนการ	มาตรฐาน/คุณภาพงาน	วิธีการติดตาม ประเมินผล	ผู้ติดตาม/ ประเมินผล	ข้อเสนอแนะ
๓.๑ จำแนกและเรียงรหัสสถานีให้อยู่ตามลำดับใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลัก รวมทั้งแสดงรายละเอียด ชื่อแม่น้ำ ตำแหน่งและที่ตั้งสถานี ช่วงระยะเวลาของข้อมูล ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ	๓.๑ ได้รายละเอียดข้อมูลเพื่อที่จะนำเข้าไปใช้ในสมการได้ถูกต้องน่าเชื่อถือ	ผู้รับผิดชอบ รายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-
๔.๑ วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูล ปริมาณ ตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยและอัตราการเกิดของตะกอนแขวนลอยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (average annual suspended sediment yield)	๔.๑ ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องครบถ้วน น่าเชื่อถือ	ผู้รับผิดชอบ รายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-
๕.๑ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้ได้สมการถดถอย (regression equation)	๕.๑ ได้สมการที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ มีค่า R-square มากกว่าหรือเท่ากับ ๐.๗ ขึ้นไป	ผู้รับผิดชอบ รายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-
๖.๑ ทำการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดแล้วจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน	๖.๑ ได้รูปเล่มรายงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อเผยแพร่ให้กับหน่วยงานในกรมชลประทานที่เกี่ยวข้อง และ หน่วยงานภายนอก	ผู้รับผิดชอบ รายงาน ตค.บอ.	ตค.บอ.	-



## ๘. เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน คู่มือการปฏิบัติงานตะกอนและคุณภาพน้ำ กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำส่วนอุทกวิทยา สำนัก  
บริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา , ๒๕๕๒
- กรมชลประทาน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับพื้นที่ลุ่มน้ำใน ๒๕ ลุ่มน้ำหลักของ  
ประเทศไทย กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทก  
วิทยา ,๒๕๕๔
- กองอุทกวิทยา, ๒๕๒๗. รายงานการสัมมนา เรื่อง เทคนิคทางวิชาการด้านอุทกวิทยา ณ ศูนย์วิจัย โศกสะแกราช  
จังหวัดนครราชสีมา, กองอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอุทกวิทยา, ๒๕๒๙. แนวทางการปฏิบัติงานสำรวจน้ำท่าและตะกอน, กองอุทกวิทยา, ฝ่ายวิศวกรรม, ศูนย์  
วิศวกรรมชลประทาน, กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอุทกวิทยา, ๒๕๓๕. รายงานการสัมมนาวิชาการทางอุทกวิทยา, กองอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, กระทรวง  
เกษตรและสหกรณ์.
- ชนินทร์ จิตโรภาส, ๒๕๕๐. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอย ของลุ่มน้ำ  
ในประเทศไทย, กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ, ส่วนอุทกวิทยา, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ,  
กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- รัตนา รัตนจารุรักษ์, ๒๕๓๗. วิวัฒนาการของแม่น้ำและการศึกษารูปตัดขวางของลำน้ำเชิงอุทกวิทยา, กองอุทก  
วิทยา, กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วีระ เวตติวงศ์ การเคลื่อนย้ายตะกอนและวิธีปฏิบัติการภาคสนามสำหรับการวัดตะกอนน้ำ , กรุงเทพมหานคร :  
ฝ่ายสำรวจตะกอน กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน , ๒๕๒๙
- วีระพล แต่สมบัติ, ๒๕๓๑. อุทกวิทยาประยุกต์ (Applied Hydrology), ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภาวดี ยิ้มศรีเจริญกิจ. ๒๕๔๑. ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำใน  
ประเทศไทย, ฝ่ายสำรวจและศึกษาตะกอน, สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, กรมชลประทาน,  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.