



โครงการศึกษาปริมาณการสะสมตะกอนที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำ  
กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว อ.ห้วยคต จ.อุทัยธานี

The Effect of Sedimentation to Reservoir Capacity.

A Case Study of Huai Khunkaew Reservoir, Huai Khot District, Uthai Thani Province.



กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ  
ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา  
กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
กรกฎาคม 2555

ปี พ.ศ. 2554 กรมชลประทานมีโครงการศึกษาปริมาณการสะสมตะกอนที่ส่งผลกระทบต่อความจุของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว เพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ และเพิ่มการกักเก็บน้ำเพื่อการชลประทานและการอุปโภค-บริโภค โดยมีอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว อ่างเก็บน้ำห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี และอ่างเก็บน้ำขนาดกลางอีก 2 อ่างเก็บน้ำที่ได้ดำเนินการศึกษาไปพร้อมๆ กัน

กรมชลประทานได้มอบหมายให้ กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา เป็นผู้ดำเนินการตั้งงบประมาณและศึกษาปริมาณการตกสะสมของตะกอนที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยการสำรวจระดับภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำจะดำเนินการโดยศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคต่างๆ จากผลการศึกษาของโครงการดังกล่าว ทำให้ทราบถึงปริมาณการสะสมตะกอนที่ตกทับถมในอ่างเก็บน้ำ ความจุของอ่างเก็บน้ำ ณ ปัจจุบัน และอัตราการกัดเซาะของพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ

รายงานฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อสรุปผลการดำเนินงานตามแผนงานดังกล่าว โดยบรรลุวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน และทำให้สามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานในปีต่อไป

(นางรัตนา รัตนจารักษ์)  
หัวหน้ากลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ  
กรกฎาคม 2555

การศึกษาตะกอนในอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ดำเนินการสำรวจระดับภูมิประเทศของอ่างเก็บน้ำ และจัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูงของอ่างเก็บน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำด้วยพื้นที่เส้นชั้นความสูงเฉลี่ย เพื่อทราบความจุของอ่างเก็บน้ำ ณ ปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลไปวางแผนบริหารจัดการน้ำรวมทั้งการป้องกันการกัดเซาะลุ่มน้ำและการขุดลอกตะกอนในอ่างเก็บน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับเก็บกัก 128.00 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปัจจุบันอ่างเก็บน้ำมีความจุที่ 41.49 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ผิวน้ำ 5.63 ตารางกิโลเมตร มีความจุและพื้นที่ผิวน้ำลดลงจากเดิมเมื่อเริ่มเก็บกักน้ำ 1.92 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 0.17 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากความจุของอ่างเก็บน้ำที่ลดลง สามารถประเมินได้ว่ามีปริมาณตะกอนตกทับถมในอ่างเก็บน้ำประมาณ 1.52 ล้านตัน หรือคิดเป็นปริมาตรเฉลี่ยประมาณปีละ 174,545 ลูกบาศก์เมตร และมีอัตราการกัดเซาะพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 0.89 มิลลิเมตร/ปี

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญรูป

บทที่ 1 บทนำ

1-1

1.1 ที่มาและความสำคัญ

1-1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1-4

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1-4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1-4

1.5 คณะผู้ศึกษา

1-4

บทที่ 2 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

2-1

2.1 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

2-1

2.2 ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ

2-1

2.3 ลักษณะภูมิประเทศ

2-1

2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

2-2

2.5 ลักษณะทางปฐพีวิทยา

2-3

2.6 สภาพภูมิอากาศ

2-4

บทที่ 3 การศึกษาความจุอ่างเก็บน้ำ

5-1

3.1 การสำรวจเพื่อหาราคาระดับและพิกัดฉาก

3-1

3.2 การสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูงของอ่างเก็บน้ำ

3-2

3.3 การประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำ

3-2

3.4 อัตราการตกสะสมของตะกอนและอัตราการกัดเซาะ

3-7

3.5 การศึกษาวัสดุท้องน้ำ

3-7

บทที่ 4 คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ

4-1

4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำ

4-1

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4-1

5.1 สรุปผลการศึกษา

5-1

5.2 ข้อเสนอแนะ

5-1

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

# สารบัญตาราง

---

|                                                                                         | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติทางกายภาพของชุดดิน                                                | 2-3  |
| ตารางที่ 3-1 พื้นที่และความจุ ที่ระดับเก็บกักต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วปี พ.ศ.2554 | 3-4  |
| ตารางที่ 3-2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความจุ พื้นที่ อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว             | 3-7  |
| ตารางที่ 3-3 สัดส่วนอนุภาคในรูปร้อยละของตะกอนวัสดุท้องน้ำ                               | 3-8  |
| ตารางที่ 3-4 ความหนาแน่นและค่าคงตัวของส่วนผสมตะกอนตามลักษณะการจัดการ<br>อ่างเก็บน้ำ     | 3-9  |
| ตารางที่ 4-1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                              | 4-2  |

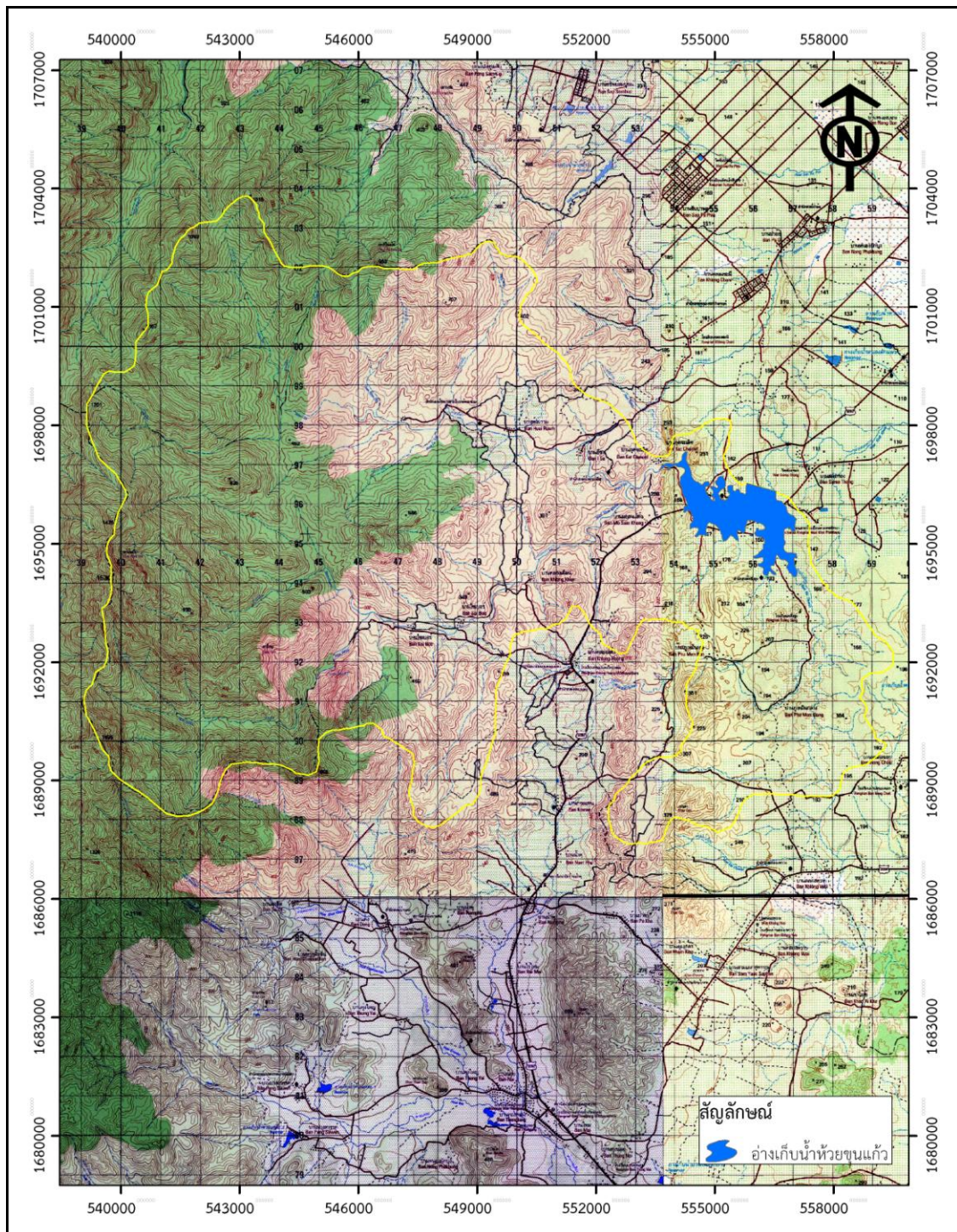
|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วในแผนที่ภูมิประเทศ<br>มาตราส่วน 1:50,000 | 1-2 |
| รูปที่ 1-2 พื้นที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                                                 | 1-3 |
| รูปที่ 2-1 ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                           | 2-2 |
| รูปที่ 2-2 ลักษณะทางปฐพีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                           | 2-4 |
| รูปที่ 2-3 แผนที่ทิศทางลมมรสุมของประเทศไทย                                                    | 2-5 |
| รูปที่ 2-4 อุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                               | 2-6 |
| รูปที่ 2-5 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                       | 2-7 |
| รูปที่ 2-6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                         | 2-7 |
| รูปที่ 2-7 ปริมาณเมฆปกคลุมในลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                                     | 2-8 |
| รูปที่ 2-8 ความเร็วลมในลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                                          | 2-8 |
| รูปที่ 3-1 จุดสำรวจการระดับและพิกัดจากอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                                  | 3-3 |
| รูปที่ 3-2 โค้งความจุและโค้งพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554                         | 3-5 |
| รูปที่ 3-3 แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554                        | 3-6 |
| รูปที่ 4-1 จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว                                        | 4-1 |

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

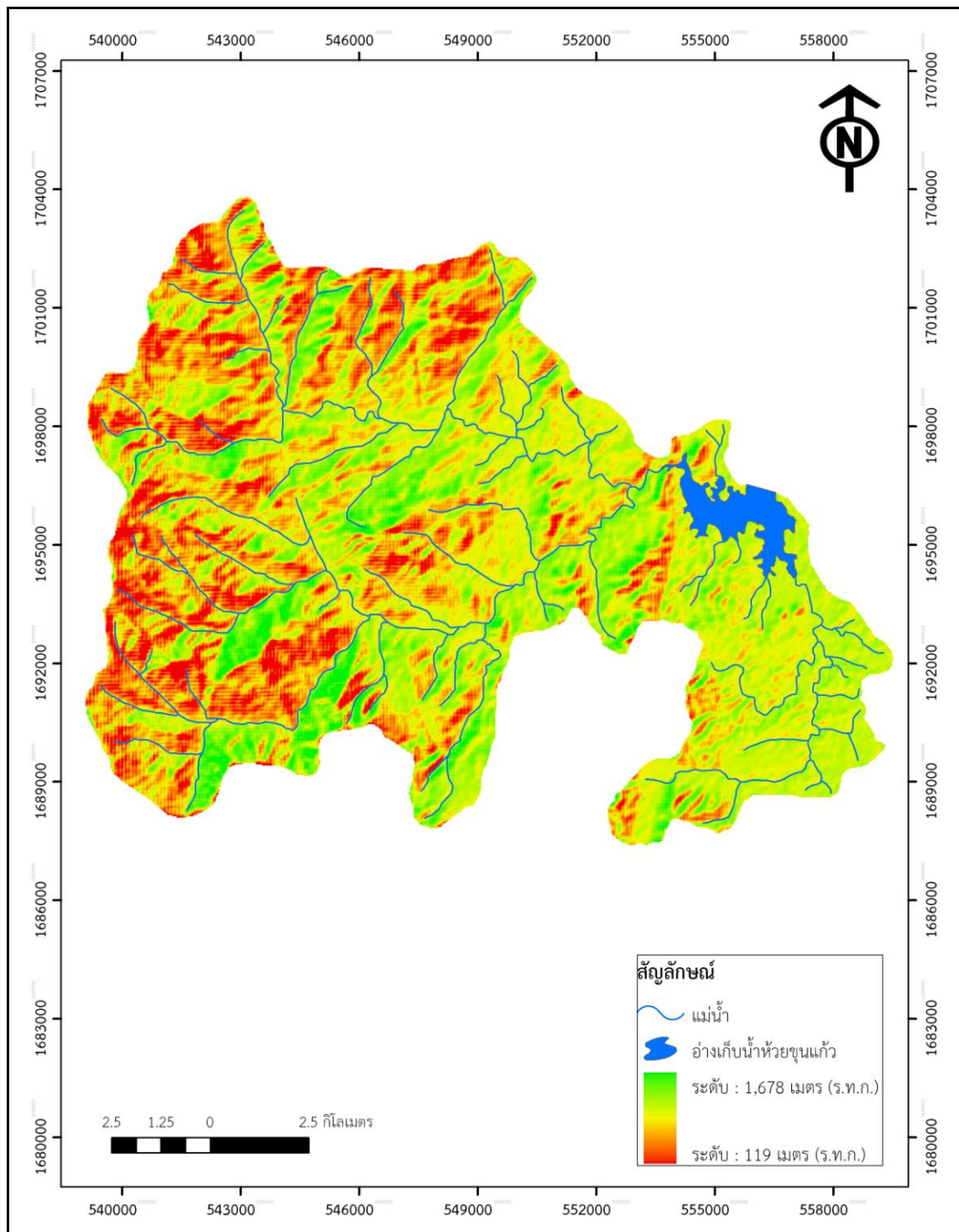
การเพิ่มขึ้นของตะกอนที่ตกทับถมภายหลังการสร้างอ่างเก็บน้ำ เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากส่งผลให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง แม้ว่าการสร้างอ่างเก็บน้ำได้ทำการสำรวจ ตรวจสอบและทำการสร้างระบบป้องกันแล้ว อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน การลดลงของพื้นที่ป่าไม้เหนืออ่างเก็บน้ำ ประกอบกับการก่อสร้างสาธารณูปโภค บ้านเรือน การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ความรุนแรงของพายุ ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ และพัดพาเอาตะกอนดินเหล่านั้นลงสู่แหล่งน้ำซึ่งเป็นสาเหตุให้ปริมาณตะกอนเกิดการสะสมตัวในอ่างเก็บน้ำเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับตามระยะเวลา ซึ่งจะทำให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง (Verstraeten *et al.*, 2003) ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการและวางแผนการใช้น้ำเนื่องจากพื้นฐานข้อมูลไม่ถูกต้อง

พื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละแห่งมีลักษณะพฤติกรรมและกระบวนการของการเกิดตะกอนและตกทับถมแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมของลุ่มน้ำนั้นๆ เช่น สภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพป่าไม้หรือพืชคลุมดิน ปริมาณฝนหรือความเข้มข้นของฝน คุณสมบัติทางกายภาพของดินและลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและเป็นมูลเหตุเบื้องต้นที่ทำให้อัตราการกัดเซาะพื้นผิวของลุ่มน้ำ การเคลื่อนย้ายของตะกอน การกระจายตัวและปริมาณการตกตะกอนสะสมกันน้อยไม่เท่ากันในแต่ละอ่างเก็บน้ำ (Labadz *et al.*, 1995) การทราบปริมาณตะกอนที่ตกทับถมในอ่างเก็บน้ำจึงมีประโยชน์เป็นอย่างมากที่จะนำมาใช้ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น และยังสามารถนำไปประกอบการวางมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้อีกด้วย

ด้วยเหตุดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการสำรวจความจุของอ่างเก็บน้ำ และปรับปรุง (Revise) โค้งระดับ-ความจุ-พื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ เพื่อทราบถึงความสามารถในการกักเก็บน้ำปัจจุบัน และอัตราการทับถมของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ หรืออัตราการลดลงของความจุอ่างเก็บน้ำ โดยเลือกพื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยขุนแก้ว ซึ่งเป็นที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วในแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000



รูปที่ 1-2 พื้นที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อตรวจสอบความจุของอ่างเก็บน้ำ ณ ปัจจุบัน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราการกัดเซาะของพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่
- 1.3.2 สำนวจความลึกของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ Echo Sounder
- 1.3.3 สำนวจค่าความสูงและพิกัดของภูมิประเทศบริเวณอ่างเก็บน้ำ
- 1.3.4 จัดทำแผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Map) ของอ่างเก็บน้ำ มาตราส่วน 1:4,000 แสดงเส้นชั้นความสูงทุกๆ 1 เมตร
- 1.3.5 คำนวณและสร้างกราฟโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความจุและพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ เพื่อประเมินความจุและพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ ทำให้ทราบถึงสภาวะน้ำต้นทุนเก็บกักในปัจจุบันที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำที่ระดับต่างๆ
- 1.3.6 นำความจุของอ่างเก็บน้ำที่สำวจความจุใหม่ไปเปรียบเทียบกับความจุเดิมของอ่างเก็บน้ำที่มีการสำวจในอดีต เพื่อประเมินหาปริมาณตะกอนที่ตกทับถมในอ่างเก็บน้ำ
- 1.3.7 ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนเก็บกักในปัจจุบันที่มีอยู่ในอ่างเก็บน้ำที่ระดับต่างๆ ซึ่งจะนำผลไปประกอบการวางแผนในการบริหารจัดการน้ำ และการปรับปรุงบำรุงรักษาอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุด

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำ ณ ปัจจุบัน
- 1.4.2 สามารถประเมินปริมาณตะกอนที่ตกทับถมในอ่างเก็บน้ำ
- 1.4.3 ทราบอัตราการกัดเซาะของพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ

## 1.5 คณะผู้ศึกษา

| <u>หัวหน้าโครงการ</u>   | <u>ตำแหน่ง/สังกัด</u>            |
|-------------------------|----------------------------------|
| นางรัตนา รัตนจารุรักษ์  | หัวหน้ากลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ |
| <u>ที่ปรึกษาโครงการ</u> |                                  |
| นายสุเทพ น้อยไพโรจน์    | รองอธิบดีฝ่ายบำรุงรักษา          |

|                        |                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| นายทองเปลว กองจันทร์   | ผู้อำนวยการสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา                                                 |
| นายภูรังสรรค์ สมตน     | ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ 12                                                              |
| นายเจ็ดเชาวน์ นิวัตร   | ผู้อำนวยการโครงการชลประทานอุทัยธานี<br>สำนักชลประทานที่ 12                                  |
| นายธาดา สุขะปุ่นพันธ์ุ | ผู้อำนวยการส่วนอุทกวิทยา<br>สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา                                |
| นายสมบัติ ช่างหัวหน้า  | หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน<br>โครงการชลประทานอุทัยธานี สำนักชลประทานที่ 12 |

คณะทำงาน

|                           |                                                                      |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| นายสมชัย นัยอนันต์        | นักอุทกวิทยาชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ                  |
| ว่าที่ รท.ธนาศักดา ทับโตน | นักอุทกวิทยาชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ                  |
| นายลำภูมิ เทียบชัยภูมิ    | นักอุทกวิทยา กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ                               |
| นายสุรพล ทองคำ            | หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการอุทกวิทยา ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาค<br>กลาง |

## บทที่ 2

# ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 2.1 ตำแหน่งที่ตั้งอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วสร้างปิดกั้นลำห้วยขุนแก้วที่บ้านละว้า หมู่ที่ 3 ตำบลทองหลาง อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี ประมาณบริเวณพิกัด เส้นรุ้ง  $15^{\circ}-20'-39''$  N เส้นแวง  $99^{\circ}-31'-24''$  E (Projection WGS1984) ในแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 ระวัง 4939-IV ลำดับชุด L7018

### 2.2 ลักษณะทั่วไปของอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ประเภทเขื่อนดิน ก่อสร้างแล้วเสร็จและเริ่มเก็บกักน้ำในปีพ.ศ. 2544 วัตถุประสงค์หลักของอ่างเก็บน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตร ป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในเขตจังหวัดอุทัยธานีและจังหวัดชัยนาท นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์เพื่อการประมง การอุปโภค-บริโภค และการท่องเที่ยว โดยมีรายละเอียดของโครงการดังนี้

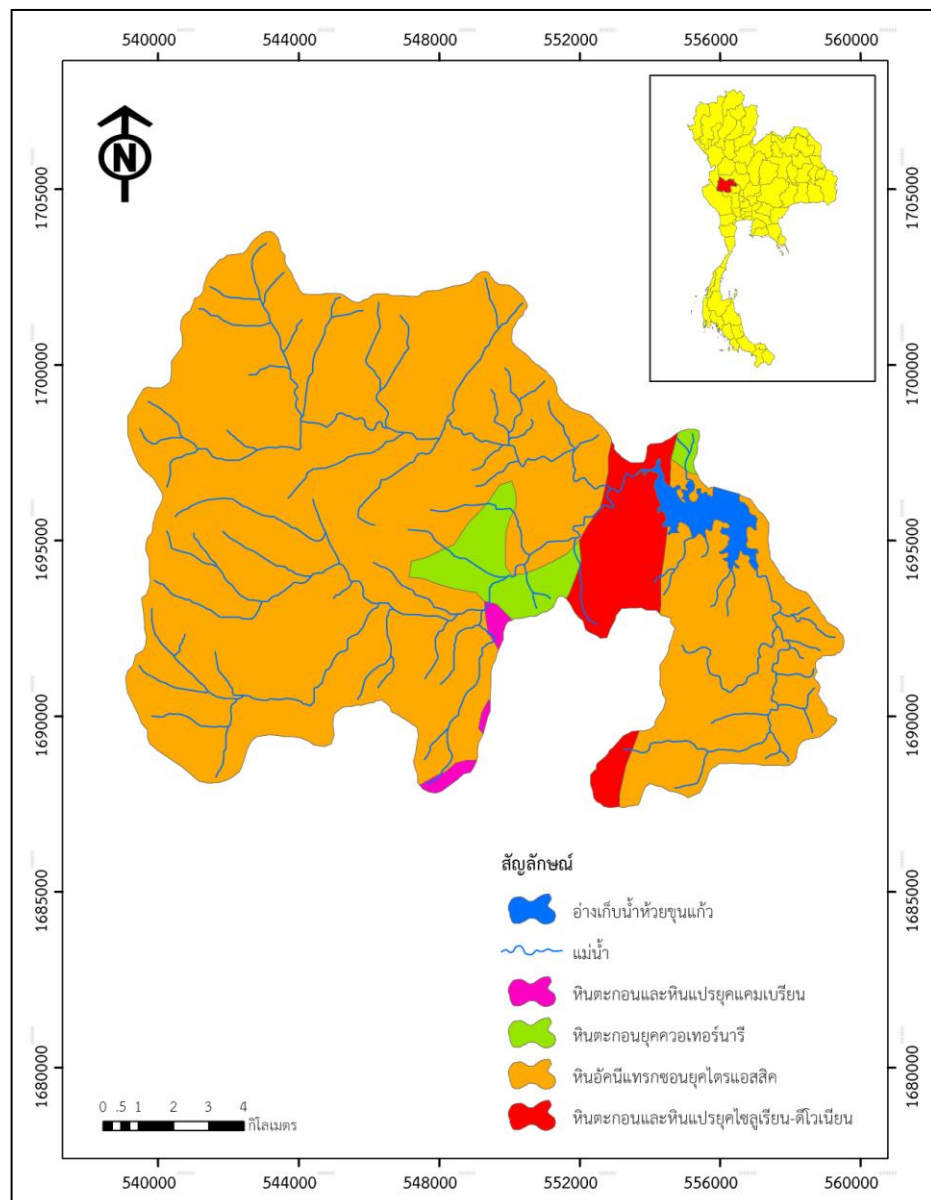
- พื้นที่รับน้ำฝน 197.1 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,080.7 มิลลิเมตร/ปี
  - ระดับเก็บกักสูงสุด (Maximum Pool Level) ที่ 130.0 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุ 55.8 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ผิวน้ำ 6.6 ตร.กม.
  - ระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level) ที่ 128.0 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุ 43.4 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ผิวน้ำ 5.8 ตร.กม.
- ระดับน้ำใช้การไม่ได้ (Dead Storage) ที่ 115.0 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุ 2.2 ล้านลูกบาศก์เมตร
  - ระดับสันเขื่อน 132.0 เมตร (ร.ท.ก.) มีความยาวของสันเขื่อน 891.0 เมตร กว้าง 8.0 เมตร และสูง 25.0 เมตร
  - พื้นที่ชลประทาน 73,000 ไร่

### 2.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นป่าเขาลาดเทจากทิศตะวันตกลงมาทางทิศตะวันออก โดยต้นน้ำทางทิศตะวันตกจะเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน พื้นที่ตอนล่างเป็นพื้นที่ดอน มีลักษณะเป็นลูกคลื่น จุดที่สูงที่สุดของลุ่มน้ำอยู่ที่เขาน้ำเย็นซึ่งมีความสูงประมาณ 1,530 เมตร (ร.ท.ก.) ความยาวลำน้ำจากต้นน้ำถึงหัวงานอ่างเก็บน้ำมีระยะทางประมาณ 21.6 กิโลเมตร โดยมีความลาดชันของลำน้ำประมาณ 1: 12 พื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดประมาณ 197.1 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 1-1

## 2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยหินอัคนี  
เทรคซอนยุคไตรแอสสิก (Triassic Period) ซึ่งประกอบด้วยหินแกรนิต หินแกรโนไดโอไรต์ และหิน  
ไดโอไรต์ ที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำถูกปกคลุมด้วยหินตะกอนตะกั่วลำนํายุคควอ  
เทอร์นารี (Quaternary Period) หินตะกอนและหินแปรยุคแคมเบรียน (Cambrian Period) และยุค  
ไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Silurian-Divonian Period) ดังแสดงในรูปที่ 2-1

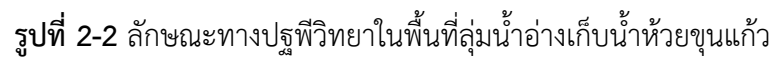


รูปที่ 2-1 ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

## 2.5 ลักษณะทางปฐพีวิทยา

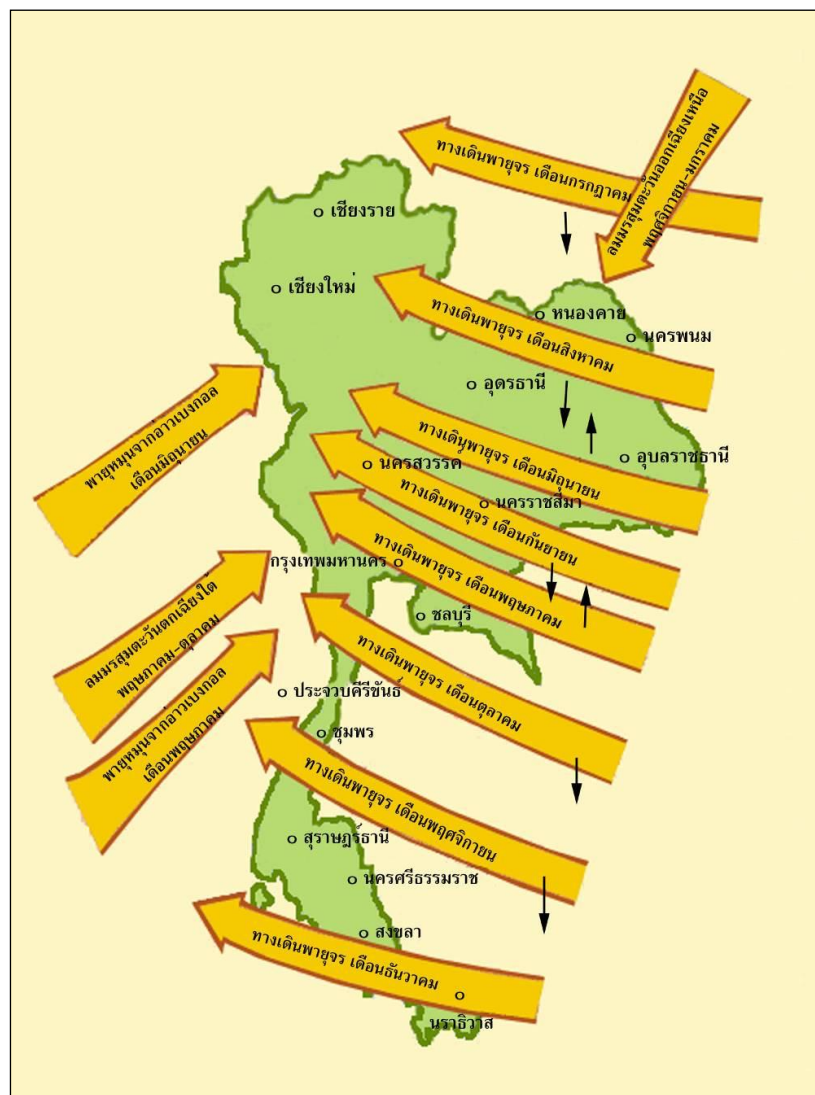
บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วประกอบด้วยชุดดินทั้งหมด 7 ชุด โดยตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำถูกปกคลุมด้วยที่ลาดเชิงซ้อน (Slope Complex) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากวัตถุดิบกำเนิดที่เป็นหินอัคนีแทรกซอน (Intrusive Igneous Rock) น่าจะผุพังสลายตัวเป็นดินที่มีเนื้อหยาบ มีความร่วนซุย เช่นเดียวกับพื้นที่ตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำที่ถูกปกคลุมชุดดินต่างๆ ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย น้ำซึมผ่านได้ดี มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินในระดับสูง (Pacific Southwest Inter-Agency Committee, Water Management Subcommittee, 1968) คุณสมบัติทางกายภาพของชุดดินและการกระจายตัวของแต่ละชุดดิน แสดงดังตารางที่ 2-1 และรูปที่ 2-2 ตามลำดับ

| ชุดดิน                                              | การระบายน้ำ | การซึมผ่านได้<br>ของน้ำ | การไหลบ่า     | เนื้อดิน           |
|-----------------------------------------------------|-------------|-------------------------|---------------|--------------------|
| จันทิก (Cu)                                         | ค่อนข้างดี  | เร็ว                    | ปานกลาง       | ทรายปนร่วน         |
| กำแพงแสน (Ks)                                       | ดี          | ปานกลาง                 | ปานกลางถึงช้า | ร่วนปนทรายแข็ง     |
| ลาดหญ้า (Ly)                                        | ดี          | ปานกลาง                 | ปานกลาง       | ร่วนหรือร่วนปนทราย |
| ภูสะนา (Ps)                                         | ดี          | ปานกลาง                 | ช้าถึงปานกลาง | ร่วนปนทราย         |
| ทับเสลา (Tas)                                       | ค่อนข้างดี  | เร็ว                    | ปานกลาง       | ร่วนปนทราย         |
| หน่วยสัมพันธ์ดินชุด<br>จันทิก / ทับเสลา<br>(Cu/Tas) | ค่อนข้างดี  | เร็ว                    | ปานกลาง       | ร่วนปนทราย         |
| ที่ลาดเชิงซ้อน (Sc)                                 | -           | -                       | -             | -                  |



สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยขุนแก้ว อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมมรสุมทั้งสองนี้ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศของภาคกลางซึ่งเป็นที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา ทำให้มีฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยมีฝนหนักในเดือนกันยายน เมื่อผ่านพ้นจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะอากาศโดยทั่วไปเริ่มเข้าสู่สภาวะแห้งแล้งและอุณหภูมิของอากาศลดลงภายใต้อิทธิพลของลม

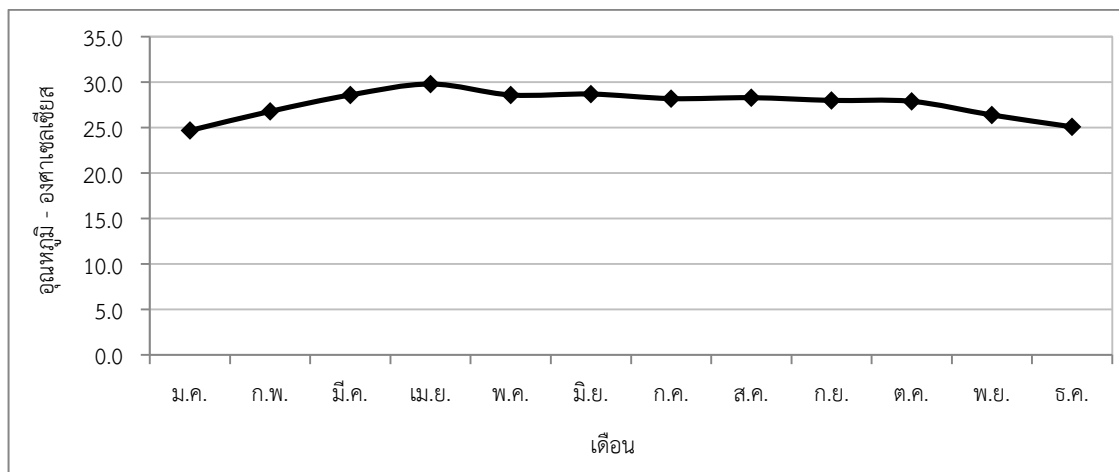
มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากความกดอากาศสูงในประเทศจีน ดังแสดงในรูปที่ 2-3 โดยช่วงเวลาดังกล่าวจะเริ่มประมาณตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ช่วงเวลาที่เหลือถึงเดือนพฤษภาคมจะเป็นช่วงฤดูร้อน ลักษณะอากาศโดยทั่วไปในช่วงเวลานี้มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงและแห้งแล้ง นอกจากลมมรสุมที่พัดผ่านเป็นประจำแล้ว ยังมีร่องความกดอากาศต่ำ ลมพายุจร โดยเฉพาะพายุดีเปรสชัน ไชน่ร้อนและไต้ฝุ่น จากมหาสมุทรแปซิฟิก ที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งเมื่อพัดผ่านจะทำให้มีฝนตกหนัก แผ่นดินถล่ม น้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือน เรือกสวนไร่นา และเส้นทางคมนาคม



รูปที่ 2-3 แผนที่ทิศทางลมมรสุมของประเทศไทย (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2552)

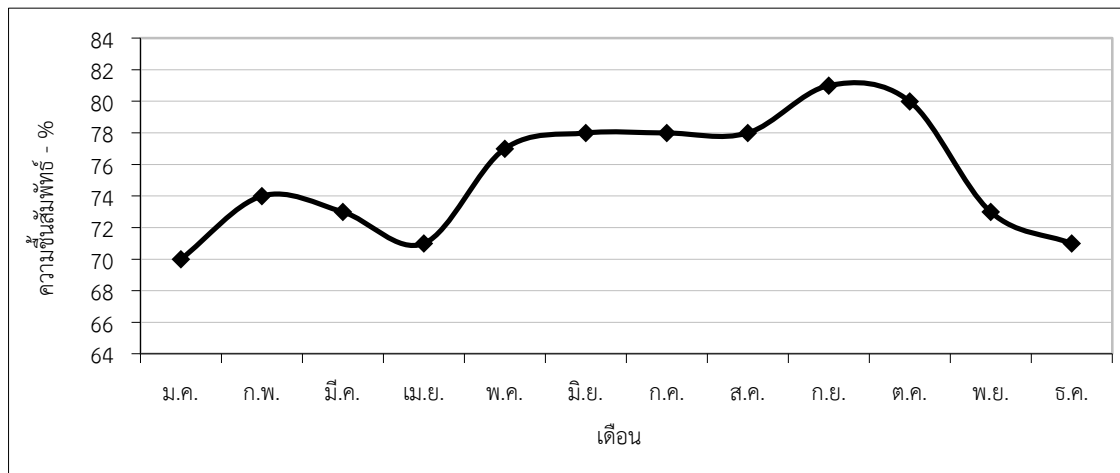
การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูกาลต่างๆ โดยพิจารณาจากอิทธิพลของลมมรสุมร่วมกับข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดภูมิอากาศที่ จ.ชัยนาท (สถานี 402301) ของกรมอุตุนิยมวิทยา ในคาบ 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 – 2552 ได้แก่ข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณการระเหย เมฆปกคลุม และ ความเร็วลม ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำของพืช และการระเหยของน้ำจากอ่างเก็บน้ำ (Doorenbos and Pruitt, 1975; Jensen *et al.*, 2005) สามารถสรุปสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา ได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังรูปที่ 2-4 มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 24.7–29.8 องศาเซลเซียส ช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในเดือนมกราคม 24.7 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายน 29.8 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีมีค่า 27.6 องศาเซลเซียส



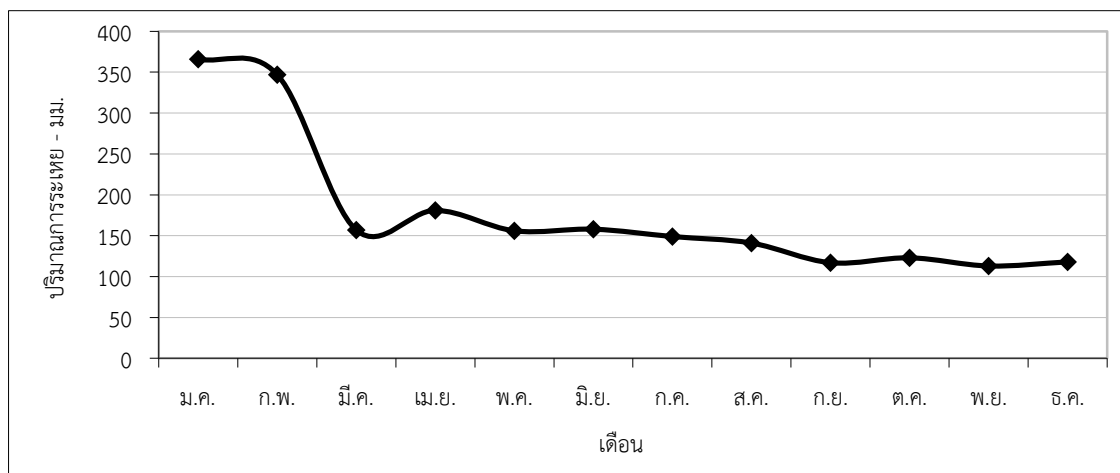
รูปที่ 2-4 อุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนแสดงดังรูปที่ 2-5 มีค่าอยู่ระหว่าง 70 – 81 เปอร์เซ็นต์ เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด คือเดือนมกราคม 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด คือเดือนกันยายน 81 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์



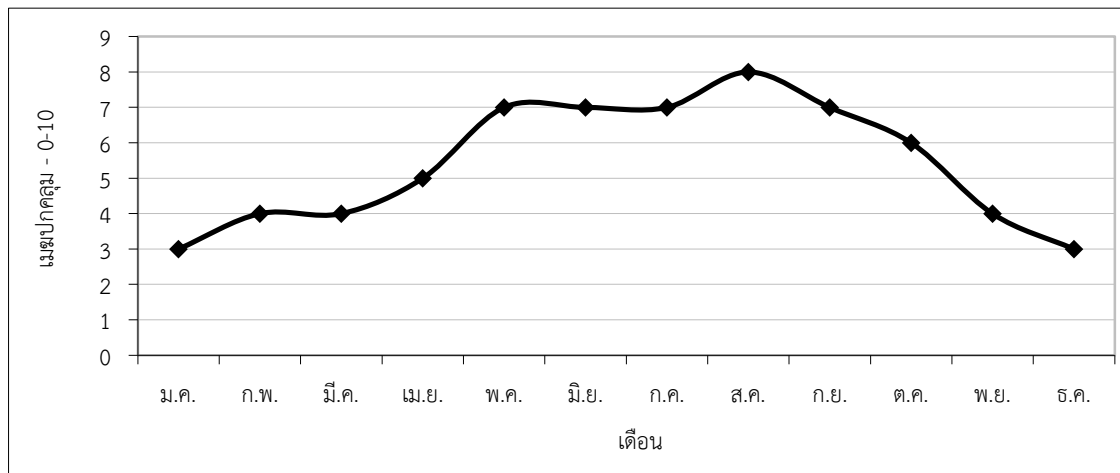
รูปที่ 2-5 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว (กรมอุตุฯ, 2554)

3) ปริมาณการระเหย (Evaporation) ปริมาณการระเหยเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังรูปที่ 2-6 มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 113– 366 มิลลิเมตร ช่วงที่มีปริมาณการระเหยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนมกราคม 366 มิลลิเมตร ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนเป็นเดือนที่มีปริมาณการระเหยเฉลี่ยต่ำสุด 113 มิลลิเมตร ค่าปริมาณการระเหยที่วัดจากภาควัดการระเหย รวมทั้งปีมีค่าเฉลี่ย 2,126 มิลลิเมตร



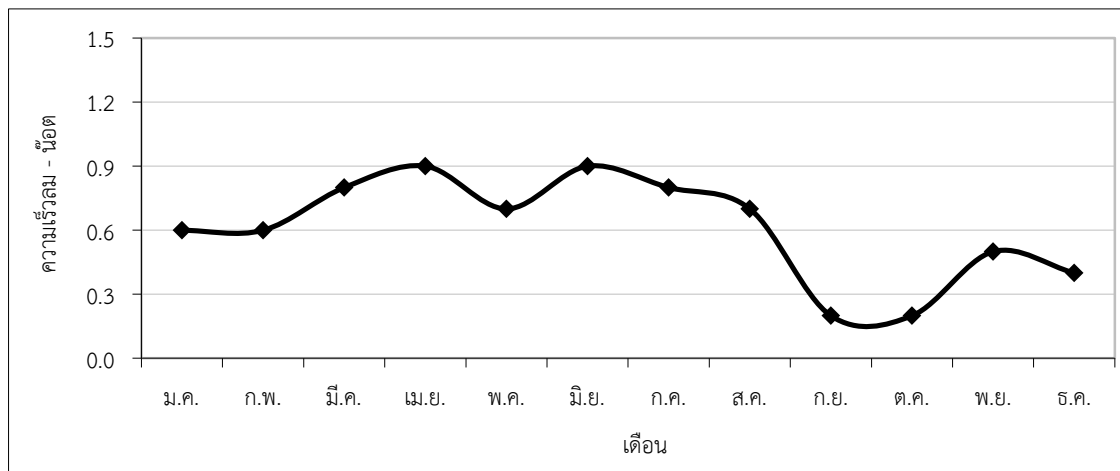
รูปที่ 2-6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว (กรมอุตุฯ, 2554)

4) เมฆปกคลุม (Cloudiness) ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้ารายเดือนแสดงดังรูปที่ 2-7 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3 – 8 ส่วน ช่วงที่มีปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยน้อยที่สุดในเดือนมกราคมและเดือนธันวาคม 3 ส่วน และสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในเดือนสิงหาคม 8 ส่วน สำหรับค่าเฉลี่ยรวมทั้งปี 5 ส่วน



รูปที่ 2-7 ปริมาณเมฆปกคลุมในลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

5) ความเร็วลม (Wind) ความเร็วลมรายเดือนแสดงดังรูปที่ 2-8 มีค่าเฉลี่ยที่ผันแปรอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.9 น็อต ช่วงที่มีความเร็วลมเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม 0.2 น็อต และสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในเดือนเมษายนและเดือนมิถุนายน 0.9 น็อต ความเร็วลมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นในคาบ 30 ปี เกิดขึ้นในเดือนธันวาคม มีความเร็ว 100 น็อต



รูปที่ 2-8 ความเร็วลมในลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554)

## บทที่ 3

# การศึกษาความจุอ่างเก็บน้ำ

การสำรวจความจุอ่างเก็บน้ำในครั้งนี้ ขั้นตอนการศึกษาแบ่งออกเป็น การสำรวจเพื่อหาราคาระดับและพิกัดฉาก การคำนวณความจุอ่างเก็บน้ำ ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งมีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

### 3.1 การสำรวจเพื่อหาราคาระดับและพิกัดฉาก

การหาค่าระดับความสูงและพิกัดฉากของหมุดหลักฐาน (Bench Mark) ต่างๆ ที่ฝังไว้ถาวรเพื่อเป็นแนวในการสำรวจรูปตัดขวาง (X-Section) ของอ่างเก็บน้ำ โดยแนวของรูปตัดขวางอาจจะวางขนานหรือตั้งฉากกับสันเขื่อน ซึ่งต้องพิจารณาถึงรูปร่างของอ่างเก็บน้ำ ทิศทางของลำน้ำ และความสะดวกในการปฏิบัติงาน การดำเนินงานใช้หลักการสำรวจเบื้องต้น โดยหลังจากวางหมุดคู่ โดยรอบอ่างแล้วทำการเดินวงรอบ (Traverse) และถ่ายระดับ (Elevation) และพิกัดฉากจากหมุดหลักฐาน (Bench Mark) ที่ทราบค่า ซึ่งอาจจะเป็นหมุดหลักฐานของโครงการฯ หรือหมุดหลักฐานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง โดยเริ่มออกการสำรวจจากหมุดหลักฐานที่ทราบค่าพิกัดและระดับความสูง ทำการรังวัดมุมระยะทาง ถ่ายทอดจนครบจำนวนหมุดหลักฐานที่ฝังใหม่และมาบรรจบลงที่หมุดหลักฐานที่เป็นจุดเริ่มต้นของการทำวงรอบ (Close Traverse) เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของวงรอบในภายหลัง และไม่ควรดำเนินการเป็นวงรอบเปิด เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องและปรับแก้ความคลาดเคลื่อนในการทำงานได้ บางโครงการฯ หมุดหลักฐานที่ใช้ในการอ้างอิงชั่วคราว หรือสูญหาย จนไม่สามารถนำมาอ้างอิงได้ ควรใช้สันของอ่างเก็บน้ำ เป็นจุดที่ออกพิกัดและให้ราคาพิกัดสมมุติแทน เพื่อใช้ในการทำรูปตัดขวางของอ่างเก็บน้ำ

การสำรวจหาราคาระดับและพิกัดฉากของอ่างเก็บน้ำแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

- 1) การสำรวจระดับและพิกัดฉากส่วนที่อยู่บนบก ดำเนินการหลังจากที่ได้เดินระดับหมุดหลักฐานที่ฝังไว้รอบอ่างเก็บน้ำแล้ว การสำรวจระดับความสูง-ต่ำ ของภูมิประเทศบริเวณใกล้เคียงหมุดหลักฐานนั้นๆ จะใช้ราคาที่หมุดหลักฐานเป็นเกณฑ์ในการดำเนินการทำระดับและพิกัดฉากทุกระยะ 40.00 เมตร โดยใช้เทปวัดระยะวัดเริ่มจากระดับผิวหน้าในอ่าง จนถึงจุดที่มีความสูงเกินกว่าระดับเก็บกักปกติ ดำเนินการในทุกๆ แนวของรูปตัดขวาง (X-Section) ที่ได้ดำเนินการวางแผนและหมุดหลักฐาน พร้อมบันทึกค่าพิกัดและระดับความสูง ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว จนครบทุกแนวรูปตัด
- 2) การสำรวจระดับและพิกัดฉากส่วนที่อยู่ในน้ำ โดยทั่วไปอาศัยเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Technique) เพื่อหาความลึกของท้องน้ำ ซึ่งเครื่องมือในการสำรวจความลึกของน้ำ คือ เครื่อง Echo Sounder ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของคลื่นเสียง ข้อมูลความลึกที่ได้จะนำไปคำนวณเป็นราคาระดับเพื่อดำเนินการในขั้นต่อไป

ค่าระดับและพิกัดฉากที่ได้ในทั้งส่วนที่อยู่บนบกและในน้ำนั้น ทำการเชื่อมต่อกับระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Position System: GPS) โดยเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ

พิกพา และอ้างอิงระบบพิกัดตามแผนที่สภาพภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 ในระบบ UTM: WGS1984 Zone48 ของกรมแผนที่ทหาร แสดงดังรูปที่ 3-1

### 3.2 การสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูงของอ่างเก็บน้ำ

การสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูงของอ่างเก็บน้ำ ดำเนินการโดยอาศัยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลชนิดแบบจุด (Points) ที่ประกอบด้วยข้อมูลค่าพิกัดและค่าระดับ (X, Y, Z Coordinates) มาทำการประมาณค่าพื้นผิว (Interpolation) ที่ไม่ทราบค่าระดับ ให้อยู่ในรูปแบบแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ด้วยวิธีประมาณค่าแบบ Linear Rubber Sheetting ซึ่งเป็นฟังก์ชันการประมาณค่าเชิงเส้น โดยกำหนดให้ตารางกริด (Grid Cell) มีขนาดเท่ากับ 1x1 เมตร อ้างอิงระบบพิกัด UTM: WGS1984 Zone47 พร้อมทั้งสร้างเส้นชั้นความสูง (Contour Lines) จาก DEM ที่ประมวลผลมาได้ และปรับความโค้งมนของเส้น (Smooth) ด้วยชุดคำสั่ง B-Spline (B-Spline Algorithm)

เส้นชั้นความสูงที่ได้จากการประมวลผลข้างต้น อาจมีความคลาดเคลื่อนจากสภาพพื้นที่จริง เนื่องจากแนวสำรวจไม่ครอบคลุมหรือจำนวนจุดสำรวจอาจไม่มีความหนาแน่นพอ จึงอาจต้องมีการปรับแก้ด้วยมือ (Manual Manipulation) เพื่อให้ได้แผนที่เส้นชั้นความสูงที่มีความถูกต้องมากที่สุด (Morris and Fan, 1998)

### 3.3 การประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำ

การประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วจากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour Data) ใช้วิธีการคำนวณแบบพื้นที่เส้นชั้นความสูงเฉลี่ย (Average Contour Area Method) ซึ่งเป็นการประเมินปริมาตรระหว่างคูของเส้นชั้นความสูงที่มีลำดับติดกัน (Successive Pair of Contour Lines) ดังแสดงในสมการที่ (3-1)

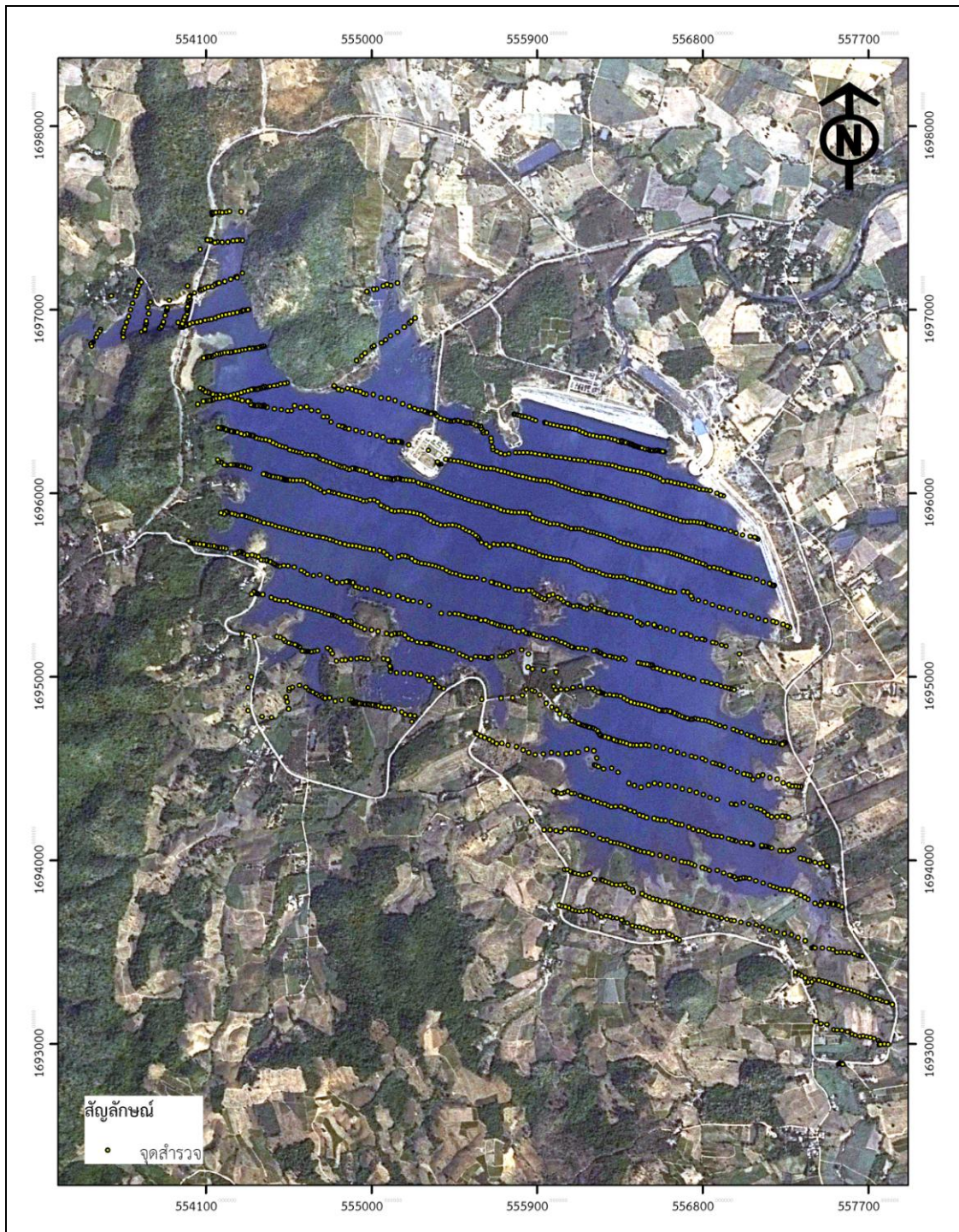
$$V = H \frac{(A_1 + A_2)}{2} \quad \dots (3-1)$$

เมื่อ V = ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม.)

H = ความต่างของค่าระดับระหว่างคูของเส้นชั้นความสูง (เมตร)

A<sub>1</sub> และ A<sub>2</sub> = พื้นที่ของเส้นชั้นความสูงเส้นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (ตร.กม.)

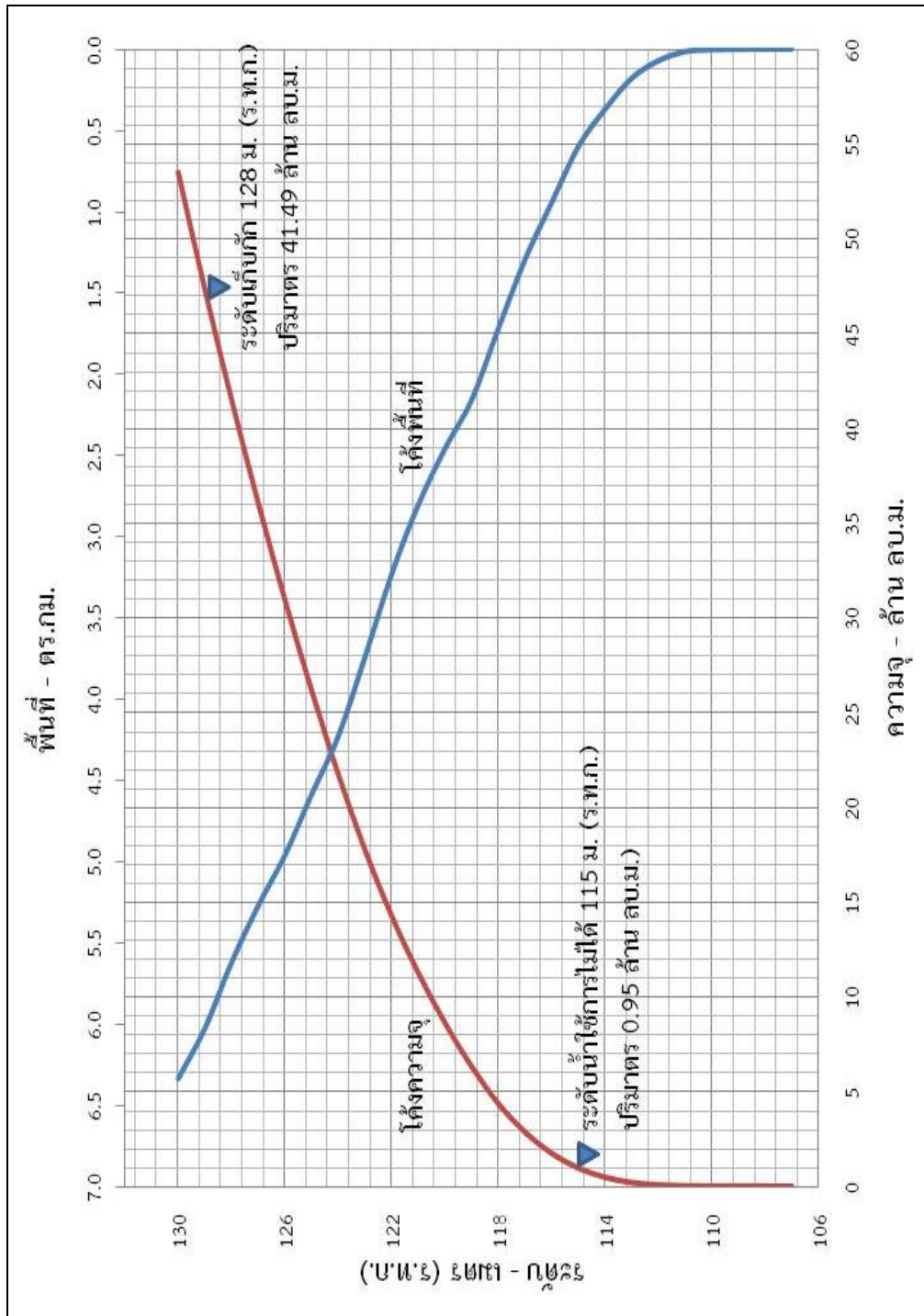
ผลจากการศึกษาพบว่า ความจุของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ณ ปี พ.ศ.2554 ที่ระดับเก็บกักปกติ 128.00 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เท่ากับ 41.49 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ผิว 5.63 ตารางกิโลเมตร ส่วนความจุเดิมของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วที่เคยศึกษาไว้เมื่อ ปี พ.ศ.2544 มีความจุเท่ากับ 43.41 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ผิว 5.80 ตารางกิโลเมตร เมื่อนำผลการศึกษาทั้งสองมาเปรียบเทียบกับกัน พบว่าความจุของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ซึ่งมีระยะเวลาห่างกัน 11 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2554 ลดลง 1.92 ล้านลูกบาศก์เมตร และพื้นที่ผิวน้ำลดลง 0.17 ตารางกิโลเมตร ดังตารางที่ 3-2



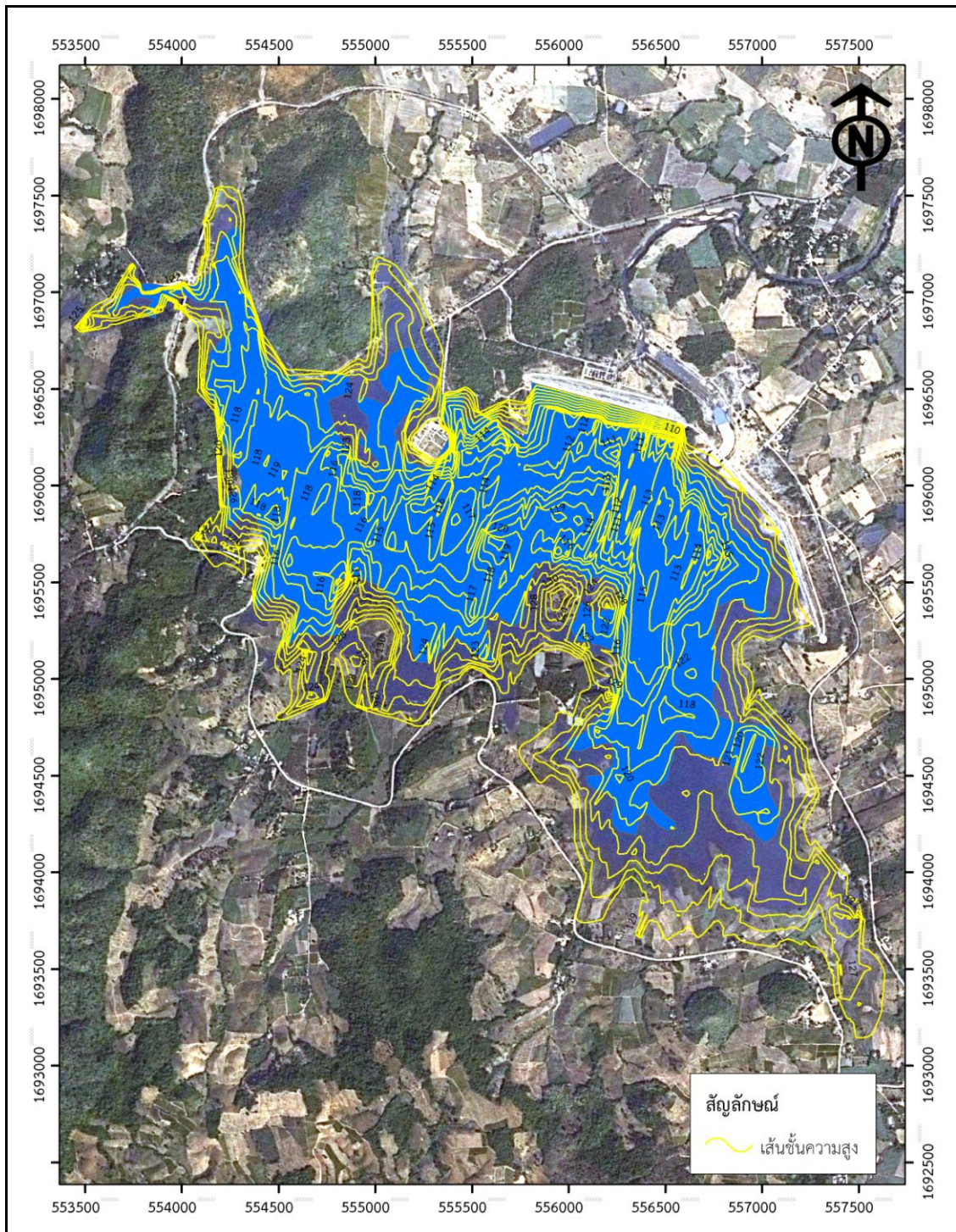
รูปที่ 3-1 จุดสำรวจการระดับและพิกัดจากอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

ตารางที่ 3-1 พื้นที่และความจุ ที่ระดับเก็บกักต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554

| ระดับ<br>(เมตร (ร.ท.ก.)) | พื้นที่<br>(ตร.กม.) | ความจุ<br>(ล้าน ลบ.ม.) |
|--------------------------|---------------------|------------------------|
| 107                      | 0.00000             | 0.00000                |
| 108                      | 0.00002             | 0.00001                |
| 109                      | 0.00165             | 0.00085                |
| 110                      | 0.00446             | 0.00390                |
| 111                      | 0.01621             | 0.01424                |
| 112                      | 0.07275             | 0.05872                |
| 113                      | 0.18024             | 0.18521                |
| 114                      | 0.37134             | 0.46100                |
| 115                      | 0.60060             | 0.94697                |
| 116                      | 0.94532             | 1.71993                |
| 117                      | 1.29625             | 2.84071                |
| 118                      | 1.72192             | 4.34980                |
| 119                      | 2.16003             | 6.29077                |
| 120                      | 2.46065             | 8.60111                |
| 121                      | 2.80629             | 11.23458               |
| 122                      | 3.23372             | 14.25458               |
| 123                      | 3.74461             | 17.74375               |
| 124                      | 4.23125             | 21.73167               |
| 125                      | 4.58954             | 26.14207               |
| 126                      | 4.96482             | 30.91925               |
| 127                      | 5.27513             | 36.03922               |
| 128                      | 5.62531             | 41.48944               |
| 129                      | 6.03099             | 47.31759               |
| 130                      | 6.34073             | 53.50346               |



รูปที่ 3-2 โค้งความจุและโค้งพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554



รูปที่ 3-3 แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554

ตารางที่ 3-2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความจุ พื้นที่ อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

| ที่ | รายการ                           | การสำรวจความจุ    |           |
|-----|----------------------------------|-------------------|-----------|
|     |                                  | เก็บกัก พ.ศ. 2544 | พ.ศ. 2554 |
| 1   | ระดับเก็บกักปกติ – ม. (ร.ท.ก.)   | 128.0             | 128.0     |
|     | ความจุ - ล้าน ลบ.ม.              | 43.4              | 41.5      |
|     | พื้นที่อ่าง - ตร.กม.             | 5.8               | 5.6       |
| 2   | ระดับเก็บกักสูงสุด – ม. (ร.ท.ก.) | 130.0             | 130.0     |
|     | ความจุ - ล้าน ลบ.ม.              | 55.8              | 53.5      |
|     | พื้นที่อ่าง - ตร.กม.             | 6.6               | 6.3       |

### 3.4 อัตราการตกสะสมของตะกอนและอัตราการกัดเซาะ

อัตราการตกสะสมของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ สามารถประเมินได้จากผลต่างของความจุอ่างเก็บน้ำ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาความจุอ่างเก็บน้ำ ดังสมการ

$$Q_{sa} = \frac{\Delta Q_s}{\Delta t} \quad \dots (3-2)$$

เมื่อ  $Q_{sa}$  คือ ปริมาณตะกอนตกสะสมรายปี (ลูกบาศก์เมตร/ปี)

$\Delta Q_s$  คือ ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ลดลง (ลูกบาศก์เมตร)

$\Delta t$  คือ เวลา (ปี)

ดังนั้น ในช่วงระยะเวลา 11 ปี ของการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว มีปริมาณตะกอนตกสะสมในอ่างเก็บน้ำประมาณปีละ 174,545 ลูกบาศก์เมตร/ปี

อัตราการกัดเซาะพื้นที่ลุ่มน้ำเฉลี่ยรายปี สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3-3)

$$E = \frac{Q_{sa}}{D_a} \quad \dots (3-3)$$

เมื่อ  $E$  คือ อัตราการกัดเซาะ (มิลลิเมตร/ปี)

$Q_{sa}$  คือ ปริมาณตะกอนตกสะสมรายปี (ลูกบาศก์เมตร./ปี)

$D_a$  คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางเมตร)

จากสัดส่วนปริมาณตะกอนตกสะสมรายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่าอัตราการกัดเซาะพื้นที่ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วมีค่าประมาณ 0.89 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าเกณฑ์ที่ใช้ออกแบบอ่างเก็บน้ำของสำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ซึ่งกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.20 มิลลิเมตร/ปี

### 3.5 การศึกษาวัสดุท้องน้ำ

การศึกษาตะกอนวัสดุท้องน้ำ (Bed Material) ของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว เพื่อหาสัดส่วนและการกระจายตัวของตะกอนแต่ละอนุภาคที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำ (Grain Size Distribution Analysis) โดยทำการเก็บตัวอย่างตะกอนทั้งหมด 5 ตัวอย่าง กระจายครอบคลุมทั่วทั้งอ่างเก็บน้ำและ

เป็นตัวแทนของตะกอนทั้งอ่างเก็บน้ำ จากนั้นนำมาวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาคโดยวิธีร่อนคัดขนาด (Sieve Analysis) สำหรับตะกอนหยาบและวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Method) สำหรับตะกอนละเอียด จำแนกขนาดอนุภาคของตะกอนโดยใช้เกณฑ์อ้างอิงจาก American Geophysical Union (AGU) จากการวิเคราะห์พบว่าโดยเฉลี่ยตะกอนวัสดุท้องน้ำมีเนื้อ (Texture) เป็นดินเหนียว (Clay) ซึ่งสามารถแสดงผลการจำแนกอนุภาคในรูปร้อยละได้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 สัดส่วนอนุภาคในรูปร้อยละของตะกอนวัสดุท้องน้ำ

| ตัวอย่าง<br>ที่ | ดินเหนียว<br>(Clay) | ทรายแป้ง<br>(Silt) | ทราย<br>(Sand) | ทรายหยาบ<br>(Course Sand) | กรวด<br>(Gravel) |
|-----------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------------------|------------------|
| 1               | 51.5                | 45.5               | 1.5            | 0.5                       | 1.0              |
| 2               | 73.5                | 21.0               | 2.0            | 2.0                       | 1.5              |
| 3               | 72.5                | 21.0               | 6.5            | 0.0                       | 0.0              |
| 4               | 66.5                | 22.0               | 3.5            | 4.5                       | 3.5              |
| 5               | 69.5                | 17.5               | 4.0            | 5.0                       | 4.0              |
| เฉลี่ย          | 66.7                | 25.4               | 3.5            | 2.4                       | 2.0              |

### 3.5.1 ความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำ

วิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำ เนื้อและขนาดอนุภาคของตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนาแน่นของตะกอนที่ตกทับถม โดยอ่างเก็บน้ำที่มีการลดระดับน้ำลงมากๆ จนทำให้ตะกอนมีโอกาสดำรง จะทำให้เกิดการเชื่อมตัวและอัดแน่น (Consolidation and Compaction) ได้มากกว่าตะกอนที่จมอยู่ตลอดเวลา (Continuously Submerged) นอกจากนี้ ตะกอนที่ประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นทรายแป้งและทรายเป็นส่วนใหญ่จะมีความหนาแน่นมากกว่า ตะกอนที่ประกอบด้วยดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ (Strand and Pemberton, 1982)

จากความซับซ้อนของกระบวนการเกิดตะกอน การรวมตัวและอัดแน่นของตะกอน ดังกล่าว Lara and Pemberton (1965) จึงได้พัฒนาวิธีการแบบเอ็มไพริคัล (Empirical) เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมเริ่มแรก (Initial Density of Deposited Material) โดยใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนจากอ่างเก็บน้ำต่างๆ จำนวน 1,316 ตัวอย่าง ได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ (3-4)

$$W_1 = W_c P_c + W_m P_m + W_s P_s \quad \dots (3-4)$$

เมื่อ  $W_1$  = ความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมเริ่มแรก (กก./ลบ.ม.)

$P_c, P_m$  และ  $P_s$  = ร้อยละของส่วนผสมของดินเหนียว ทรายแป้ง และทราย

ตามลำดับ

$W_c, W_m$  และ  $W_s$  = ความหนาแน่นของดินเหนียว ทรายแป้ง และทราย (กก./ลบ.ม.) ตามลำดับ โดยมีค่าขึ้นอยู่กับประเภทของการจัดการอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3-4

**ตารางที่ 3-4** ความหนาแน่นและค่าคงตัวของส่วนผสมตะกอนตามลักษณะการจัดการอ่างเก็บน้ำ  
(Lara and Pemberton, 1965)

| ลักษณะการจัดการอ่างเก็บน้ำ                                 | ดินเหนียว |     | ทรายแป้ง |    | ทราย  |   |
|------------------------------------------------------------|-----------|-----|----------|----|-------|---|
|                                                            | $W_c$     | K   | $W_m$    | K  | $W_s$ | K |
| 1. ตะกอนที่ตกสะสมจะจมอยู่เสมอ<br>(Continuously Submerged)  | 416       | 256 | 1,120    | 91 | 1,150 | 0 |
| 2. ระดับน้ำลดลงเป็นบางช่วง<br>(Periodic Drawdown)          | 516       | 135 | 1,140    | 29 | 1,150 | 0 |
| 3. อ่างเก็บน้ำจะแห้งอยู่เสมอ<br>(Reservoir Normally Empty) | 641       | 0   | 1,150    | 0  | 1,150 | 0 |

อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วมีลักษณะการจัดการอ่างเก็บน้ำตามประเภทที่ 2 คือมีระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงเป็นบางช่วง เมื่อนำมาคำนวณตามสมการที่ (3-4) พบว่ามีความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมเริ่มแรกเท่ากับ 720.95 กก./ลบ.ม.

เมื่อตะกอนตกสะสมและทับถมกันเป็นเวลานานขึ้น ความหนาแน่นของตะกอนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำในแต่ละปีของช่วงเวลา T ปี อาจมีการจัดการอ่างเก็บน้ำที่ต่างกันและเกิดการอัดแน่นของตะกอนแตกต่างกันด้วย Miller (1953) ได้พัฒนาวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำตลอดระยะเวลา T ปีของการจัดการอ่างเก็บน้ำ ดังสมการที่ (3-5)

$$W_T = W_1 + 0.4343K \left[ \left( \frac{T}{T-1} \ln T \right) - 1 \right] \quad \dots (3-5)$$

เมื่อ  $W_T$  = ความหนาแน่นของตะกอนเฉลี่ยเมื่อจัดการอ่างเก็บน้ำเป็นเวลา T ปี (กก./ลบ.ม.)

$W_1$  = ความหนาแน่นของตะกอนที่ตกสะสมเริ่มแรก (กก./ลบ.ม.)

T = ระยะเวลาที่จัดการอ่างเก็บน้ำ (ปี)

K = ค่าคงตัว โดยมีที่มาจากลักษณะการจัดการอ่างเก็บน้ำและขนาดอนุภาคของตะกอน ดังแสดงในตารางที่ 3-4

อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วเริ่มทำการกักเก็บและบริหารจัดการน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน เป็นเวลา 11 ปี มีความหนาแน่นของตะกอนเฉลี่ยประมาณ 792.60 กก./ลบ.ม. และ

เมื่อพิจารณาปริมาตรตะกอนที่ตกทับถมในอ่างเก็บน้ำตลอดระยะเวลาการจัดการอ่างเก็บน้ำ (ความจุของอ่างเก็บน้ำที่ลดลง 1.92 ล้าน ลบ.ม.) สามารถคิดเป็นปริมาณตะกอนที่ไหลลงและถูกดักไว้ในอ่างเก็บน้ำประมาณ 1,521,792 ตัน

## บทที่ 4

# คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำ

### 4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำ

การศึกษาคูณภาพน้ำในภาคสนาม ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมด 6 ดัชนีที่มีผลต่อคุณภาพน้ำผิวดิน ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) ความเค็ม (Salinity) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO) และของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid: TDS) โดยเลือกจุดตรวจวัดทั้งหมด 9 จุดที่เป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 4-1 โดยตรวจวัดที่ระดับความลึกของน้ำอ้างอิงตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ดังแสดงในภาคผนวก ข. จากนั้นประเมินคุณภาพน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ 2 เกณฑ์ คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) และเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร ดังแสดงในภาคผนวก ก. สามารถสรุปผลการตรวจวัดได้ดังตารางที่ 3-3



รูปที่ 4-1 จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

ตารางที่ 4-1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว

| จุดที่ | ปัจจัย |            |           |             |            |            |
|--------|--------|------------|-----------|-------------|------------|------------|
|        | pH     | Temp. (°C) | DO (mg/L) | Sal. (mg/L) | TDS (mg/L) | EC (µs/cm) |
| 1      | 8.8    | 31.3       | 6.5       | 0.1         | 50.0       | 78.0       |
| 2      | 8.8    | 30.3       | 6.7       | 0.1         | 50.0       | 77.0       |
| 3      | 8.4    | 29.9       | 6.4       | 0.1         | 50.0       | 76.0       |
| 4      | 8.7    | 30.0       | 6.7       | 0.1         | 48.0       | 74.0       |
| 5      | 8.4    | 29.6       | 5.8       | 0.1         | 49.0       | 75.0       |
| 6      | 8.4    | 29.9       | 6.4       | 0.1         | 49.0       | 76.0       |
| 7      | 8.4    | 29.8       | 4.8       | 0.1         | 48.0       | 74.0       |
| 8      | 8.4    | 29.6       | 5.0       | 0.1         | 47.0       | 73.0       |
| 9      | 8.3    | 29.6       | 6.0       | 0.1         | 46.0       | 70.0       |
| เฉลี่ย | 8.5    | 30.0       | 6.0       | 0.1         | 48.6       | 74.8       |

1) ความเป็นกรด-ด่าง โดยปกติในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประมาณ 6.5 – 8.5 (Michaud, 1991) จากผลการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำในอ่างเก็บน้ำพบว่าน้ำมีสภาพเป็นด่าง โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.3 – 8.8 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.5 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร

2) อุณหภูมิจากผลการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในภาคสนามพบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 29.6 – 31.3 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.0 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดว่าเป็นอุณหภูมิตามธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถดำรงชีวิตได้ (จำลอง อรุณเลิศอารีย์, 2548) ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร

3) ออกซิเจนละลาย หรือออกซิเจนที่แทรกตัว (Dissolved) อยู่ในน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตในน้ำต่างๆ ทั้งยังใช้การย่อยสลายสารอินทรีย์และกระบวนการทางชีวเคมีในน้ำด้วย (Michaud, 1991) จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำพบว่ามีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 4.8 – 6.7 มิลลิกรัม/ลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 มิลลิกรัม/ลิตร ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร

4) ความเค็ม ในแหล่งน้ำธรรมชาติทุกแห่งย่อมมีเกลือ (Dissolved Salts) เจือปนอยู่ น้ำที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงจะไม่มี ความเหมาะสมต่อการบริโภคและการชลประทาน โดยความเค็มที่สูงมีผลต่อการดูดซึมน้ำของเซลล์พืชและสัตว์ (Osmosis) และทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์

(Dehydration) (Cummings, 2004) ซึ่งจากการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในภาคสนามพบว่ามีความเค็มน้อยมาก เฉลี่ยมีค่า 0.1 mg/L. ซึ่งจัดว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการบริโภคและการชลประทานเพื่อการเกษตร

5) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์และอินทรีย์วัตถุที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งอาจได้รับมาจากแหล่งในธรรมชาติ น้ำที่จากชุมชนและการเกษตร และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Fisheries and Environment Canada, 1977) ซึ่งจากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำพบว่าความเข้มข้นของของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 46.0 – 50.0 มิลลิกรัม/ลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.6 มิลลิกรัม/ลิตร ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำใช้ชลประทานเพื่อการเกษตร

6) การนำไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่งบอกถึงปริมาณเกลือ (dissolved solids and ions) ที่มีอยู่ในน้ำ (Moore, 1989) จากผลการตรวจวัดการนำไฟฟ้าของน้ำในอ่างเก็บน้ำพบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 70.0 – 78.0 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.8 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร

## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการศึกษา

ปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ปี พ.ศ.2554 ที่ระดับเก็บกักปกติ 128.00 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เท่ากับ 41.49 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ผิว 5.63 ตารางกิโลเมตร จากความจุเดิม 43.41 ล้านลูกบาศก์เมตร ปรากฏว่ามีความจุลดลงประมาณ 1.92 ล้านลูกบาศก์เมตร และพื้นที่ผิวเดิม 5.80 ตารางกิโลเมตร ลดลง 0.17 ตารางกิโลเมตร จากที่เคยศึกษาความจุ ณ ปี พ.ศ.2544

ในช่วงระยะเวลา 11 ปี ของการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว มีปริมาณตะกอนตกสะสมในอ่างเก็บน้ำประมาณ 1,521,792 ตัน หรือคิดเป็นปริมาตรเฉลี่ยประมาณปีละ 174,545 ลูกบาศก์เมตร/ปี และมีอัตราการกัดเซาะพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 0.89 มิลลิเมตร/ปี

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรออกมาตรการควบคุมการใช้ที่ดิน บริเวณเหนืออ่างเก็บน้ำ เช่น การกำหนดระยะห่างการใช้ที่ดินจากลำน้ำ (Buffer Zone) เพราะการเกษตรกรรมส่งผลให้เกิดการชะล้างหน้าดินและมลพิษลงไปในลำน้ำ ทำให้อ่างเก็บน้ำตื้นเขินและมีคุณภาพน้ำต่ำลง เป็นต้น

2. กลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นลุ่มน้ำหลักของพื้นที่ศึกษามีสถานีตรวจวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยเพียง 2 สถานี ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้วได้ จึงควรติดตั้งสถานีเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ

3. เครื่องมือสำรวจความจุของอ่างเก็บน้ำมีจำนวนจำกัดและด้อยประสิทธิภาพ ทำให้ต้องใช้เวลานาน บุคลากร และงบประมาณในการสำรวจมาก จึงควรจัดซื้อเครื่องมือการสำรวจที่ทันสมัยเพิ่มเติม

4. การใช้เทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ในการประเมินความจุของอ่างเก็บน้ำ เป็นการวิเคราะห์ที่รวดเร็วและมีความถูกต้องสูงกว่า เมื่อเทียบกับระบบเดิมที่ใช้เครื่องวัดเนื้อที่ (Planimeter) ซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญและทักษะในการตรวจวัดสูง ดังนั้นควรส่งเสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ในการประยุกต์ใช้ในงานด้านอุทกวิทยา ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5. การศึกษาปริมาณการสะสมตะกอนที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำ เป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์อย่างมาก ควรทำการศึกษาในทุกๆอ่างเก็บน้ำ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำอยู่บนพื้นฐานข้อมูลที่ถูกต้อง

## เอกสารอ้างอิง

---

- กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ. ๒๕๕๐. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำในประเทศไทย. ส่วนอุทกวิทยา. สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. กรมชลประทาน.
- กลุ่มงานวิจัยและอุทกวิทยาประยุกต์. ๒๕๕๒. การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย. ส่วนอุทกวิทยา. สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. กรมชลประทาน.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. ข้อมูลภาพทิศทางลมมรสุม พายุหมุน และพายุจร. [http://www.deqp.go.th/water/water\\_resource/pic\\_rainwater.htm](http://www.deqp.go.th/water/water_resource/pic_rainwater.htm) (๒๐ ธันวาคม ๒๕๕๒)
- กรมอุตุนิยมวิทยา. ๒๕๔๔. ข้อมูลภูมิอากาศรายจังหวัดคาบ 30 ปี.
- จำลอง อรุณเลิศอารีย์. ๒๕๔๘. ระบบนิเวศทางน้ำ; ทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศ. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม. 306 หน้า.
- วีระพล แท้สมบัติ. ๒๕๓๑. อุทกวิทยาประยุกต์. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 317 หน้า.
- สุระ พัฒนเกียรติ. ๒๕๔๖. ระบบสารสนเทศภูมิสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์ยูไนเต็ด โปรดักชั่น. กรุงเทพฯ
- Cummings D. 2004. *Water Quality for Farm Water Supplies*. Department of Sustainability and Environment. Australia.
- Doorenbos J., and Pruitt W.O. 1975. *Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper No. 24. Rome, Italy.
- Farin G. 1997. *Curves and Surfaces for CAGD, A Practical Guide*, 4th Edition, Academic Press, USA.
- Fisheries and Environment Canada. 1977. *Surface Water Quality in Canada*. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate.
- Haefner, J.W. 1996. *Modeling Biological System: Principles and Application*. Chapman and Hall, New York.
- Jensen M.E., Dotan A., and Sanford R. 2005. *Penman-Monteith Estimates of Reservoir Evaporation. Impacts of Global Climate Change*. Proceeding of World Water and Environmental Resources Congress.
- Johnson M.R., Anderson M.J., and Sebree S.K. 2008. *Hydrographic Surveys for Six Water Bodies in Eastern Nebraska, 2005-07*. Scientific Investigations Report 2008-5048. US Geological Survey.

- Labadz J.C., Butcher D.P., Potter A.W.R., and White P. 1995. *The Delivery of Sediment in Upland Reservoir Systems*. Phys. Chem. Earth, Vol.20, No. 2, 191-197.
- Michaud P.J. 1991. *A Citizens' Guide to Understanding and Monitoring Lakes and Streams*. Department of Ecology. Washington, USA.
- Moore M.L. 1989. *Management Guide for Lakes and Reservoirs*. North American Lake Management Society. USA.
- Morris G.L. and Fan J. 1998. *Reservoir Sedimentation Handbook*. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Pacific Southwest Inter-Agency Committee, Water Management Subcommittee. 1968. *Factors Affecting Sediment Yield in the Pacific Southwest Area and Evaluation of Measures for Reduction of Erosion and Sediment Yield*.
- Urban D.L. and Wallin, D.O. 2002. *Introduction to Markov Models*. Learning Landscape Ecology.
- Usher M.B. 1992. Statistical Models of Succession. Plant Succession, Theory and Prediction. Chapman and Hall, London, 215-248.
- Verstraeten G., Poesen J., Vente J., and Koninckx X. 2003. Sediment Yield Variability in Spain: A Quantitative and Semi-qualitative Analysis Using Reservoir Sedimentation Rates. *Geomorphology* 50, 327-348.

ภาคผนวก ก.

เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทาน  
เพื่อการเกษตร

ภาคผนวก ก.

เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร

| ดัชนีคุณภาพน้ำ                                                                                                 | เกณฑ์มาตรฐาน                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. อุณหภูมิ                                                                                                    | ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส        |
| 2. ความขุ่น                                                                                                    | ไม่มากกว่า 40 เอ็นทียู (NTU)      |
| 3. Floating Solids                                                                                             | ต้องไม่มีเลย                      |
| 4. ความเป็นกรด-ด่าง                                                                                            | 6.5-8.5                           |
| 5. การนำไฟฟ้า                                                                                                  | ไม่มากกว่า 2,000 ไมโครซีเมนส์/ซม. |
| 6. ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด                                                                                   | ไม่มากกว่า 1,300 มิลลิกรัม/ลิตร   |
| 7. ไซยาไนต์                                                                                                    | ต้องไม่มีเลย                      |
| 8. ค่าน้ำมันและไขมัน                                                                                           | ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร       |
| 9. อัตราส่วนของโซเดียมไอออนต่อแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน<br>(Sodium Adsorption Ratio: SAR)                     | ไม่มากกว่า 4                      |
| 10. ปริมาณไบคาร์บอเนตไอออนที่สัมพันธ์กับปริมาณรวมของ<br>แคลเซียมและแมกนีเซียม (Residual Sodium Carbonate: RSC) | ไม่มากกว่า 2.5 meq/l              |
| 11. เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่อยู่ในน้ำ (Soluble Sodium Percentage:<br>SSP)                                         | ไม่มากกว่า 60%                    |
| 12. Adj-RNA                                                                                                    | ไม่มากกว่า 3                      |
| 13. คลอไรด์ (Chloride: Cl)                                                                                     | ไม่มากกว่า 750 มิลลิกรัม/ลิตร     |
| 14. ซัลเฟต (Sulphate: SO <sub>4</sub> )                                                                        | ไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัม/ลิตร     |
| 15. แคลเซียม (Calcium: Ca)                                                                                     | 20-40 มิลลิกรัม/ลิตร              |
| 16. คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO <sub>2</sub> )                                                        | 20-40 มิลลิกรัม/ลิตร              |
| 17. คาร์บอเนต (Carbonates)                                                                                     | ไม่มากกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร      |
| 18. แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)                                                                                 | ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร      |
| 19. Phenolic 0.005-0.020                                                                                       | 0.005-0.020 มิลลิกรัม/ลิตร        |
| 20. โซเดียม (Sodium: Na)                                                                                       | ไม่มากกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร      |
| 21. ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO)                                                                       | ต้องไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร   |
| 22. โครเมียม (Cromium: Cr)                                                                                     | ต้องไม่มีเลย                      |
| 23. ทองแดง (Copper: Cu)                                                                                        | ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร     |
| 24. แคดเมียม (Cadmium: Cd)                                                                                     | ต้องไม่มีเลย                      |

ภาคผนวก ข.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537)

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน



## ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๓๗)

ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

พ.ศ. ๒๕๓๕

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ (๑) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพ  
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศกำหนด  
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังต่อไปนี้

### หมวด ๑

#### บททั่วไป

#### ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“แหล่งน้ำผิวดิน” หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บ  
น้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำ  
สาธารณะที่อยู่ในพื้นแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีแหล่งน้ำ  
นั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ

ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้อธิบายเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

## หมวด ๒

### ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๒ ให้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น ๕ ประเภทคือ แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ และแหล่งน้ำประเภทที่ ๕

(๑) แหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำที่จากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(ข) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(ค) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

(๒) แหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(ค) การประมง

(ง) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

(๓) แหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การเกษตร

(๔) แหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำที่จากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(ข) การอุตสาหกรรม

(๕) แหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ข้อ ๓ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๑ ต้องมีสภาพตามธรรมชาติ และสามารถ  
ใช้ประโยชน์ได้ตามข้อ ๒ (๑)

ข้อ ๔ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๒ ต้องมีมาตรฐานดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีวัตถุหรือสิ่งของที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งจะทำให้ สี กลิ่น  
และรสของน้ำเปลี่ยนไปตามธรรมชาติ

(๒) อุณหภูมิ (Temperature) ไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน ๓  
องศาเซลเซียส

(๓) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าระหว่าง ๕.๐-๙.๐

(๔) ออกซิเจนละลาย (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า ๖.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๖) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าไม่  
เกินกว่า ๕,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๗) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) มีค่าไม่  
เกินกว่า ๑,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๘) ไนเตรด ( $\text{NO}_3$ ) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๕.๐ มิลลิกรัม  
ต่อลิตร

(๙) แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๕ มิลลิกรัม  
ต่อลิตร

(๑๐) ฟีนอล (Phenols) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๑) ทองแดง (Cu) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๒) นิกเกิล (Ni) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๓) แมงกานีส (Mn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๔) สังกะสี (Zn) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๕) แคดเมียม (Cd) ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ไม่เกินกว่า  
๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำที่มีความกระด้าง  
ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เกินกว่า ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๖) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๗) ตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๘)ปรอททั้งหมด (Total Hg) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๒ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๑๙) สารหนู (As) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๐) ไซยาไนด์ (Cyanide) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๑) กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) มีค่ารังสีแอลฟา (Alpha) ไม่เกินกว่า ๐.๑ เบกเคอเรลต่อลิตร และรังสีเบตา (Beta) ไม่เกินกว่า ๑.๐ เบกเคอเรลต่อลิตร

(๒๒) สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒๓) ดีดีที (DDT) มีค่าไม่เกินกว่า ๑.๐ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๔) บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๐๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๕) ดีลดริน (Dieldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๖) อัลดริน (Aldrin) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๑ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๗) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlorepoxyde) มีค่าไม่เกินกว่า ๐.๒ ไมโครกรัมต่อลิตร

(๒๘) เอนดริน (Endrin) ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด

ข้อ ๕ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๓ ต้องมีมาตรฐานตาม ข้อ ๔ เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าไม่เกินกว่า ๒๐,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น.

ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

(๔) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม มีค่าไม่เกินกว่า ๔,๐๐๐ เอ็ม.พี.เอ็น.

ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

ข้อ ๖ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๔ ต้องมีมาตรฐานตามข้อ ๔ (๑) ถึง (๕) และ (๘) ถึง (๒๘) เว้นแต่

(๑) ออกซิเจนละลาย มีค่าไม่น้อยกว่า ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) บีโอดี มีค่าไม่เกินกว่า ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๓ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ ๕ ต้องมีมาตรฐานต่ำกว่าคุณภาพน้ำ ใน  
แหล่งน้ำประเภทที่ ๔

ข้อ ๔ การกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ ๒  
ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

### หมวด ๓

#### วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ ๕ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพตามข้อ ๓ ถึง ข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการ  
ดังต่อไปนี้

(๑) แหล่งน้ำไหล ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น ให้เก็บที่จุดกึ่งกลาง  
ความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ เว้นแต่แบคทีเรียกลุ่ม  
โคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก ๓๐ เซนติเมตร  
ณ จุดตรวจสอบ

(๒) แหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งได้แก่ ทะเลสาบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ให้  
เก็บที่ระดับความลึก ๑ เมตร ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า ๒ เมตร  
และให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน ๒ เมตร  
เว้นแต่แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับ  
ความลึก ๓๐ เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

จุดตรวจสอบตาม (๑) และ (๒) ของแหล่งน้ำที่กำหนดตามข้อ ๔ ให้เป็นไปตามที่  
กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๖ การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๓ ถึงข้อ ๗ ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบอุณหภูมิ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะ  
ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(๒) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่าง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด  
และด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีการหาค่าแบบอิเล็กโตรเมตริก (Electrometric)

(๓) การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลาย ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide  
Modification)

(๔) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วันติดต่อกัน

(๕) การตรวจสอบค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและค่าแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้วิธีมัลติเทิล ทิวบ์ เฟอร์เมนเตชัน เทคนิค (Multiple Tube Fermentation Technique)

(๖) การตรวจสอบค่าไนเตรดในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีแคดเมียมรีดักชัน (Cadmium Reduction)

(๗) การตรวจสอบค่าแอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชันเนสสเลอร์ไรเซชัน (Distillation Nesslerization)

(๘) การตรวจสอบค่าฟีนอล ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชัน ๔ - อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Amino antipyrine)

(๙) การตรวจสอบค่าทองแดง นิกเกิล แมงกานีส สังกะสี แคดเมียมโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ และตะกั่ว ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอ็บซอร์ปชัน ไดเรกต์ แอสไพเรชัน (Atomic Absorption - Direct Aspiration)

(๑๐) การตรวจสอบค่าปรอททั้งหมด ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอ็บซอร์ปชัน โคลด์เวปเปอร์ เทคนิค (Atomic Absorption-Cold Vapour Technique)

(๑๑) การตรวจสอบค่าสารหนู ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอ็บซอร์ปชัน แก๊สไฮไดรด์ (Atomic Absorption - Gaseous Hydride)

(๑๒) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธีไพรีดีน บาร์บิทูริก แอซิด (Pyridine - Barbituric Acid)

(๑๓) การตรวจสอบค่ากัมมันตภาพรังสี ให้ใช้วิธีโลว์ แบ็กกราวด์พร็อพอร์ชันนอล เคาน์เตอร์ (Low Background Proportional Counter)

(๑๔) การตรวจค่าสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด คีดีที บีเอชซีชนิดแอลฟา คิลดริน อัลดริน เฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ และเอนดริน ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas - Chromatography)

ข้อ ๑๑ การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๒๐ (20<sup>th</sup> Percentile Value) ส่วนการตรวจสอบค่าบีโอดี แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๘๐ โดยจำนวนและระยะเวลาสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าว ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ ๑๒ การเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ ๙ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ ๑๐ จะต้องเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association และ American Water Works Association กับ Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๓๗  
ชวน หลีกภัย  
นายกรัฐมนตรี  
ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๑ ตอนที่ ๑๖ ง วันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๗)

ภาคผนวก ค.

รูปทั่วไปของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว  
และการดำเนินการศึกษา



รูปที่ ก-1 ลักษณะภูมิประเทศโดยรวมของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว



รูปที่ ก-2 การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบของอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว



รูปที่ ก-3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว



รูปที่ ก-4 การสำรวจความลึกของท้องอ่างเก็บน้ำด้วยเครื่อง Echo Sounder



รูปที่ ก-5 การสำรวจระดับภูมิประเทศโดยรอบอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีรังวัด