บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ส่วนบริหารทั่วไป สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา โทร. ๐ ๒๒๔๑ ๕๗๒๒ (๒๓๗๖)

ที่ สบอ ๔๗๑๐/๒๕๖๕ **วันที่** ๒๐ มิถุนายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอแจ้งเวียนรายละเอียดผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงานเพื่อประกอบการประเมินเข้าสู่ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน (ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) (นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล)

เรียน ผอ.ส่วน และ ผอช.ภาค

ตามหนังสือห้องผู้เชี่ยวชาญด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา ที่ ผชช.จษ.๖/๑๓/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๖๕ ได้แจ้งเวียนรายละเอียดผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงานเพื่อประกอบการประเมินเข้าสู่ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน (ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) (นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล) จำนวน ๓ เรื่อง รายละเอียดตามเอกสารแนบ

ทั้งนี้ โปรดตรวจสอบและพิจารณาผลงาน เรื่องที่ ๑ ถึงเรื่องที่ ๓ ว่าเป็นผลงานที่ผู้หนึ่งผู้ใดได้จัดทำไว้หรือไม่ หากมีผู้คัดค้านหรือไม่คัดค้านผลงานดังกล่าวข้างต้น ขอความกรุณาตอบกลับเพื่อทราบที่ฝ่ายบริหารบุคคลและสวัสดิการ ส่วนบริหารทั่วไป ภายในวันที่ ๒๒ มิถุนายน ๒๕๖๕

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นางฐิตาภา ทุมวงษา)
ผบท.บอ.

.....

เรียน ผบท.บอ.

แบบฟอร์มแนบท้ายเพื่อแสดงความคิดเห็น

(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าหัวข้อเพื่อแสดงความคิดเห็น)

☐ ไม่คัดค้านผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงาน ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น

☐ คัดค้านผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงาน ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง.....

E ผชช.จษ.6/13/2565

บันทึกข้อความ

U-917

ส่วนราชการ ห้องผู้เชี่ยวชาญด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา โทร. ๐ ๒๒๔๑ ๓๓๔๘ ภายใน ๒๕๘๓

ที่ ผชช.จษ.๖/ ๑๓ /๒๕๖๕ **วันที่** ๑๓ มิถุนายน ๒๕๖๕ ส่งอ 4710/20 มิ.ย.65

เรื่อง ขอแจ้งเวียนรายละเอียดผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงานเพื่อประกอบการประเมินเข้าสู่ตำแหน่ง

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) (นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล) ๑๙/๕๔๓

เรียน ผส.บอ., ผส.ชป.๒ และ ผส.ชป.๓

ตามคำสั่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ ๕๗๖/๒๕๖๔ ลงวันที่ ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๔ เรื่อง ให้ข้าราชการรักษาการในตำแหน่ง ให้นายสมจิต อำนาจศาล ตำแหน่งผู้อำนวยการส่วนวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ(ตำแหน่งเลขที่ ๑๘๖๐) สังกัดส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา สำนักงานชลประทานที่๒ เพื่อประเมินผลงานเข้าสู่ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน (ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา) วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ กรมชลประทานที่ว่าง นั้น

บัดนี้ ผู้ขอรับการประเมินได้จัดทำผลงานเพื่อประเมินผลงานเข้าสู่ตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับเชี่ยวชาญ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จำนวน ๓ เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ ๑ : การพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน (พ.ศ.๒๕๖๔)

เรื่องที่ ๒ : การศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำต่อพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนแม่ทาน จ.ลำปาง (พ.ศ.๒๕๖๓)

เรื่องที่ ๓ : การศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทานของการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำดอยงู จ.เชียงราย (พ.ศ.๒๕๖๓)

ทั้งนี้ โปรดตรวจสอบและพิจารณาผลงานเรื่องที่ ๑ ถึงเรื่องที่ ๓ รายละเอียดตามเอกสารที่แนบว่าเป็นผลงานที่ผู้หนึ่งผู้ใด ได้จัดทำไว้หรือไม่ หากมีผู้คัดค้านหรือไม่คัดค้านผลงานดังกล่าวข้างต้น กรุณาตอบกลับเพื่อทราบภายใน ๑๕ วัน นับตั้งแต่วันที่ออกหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล)
ผชช.จษ.๖

แบบฟอร์มแนบท้ายเพื่อแสดงความคิดเห็น

(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าหัวข้อเพื่อแสดงความคิดเห็น)

☐ ไม่คัดค้านผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงาน ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น

☐ คัดค้านผลการปฏิบัติงาน/ผลสำเร็จของงาน ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น

ลงชื่อ .....

(นาย .....)

ตำแหน่ง .....

กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารเผยแพร่ผลงาน

เรื่องที่ 1

การพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน (พ.ศ. 2564)

โดย

นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล
ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ
(ตำแหน่งเลขที่ 20)
กรมชลประทาน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน
(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา)
วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ (ตำแหน่งเลขที่ 20)
กรมชลประทาน

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ก
สารบัญตาราง ข
สารบัญภาพ ค
บทคัดย่อ
1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ 1
3. วิธีการศึกษา 2
4. พื้นที่ศึกษา 3
5. ผลการศึกษา 4
6. การนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ 6
7. สรุปและข้อเสนอแนะ 10

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการจำลองบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2554 9

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1	แผนที่ตั้งเขื่อนสิริกิติ์ในลุ่มน้ำน่าน	4
รูปที่ 2	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์	5
รูปที่ 3	ปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์	5
รูปที่ 4	กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าที่พยากรณ์ได้กับปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัด	6
รูปที่ 5	โค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์	7
รูปที่ 6	ผลการจำลองบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2554	9

บทคัดย่อ

เรื่องที่ 1 การพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน (พ.ศ. 2564)

1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลจะต้องอาศัยทั้งมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างควบคู่กัน เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเป็นหนึ่งในมาตรการของการใช้สิ่งก่อสร้างที่ได้ถูกนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในทั่วทุกประเทศ อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะเขื่อนที่ก่อสร้างเพื่อตอบสนองการใช้งานหลายวัตถุประสงค์ (multi-purpose dam) เนื่องจากการบริหารจัดการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หนึ่งมักจะขัดแย้งกับอีกวัตถุประสงค์หนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น การบริหารจัดการน้ำเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัยจะขัดแย้งกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อเก็บน้ำไว้สำหรับการเกษตร การอุปโภคบริโภค และการใช้น้ำอื่นๆ เนื่องจากหากทำการระบายน้ำเพื่อให้เหลือพื้นที่ว่างในอ่างเก็บน้ำสำหรับรองรับน้ำหลากมากเกินไปก็จะเพิ่มความเสี่ยงที่จะขาดแคลนน้ำใช้เพื่อกิจกรรมต่างๆ ในอนาคต แต่ถ้าหากระบายน้ำเพื่อให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยเกินไปก็จะเพิ่มความเสี่ยงที่น้ำจะเกินความจุของเขื่อนจนต้องทำการระบายน้ำจำนวนมากในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ด้านท้ายของเขื่อนได้ ความยุ่งยากซับซ้อนดังตัวอย่างที่กล่าวมาทำให้การบริหารจัดการเขื่อนเป็นหัวข้อปัญหาที่ท้าทายสำหรับผู้บริหารจัดการเขื่อน ซึ่งในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมามีผู้ศึกษาวิธีการหรือแบบจำลองในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนอย่างหลากหลาย แต่วิธีการต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมานั้นก็นำมาใช้ปฏิบัติจริงได้ยาก เนื่องจากการที่จะบริหารจัดการน้ำในเขื่อนได้อย่างเหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการพยากรณ์ข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนรวมถึงระยะเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้าที่ยาวนานเพียงพอ

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้ศึกษาจึงได้ทำการศึกษาการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้ารายเดือน โดยเลือกเขื่อนสิริกิติ์เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็น 1 ใน 4 เขื่อนขนาดใหญ่ที่เป็นแหล่งน้ำหลักของลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ นอกจากนั้นยังเป็นเขื่อนที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและทำการเก็บกักน้ำตั้งแต่ พ.ศ. 2517 ทำให้มีข้อมูลยาวนานมากพอที่จะนำมาวิเคราะห์ในเชิงสถิติ ประกอบกับไม่มีการก่อสร้างแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่เหนือเขื่อนเหมือนเขื่อนภูมิพล ซึ่งการก่อสร้างแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบทำให้พฤติกรรมน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนเปลี่ยนไปจากอดีต ทำให้การวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

2 วัตถุประสงค์

การศึกษาการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการการดำเนินงาน ดังนี้

1) เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน ที่ให้ผลการพยากรณ์ถูกต้องแม่นยำ สามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) เพื่อศึกษาวิธีการนำผลการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. วิธีการศึกษา

การศึกษาพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนฉบับนี้ ใช้แบบจำลอง Variation Analogue Method (VAM) ซึ่งเป็นแบบจำลองเชิงสถิติในการพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์ที่มีพื้นฐานจากการใช้ข้อมูลอนาล็อก (Analogue-based Method) นั้น ก่อนที่จะใช้ข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนที่เกิดขึ้นในอดีตมาใช้พยากรณ์น้ำท่าในอนาคต จะต้องทำการแปลงค่าน้ำท่าให้อยู่ในรูปของลอการิทึม ทั้งนี้เพื่อให้การกระจายตัวของปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) รวมทั้งเมื่อจะต้องเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าในอดีตกับปัจจุบัน ค่าปริมาณน้ำท่าที่มีค่าสูงมากๆ ก็จะไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณน้ำท่าน้อยๆ หลังจากที่แปลงค่าน้ำท่าให้อยู่ในรูปลอการิทึมแล้ว จึงคำนวณค่าแตกต่างจากค่าน้ำท่าเฉลี่ย (inflow anomaly) เพื่อใช้ในการพยากรณ์ต่อไป โดยขั้นแรกจะต้องทำการคำนวณค่าเฉลี่ย m_{mon} และค่าเบี่ยงเบนจากค่ามาตรฐาน s_{mon} ของปริมาณน้ำท่าในแต่ละเดือน mon ทั้ง 12 เดือน จากค่าปริมาณน้ำท่าที่อยู่ในรูปลอการิทึม หลังจากนั้นจึงคำนวณค่าแตกต่างมาตรฐาน (standardized monthly anomaly) a_t ของปริมาณน้ำท่าแต่ละเดือนจากสมการด้านล่าง

$$a_t = \frac{q_t - m_{mon}}{s_{mon}} \qquad (1)$$

ค่า t ในสมการหมายถึงลำดับของเดือนทั้งหมด โดยเริ่มจากเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2517 (ปีเริ่มต้นที่มีข้อมูลน้ำท่า)

เมื่อได้ทำการคำนวณค่า a_t จากสมการ (2.1) แล้ว ก็จะสามารถคำนวณค่าความแตกต่าง (variation; v_t) ของปริมาณน้ำท่าในแต่ละเดือนได้จากสมการ

$$v_t = a_t - a_{t-1} \qquad (2)$$

ในการคาดการณ์เมื่อเราได้ค่าปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ในเดือนล่าสุดและได้ทำการคำนวณค่าความแตกต่าง v_t ของเดือนล่าสุดแล้ว ก็จะนำไปเปรียบเทียบกับค่า v_t ของเดือนเดียวกันที่คำนวณจากข้อมูลน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ในอดีต จากการเปรียบเทียบจะได้ข้อมูล v_t ชุดหนึ่งที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า v_t ของเดือนล่าสุด ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาค่า v_t ของเดือนถัดไปได้จากสมการ

$$v_{t+1} = \frac{1}{N_{ana}} \sum_{n=1}^{N_{ana}} [v_t + v_{ana\,(t+1)} - v_{ana(t)}] \qquad (3)$$

หลังจากได้ค่าพยากรณ์ v_{t+1} หรือค่าความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าของเดือนถัดไปนับจากเดือนล่าสุดแล้ว สามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าแตกต่างมาตรฐานของปริมาณน้ำท่าเดือนถัดไปได้จากสมการ

$$a_{t+1} = v_{t+1} + a_t \quad (4)$$

เมื่อได้ค่า a_{t+1} แล้ว ก็สามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าน้ำท่าพยากรณ์ของเดือนถัดไปโดยใช้ส่วนกลับของสมการที่ (2.1)

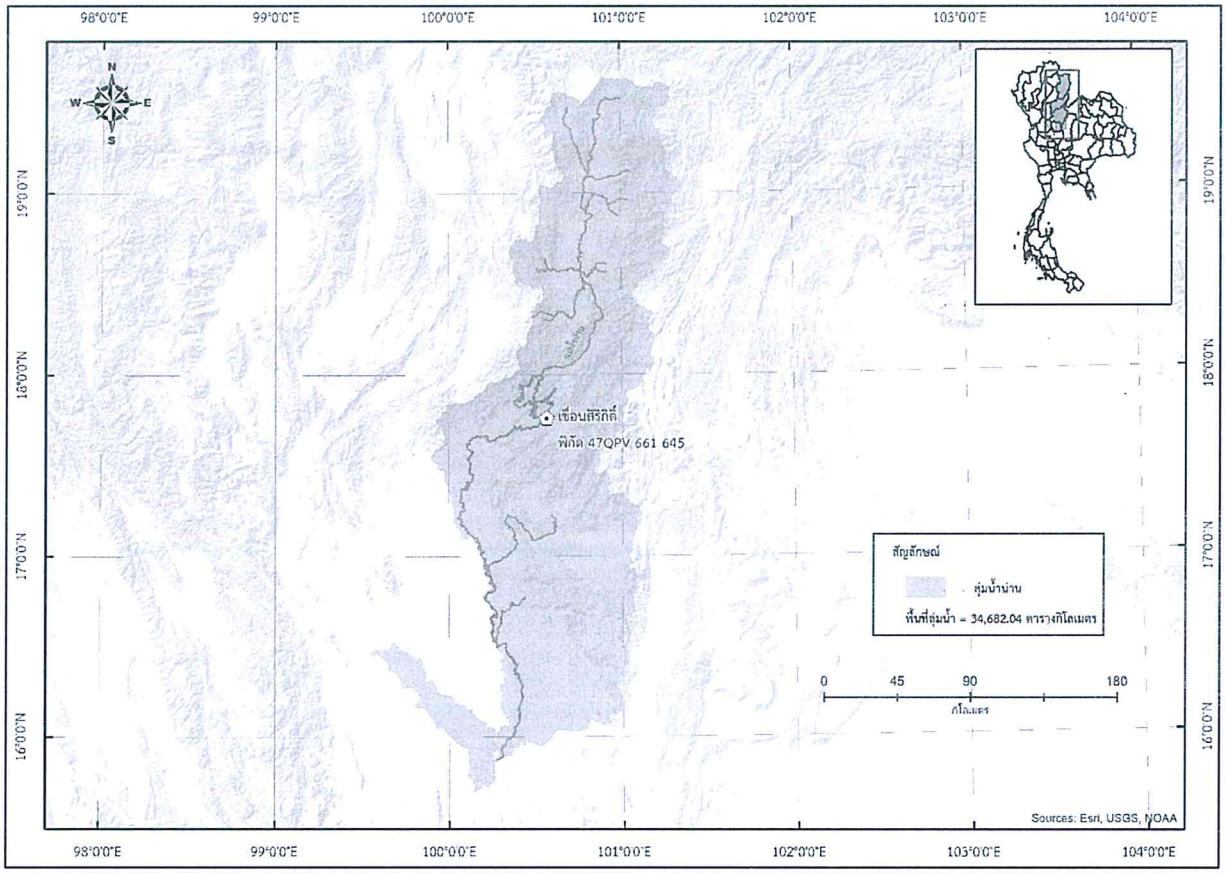
$$\text{น้ำท่าพยากรณ์ } q_{t+1} = (a_{t+1} * s_{mon}) + m_{mon} \quad (5)$$

การศึกษาพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนฉบับนี้ ใช้ดรรชนีชี้วัดความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวน 4 ตัว ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; *r*), ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error; *RMSE*), สัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of determination; *CD*) และค่าประสิทธิภาพ Nash-Sutcliffe (Nash-Sutcliffe Efficiency; *NSE*) โดยข้อมูลน้ำท่าที่นำมาใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์รายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2563

4. พื้นที่ศึกษา

เขื่อนสิริกิติ์ เป็นเขื่อนดินที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ก่อสร้างขึ้นตามโครงการพัฒนาลุ่มน้ำน่าน เดิมชื่อ "เขื่อนผาซ่อม" ต่อมาได้รับพระบรมราชานุญาตให้อัญเชิญพระนามาภิไธย สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถขนานนามว่า "เขื่อนสิริกิติ์" เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2511 ก่อสร้างขึ้น ปิดกั้นแม่น้ำน่าน ณ บริเวณเขาผาซ่อม ตำบลผาเลือด อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ อยู่ห่างจากตัวเมืองอุตรดิตถ์ไปทางทิศตะวันออกประมาณ 58 กิโลเมตร มีตำแหน่งที่ตั้งของเขื่อนดังแสดงในรูปที่ 1

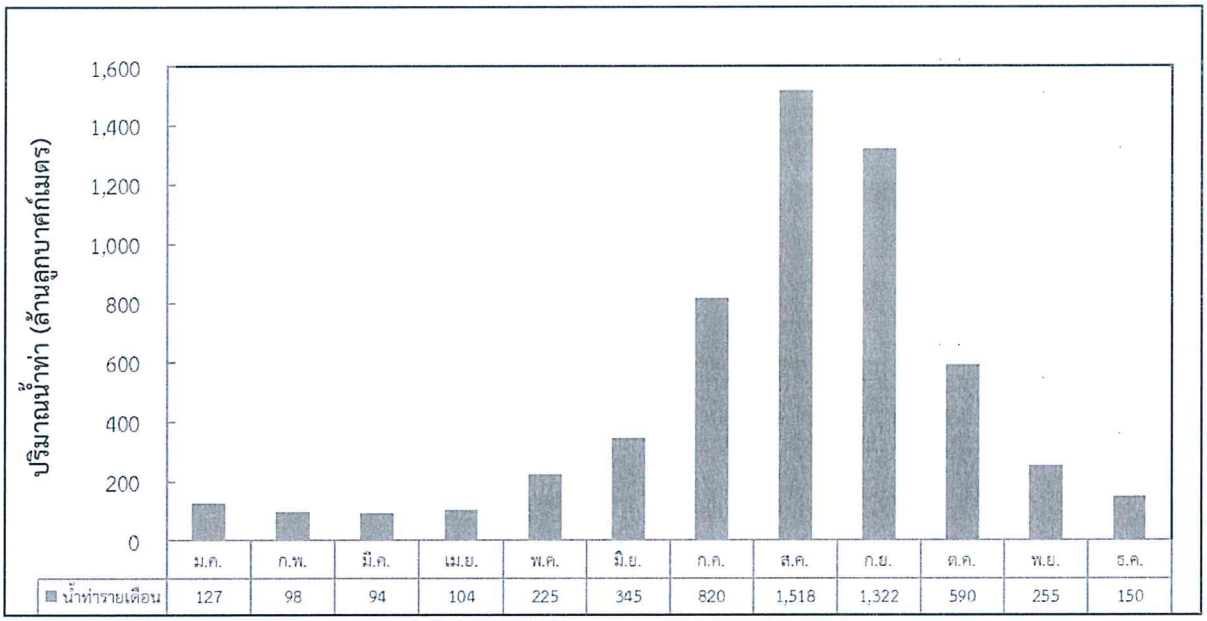
เขื่อนสิริกิติ์ มีตัวเขื่อนเป็นชนิดเขื่อนดินแกนดินเหนียว มีพื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อน 13,130 ตารางกิโลเมตร มีความจุของอ่างเก็บน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด 10,640 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับน้ำเก็บกัก 9,510 ล้านลูกบาศก์เมตร และที่ระดับน้ำต่ำสุด 2,850 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำใช้การ 6,600 ล้านลูกบาศก์เมตร



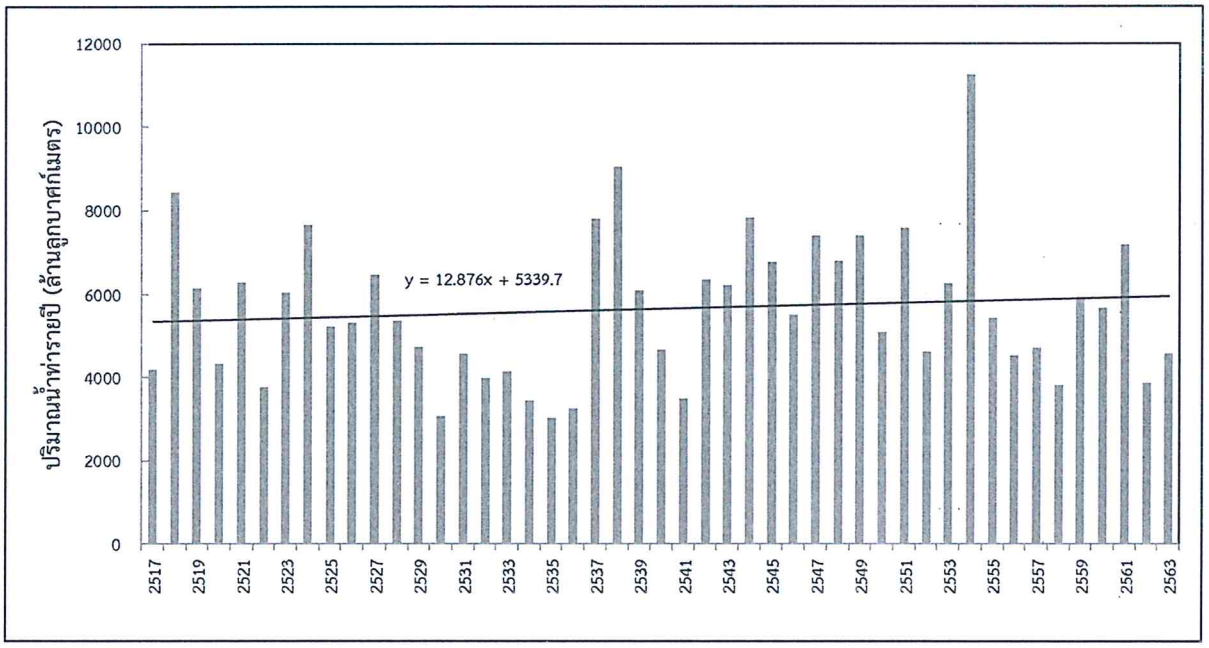
รูปที่ 1 แผนที่ตั้งเขื่อนสิริกิติ์ในลุ่มน้ำน่าน

5. ผลการศึกษา

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์รายเดือนที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากการตรวจวัดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มีช่วงเวลาของข้อมูลน้ำท่าตั้งแต่ มกราคม 2517 ถึง ธันวาคม 2563 ค่าเฉลี่ยของน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์มีค่าอยู่ระหว่าง 94 ถึง 255 ล้านลูกบาศก์เมตรในช่วงฤดูแล้ง และ 225 ถึง 1,518 ล้านลูกบาศก์เมตรในช่วงฤดูฝน ดังแสดงในรูปที่ 2 เดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีน้ำท่าเฉลี่ยไหลเข้าเขื่อนมากที่สุด ในส่วนของปริมาณน้ำท่ารายปีในช่วง 47 ปีของข้อมูลน้ำท่านั้น ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 5,300 ถึง 5,900 ล้านลูกบาศก์เมตรโดยประมาณ ดังแสดงในรูปที่ 3

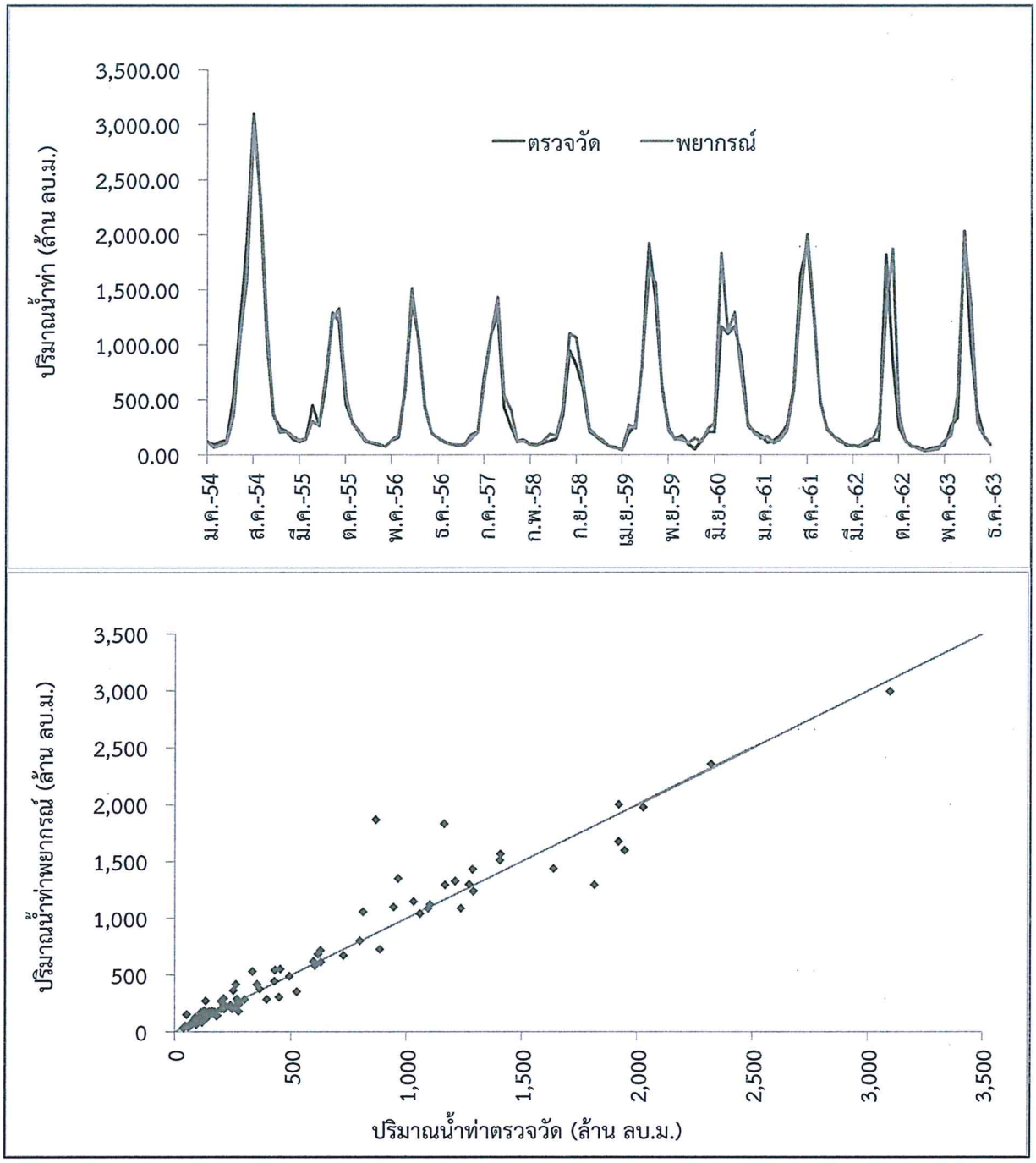


รูปที่ 2 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์

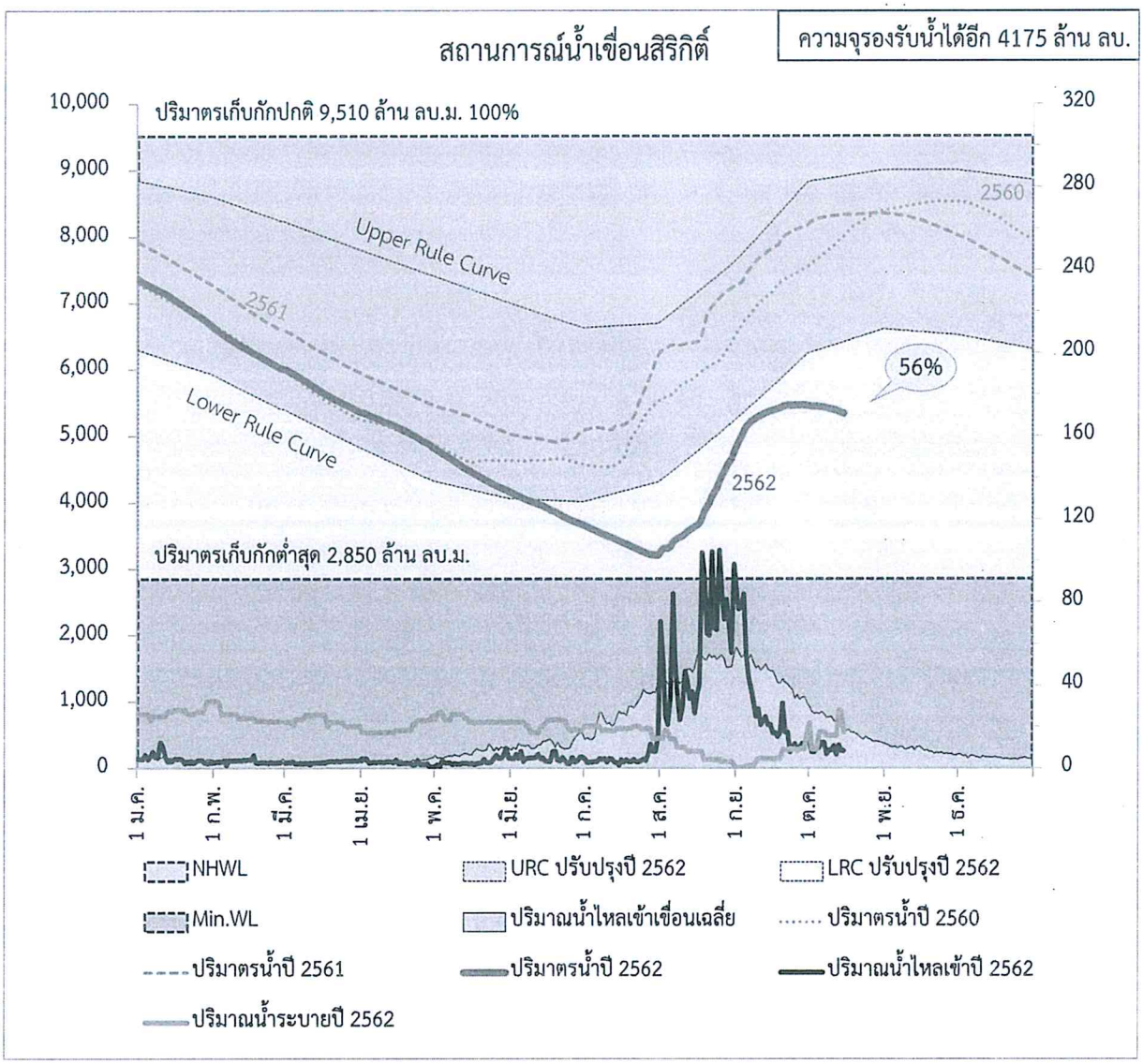
ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน ในช่วง 10 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง Variation Analogue Method (VAM) สามารถพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ได้เป็นอย่างดี โดยค่าที่ได้จากการพยากรณ์ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด ดังแสดงในกราฟการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่พยากรณ์ได้กับปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดในรูปที่ 4 และเมื่อวัดความแม่นยำของการพยากรณ์โดยใช้ดรรชนีชี้วัดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าได้ค่าที่ดีมาก โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; *r*) เท่ากับ 0.97, ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of determination; *CD*) เท่ากับ 1.04, ค่าประสิทธิภาพ Nash-Sutcliffe (Nash-Sutcliffe Efficiency; *NSE*) เท่ากับ 0.93 และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error; *RMSE*) เท่ากับ 147.43 ล้านลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าที่พยากรณ์ได้กับปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัด

6. การนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลลงเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนโดยใช้แบบจำลอง VAM ให้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องแม่นยำในระดับสูง จึงสามารถนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนได้ ทั้งนี้การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางในปัจจุบัน จะดำเนินการโดยควบคุมระดับน้ำในเขื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir operation rule curve) ดังตัวอย่างโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 โค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนสิริกิติ์

ในการนำผลการพยากรณ์น้ำท่าไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนในสถานการณ์จริง จะต้องมีการจำลองสถานการณ์น้ำในเขื่อน โดยใช้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนตามผลการพยากรณ์ โดยในส่วนของเขื่อนสิริกิติ์นั้น จะยกตัวอย่างการจำลองสถานการณ์การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนโดยใช้ข้อมูลน้ำท่าไหลเข้าเขื่อนและปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อน ในปี พ.ศ. 2554 ทั้งข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์และข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยการจำลองสถานการณ์จะอยู่บนเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) ปริมาณน้ำที่ระบายจากการจำลอง (Simulated outflow; SO) ในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน จะถูกกำหนดโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากการจำลอง (Simulated storage; SS) มีค่าไม่ต่ำกว่าค่าปริมาณน้ำที่กำหนดไว้ในโค้งปฏิบัติการ Lower rule curve (LRC) ในฤดูกาลนี้ถ้าปริมาณน้ำที่ระบายจริง (Actual outflow; AO) สามารถคงปริมาณน้ำในเขื่อนให้อยู่ในเกณฑ์ตามเป้าหมายนี้ได้ จะกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ระบายจากการจำลอง เท่ากับปริมาณน้ำที่ระบายจริง

(2) ปริมาณที่ระบายจากการจำลองในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะถูกกำหนดโดยมีเป้าหมายเพื่อรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ให้เกินกว่าระดับที่กำหนดไว้ในโค้งปฏิบัติการ Upper rule curve อย่างไรก็ตาม หากปริมาณน้ำที่ระบายจากการจำลองมากกว่าปริมาณน้ำที่ระบายได้สูงสุดจะอนุญาตให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่สูงกว่าที่กำหนดไว้ใน Upper rule curve (URC) ได้ โดยในส่วนของปริมาณน้ำที่ระบายได้สูงสุดของเขื่อนสิริกิติ์จะถูกกำหนดโดยความสามารถในการระบายน้ำของแม่น้ำน่านด้านท้ายเขื่อนที่จุดตรวจวัดน้ำสถานี N.8A ซึ่งหน้าตัดลำน้ำ ณ จุดวัดมีความสามารถในการระบายน้ำได้สูงสุด 890 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ประมาณ 77 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 2,300 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ในกรณีที่ระบายน้ำในอัตราที่เท่ากันอย่างต่อเนื่อง) อย่างไรก็ตามในการจำลองสถานการณ์ จะกำหนดให้ปริมาณน้ำที่ระบายได้สูงสุดไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ประมาณ 52 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ1,500 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน) เนื่องจากต้องสงวนอัตราการไหลประมาณร้อยละ 30 ของความสามารถในการระบายน้ำสูงสุดไว้สำหรับน้ำท่าตามธรรมชาติด้านท้ายเขื่อนที่จะไหลมาสมทบกับปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อน

(3) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำสูงสุดจากการจำลอง กำหนดให้เท่ากับปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ เพื่อสงวนปริมาตรว่างในอ่างเก็บน้ำ (ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด-ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ) ไว้สำหรับปริมาณน้ำที่อาจจะมากกว่าที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง (Uncertainty)

(4) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากการจำลอง (SS) และปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำปรับแก้ (Adaptive storage; AS) ในเดือนมกราคมซึ่งเป็นเดือนเริ่มต้นของการจำลอง กำหนดให้เท่ากับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากการตรวจวัดจริง (Actual storage; AS) ปริมาณน้ำในอ่างจากการจำลองและปริมาณน้ำใน อ่างปรับแก้ในเดือนอื่นๆ คำนวณได้จากสมการ

$$SS(t+1) = ADS(t) + FI(t) - SO(t)$$

โดยที่ FI = ปริมาณน้ำท่าพยากรณ์ (Forecast inflow)

$$ADS(t+1) = ADS(t) + OI(t) - SO(t)$$

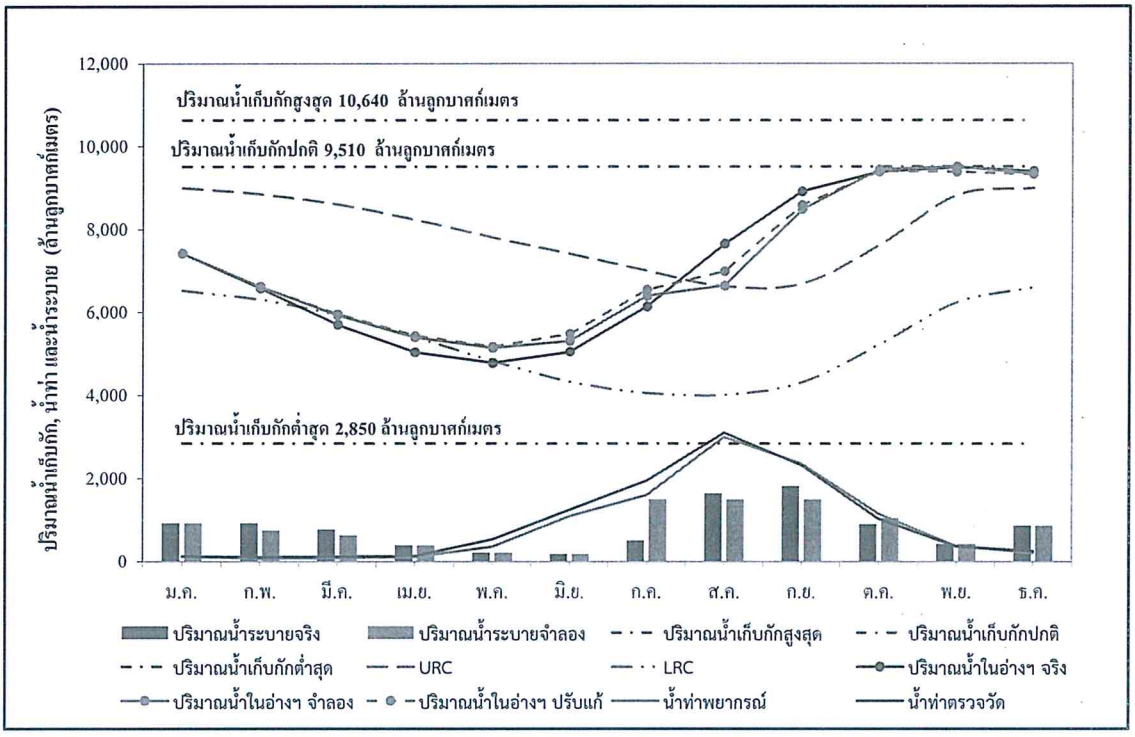
โดยที่ OI = ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด (Observed inflow)

จากเงื่อนไขการจำลองสถานการณ์ที่กล่าวไว้ข้างต้น ผลการจำลองสถานการณ์บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำปี พ.ศ. 2554 แสดงไว้ในตารางที่ 1 และรูปที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในช่วงฤดูแล้งผลการจำลองแนะนำให้ลดการระบายน้ำในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมเพื่อรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้อยู่เหนือเส้น LRC ส่วนในช่วงฤดูฝน ผลการจำลองแนะนำให้เริ่มระบายน้ำออกจากเขื่อนตั้งแต่เดือนตุลาคมเพื่อรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำในเดือนสิงหาคมไม่ให้เกิน URC ผลการจำลองยังแนะนำให้มีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ในอัตราการระบายที่ 50 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน การระบายน้ำล่วงหน้าตามผลการจำลองนี้จะช่วยลดปริมาณน้ำที่จะต้องระบายออกในเดือนสิงหาคมประมาณ 320 ล้านลูกบาศก์เมตร (ประมาณ 11 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ซึ่งปริมาณน้ำที่ระบายจริงในเดือนสิงหาคม สูงสุดเท่ากับ 63.5 ล้านลูกบาศก์เมตร การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนตามผล

การจำลองจึงสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดอุกภัยในพื้นที่ท้ายน้ำของเขื่อนได้ ในกรณีที่เกิดเหตุอุทกภัยขึ้นแล้วในพื้นที่ท้ายน้ำของเขื่อน การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนตามผลการจำลองก็จะช่วยบรรเทาความรุนแรงของอุทกภัยลงได้

ตารางที่ 1 ผลการจำลองบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2554

เดือน	ปริมาณน้ำท่าพยากรณ์ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำท่าตรวจวัด (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำระบายจากการจำลอง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำระบายจริง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำในอ่างฯ จากการจำลอง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำในอ่างฯ จริง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำในอ่างฯ ปรับแก้ (ล้าน ลบ.ม.)
มกราคม	123.86	118.83	926.40	926.40	7,418.80	7,418.80	7,418.80
กุมภาพันธ์	66.06	93.46	750.00	927.89	6,616.26	6,575.95	6,611.23
มีนาคม	85.12	117.30	636.00	769.63	5,927.29	5,704.97	5,954.69
เมษายน	113.46	134.25	395.43	395.43	5,403.81	5,043.13	5,435.99
พฤษภาคม	352.47	525.74	212.73	212.73	5,154.02	4,784.38	5,174.81
มิถุนายน	1,089.42	1,237.66	183.07	183.07	5,314.55	5,054.49	5,487.82
กรกฎาคม	1,599.59	1,945.58	1,500.00	508.78	6,394.17	6,140.11	6,542.41
สิงหาคม	2,995.78	3,095.97	1,500.00	1,644.65	6,642.00	7,650.30	6,987.99
กันยายน	2,358.59	2,320.68	1,500.00	1,820.57	8,483.77	8,914.66	8,583.96
ตุลาคม	1,150.94	1,031.09	1045.00	1,024.01	9,442.55	9,391.48	9,494.64
พฤศจิกายน	378.83	364.99	422.65	422.65	9,510.58	9,494.50	9,390.73
ธันวาคม	205.26	243.84	864.26	864.26	9,346.91	9,401.76	9,333.07



รูปที่ 6 ผลการจำลองบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2554

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนนี้ ใช้แบบจำลอง Variation Analogue Method (VAM) ในการพยากรณ์ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์เป็นข้อมูลน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์รายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึง พ.ศ. 2563 รวม 47 ปี การพยากรณ์น้ำท่าในช่วงเดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2563 รวม 10 ปี พบว่าให้ผลการพยากรณ์ที่ดีมาก โดยค่าดรรชนีวัดความแม่นยำของการพยากรณ์ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; *r*), ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of determination; *CD*), ค่าประสิทธิภาพ Nash-Sutcliffe (Nash-Sutcliffe Efficiency; *NSE*) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error; *RMSE*) มีค่าเท่ากับ 0.97, 1.04, 0.93 และ 147.43 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงนี้จึงสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในเขื่อนสิริกิติ์ได้ โดยมีข้อสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

(1) แบบจำลอง VAM สามารถพยากรณ์น้ำไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือนได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองเชิงสถิติที่ต้องใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ในอดีตมาเป็นต้นแบบในการพยากรณ์ ซึ่งข้อมูลในอดีตอาจจะยังไม่ครอบคลุมลักษณะของน้ำท่าทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นได้ ในกรณีนี้ผลการพยากรณ์ก็จะผิดพลาดได้ นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงภาวะอากาศของโลก (Climate change) ก็อาจทำให้พฤติกรรมของน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งจะส่งผลต่อความแม่นยำของการพยากรณ์เช่นกัน

(2) เนื่องจากวิธีการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง ดังนั้นจึงอาจนำวิธีการนี้ไปใช้ในการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนอื่นๆ ได้

การรับรองผลงาน

1. **คำรับรองของผู้ขอรับการประเมิน**

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

1.1 นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

ทำหน้าที่ศึกษาการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนสิริกิติ์ล่วงหน้ารายเดือน โดยศึกษาทบทวนทฤษฎี แบบจำลอง วิธีการและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อน คัดเลือกแบบจำลองหรือวิธีการที่จะนำมาใช้พยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อน กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาและขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ พิจารณาข้อมูลที่ต้องใช้ในการศึกษา แหล่งที่มาของข้อมูล และทำการรวบรวมข้อมูลดังกล่าว กำหนดหัวข้อและรูปแบบในการเขียนผลงาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และนำข้อมูลไปใช้ในการพยากรณ์น้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อน โดยใช้แบบจำลองหรือวิธีการที่ได้คัดเลือกไว้ วิเคราะห์ผลการพยากรณ์ ตลอดจนถึงการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการน้ำของเขื่อน สรุปผลการศึกษาและเรียบเรียงจัดทำเล่มผลงาน สัดส่วนผลงานร้อยละ 100

(ลงชื่อ) .....

(นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารเผยแพร่ผลงาน

เรื่องที่ 2

การศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำต่อพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนแม่ทาน จ.ลำปาง (พ.ศ. 2563)

โดย

นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล
ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ
(ตำแหน่งเลขที่ 20)
กรมชลประทาน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน
(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา)
วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ (ตำแหน่งเลขที่ 20)
กรมชลประทาน

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ก
สารบัญตาราง ข
สารบัญภาพ ค
บทคัดย่อ
1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ 1
3. วิธีการศึกษาวิเคราะห์ 2
4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 22

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของตัวเขื่อนและฐานราก 11
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก 14
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่า Hydraulic Gradient และค่า Velocity ณ จุด A (บริเวณท้ายเขื่อน) ที่มีโอกาสเกิด Piping 14
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก 19
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่า Hydraulic Gradient และค่า Velocity ณ จุด A (บริเวณท้ายเขื่อน) ที่มีโอกาสเกิด Piping 20

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1	ข้อสันนิษฐานเส้นการซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน (A flow line for seepage through an earth dam) มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเพิ่มความจุระดับเก็บกัก (บันทึกข้อความ สชป.2.03/(ปข.)/ /2561)	1
รูปที่ 2	แนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง	3
รูปที่ 3	ผลการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้า แนว A-A' และแนว B-B' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางท้ายน้ำ)	5
รูปที่ 4	ผลการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้า แนว C-C' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางฐานยันฝั่งซ้าย)	6
รูปที่ 5	การแสดงลักษณะสัญญาณคลื่นแม่เหล็กฟ้าที่พบในโครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง	8
รูปที่ 6	ผลการสำรวจเรดาร์หยั่งลึก แนว E-E' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางท้ายน้ำ)	9
รูปที่ 7	รูปแบบการวิเคราะห์กรณี ไม่มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ	12
รูปที่ 8	รูปแบบการวิเคราะห์กรณี มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ	12
รูปที่ 9	ผลการวิเคราะห์กรณี ไม่มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ	14
รูปที่ 10	ผลการวิเคราะห์กรณี มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ	15
รูปที่ 11	ความสัมพันธ์ของการรั่วซึม	15
รูปที่ 12	รูปแบบการวิเคราะห์ ไม่มีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก	16
รูปที่ 13	รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดิน	16
รูปที่ 14	รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 12เท่าความสูงทำนบดิน	17
รูปที่ 15	รูปแบบการปรับปรุงเจาะอัดฉีดน้ำปูนในตัวทำนบดิน จำนวน 2 แถว	17
รูปที่ 16	รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe	18
รูปที่ 17	รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ	18
รูปที่ 18	ผลการวิเคราะห์ ไม่มีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก	20
รูปที่ 19	ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดิน	21
รูปที่ 20	ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 12เท่าความสูงทำนบดิน	21
รูปที่ 21	ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงเจาะอัดฉีดน้ำปูนในตัวทำนบดิน จำนวน 2 แถว	21

รูปที่ 22 ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe 22

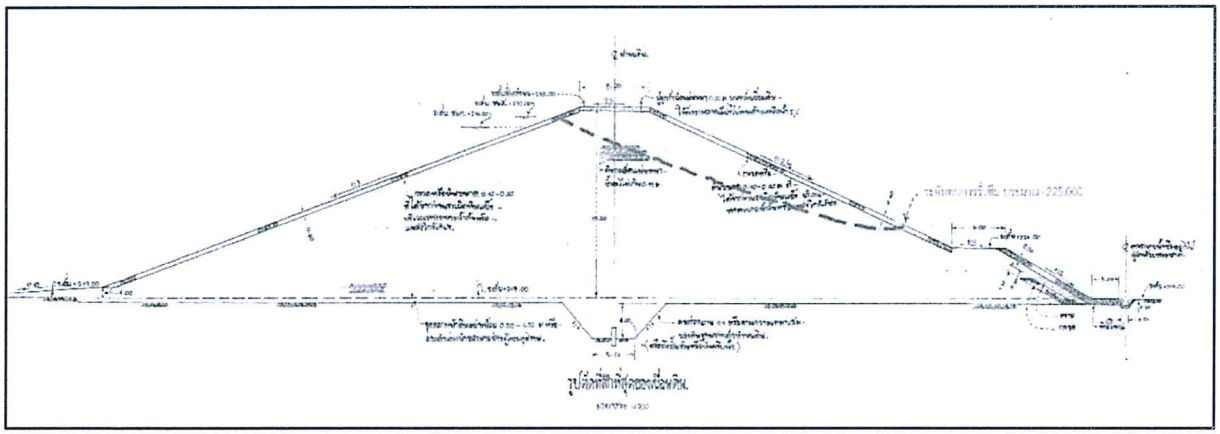
รูปที่ 23 ผลการวิเคราะห์ การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6 เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ 22

บทคัดย่อ

เรื่องที่ 2 การศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำต่อพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนแม่ทาน จ.ลำปาง (พ.ศ. 2563)

1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา

ตามบันทึกข้อความโครงการชลประทานลำปาง ที่ E สชป2.06/112/2561 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่เข้าตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำแม่ทาน ฝ่ายจัดการความปลอดภัยเขื่อนและอาคารชลประทาน ได้เข้าตรวจสภาพเขื่อนทางสายตา (Visual Inspection) ร่วมกับผู้อำนวยการส่วนบริหารจัดการน้ำและบำรุงรักษา หัวหน้าฝ่ายออกแบบ ในวันที่ 2 มีนาคม 2561 มีรายละเอียดการตรวจสภาพเขื่อนทางสายตา พบว่าบริเวณลาดด้านท้ายน้ำทำนบดินหลัก และทำนบดินปิดช่องเขาต่ำ พบการรั่วซึมที่ระดับประมาณ +225.000 เมตร (ร.ส.ม.) ยาวตลอดทั้งแนวลาดท้ายน้ำ ลักษณะน้ำไหลซึมสีใส จากการสอบถามกลุ่มผู้ใช้น้ำทราบว่าก่อนปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพความจุอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2560 บริเวณดังกล่าวไม่พบน้ำรั่วซึม สันนิษฐานได้ว่าอาจเกิดจาก เส้นการซึมของน้ำผ่านทำนบดิน (A flow line for seepage through an earth dam) มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเพิ่มความจุระดับเก็บกัก



รูปที่ 1 ข้อสันนิษฐานเส้นการซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อน (A flow line for seepage through an earth dam) มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเพิ่มความจุระดับเก็บกัก (บันทึกข้อความ สชป.2.03/(ปข.)/ /2561)

2. วัตถุประสงค์

การศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำต่อพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนดิน กรณีศึกษาเขื่อนแม่ทาน จ.ลำปาง มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของการยกระดับเก็บกักเพื่อเพิ่มความจุของอ่างเก็บน้ำต่อพฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนดิน โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ วิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจด้านต่างๆ ทั้งด้านการวิเคราะห์สภาพเขื่อนโดยการตรวจสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual inspection) การสำรวจด้านธรณีฟิสิกส์และด้านวิศวกรรมธรณี

2. เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อน โดยคำนวณปริมาณการรั่วซึมของน้ำผ่านทำนบดินและฐานราก ค่าความเร็ววิกฤตและค่าลาดชลศาสตร์ วิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินถมตามแบบจำลองการปรับปรุงเขื่อนและฐานรากในรูปแบบต่างๆ เพื่อทำการออกแบบกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการไหลซึมของน้ำ และเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยของตัวเขื่อน

1. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบความสัมพันธ์ วิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจด้านต่างๆ ทั้งด้านการวิเคราะห์สภาพเขื่อน โดยการตรวจสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual inspection) ด้านธรณีฟิสิกส์ ด้านวิศวกรรมธรณี

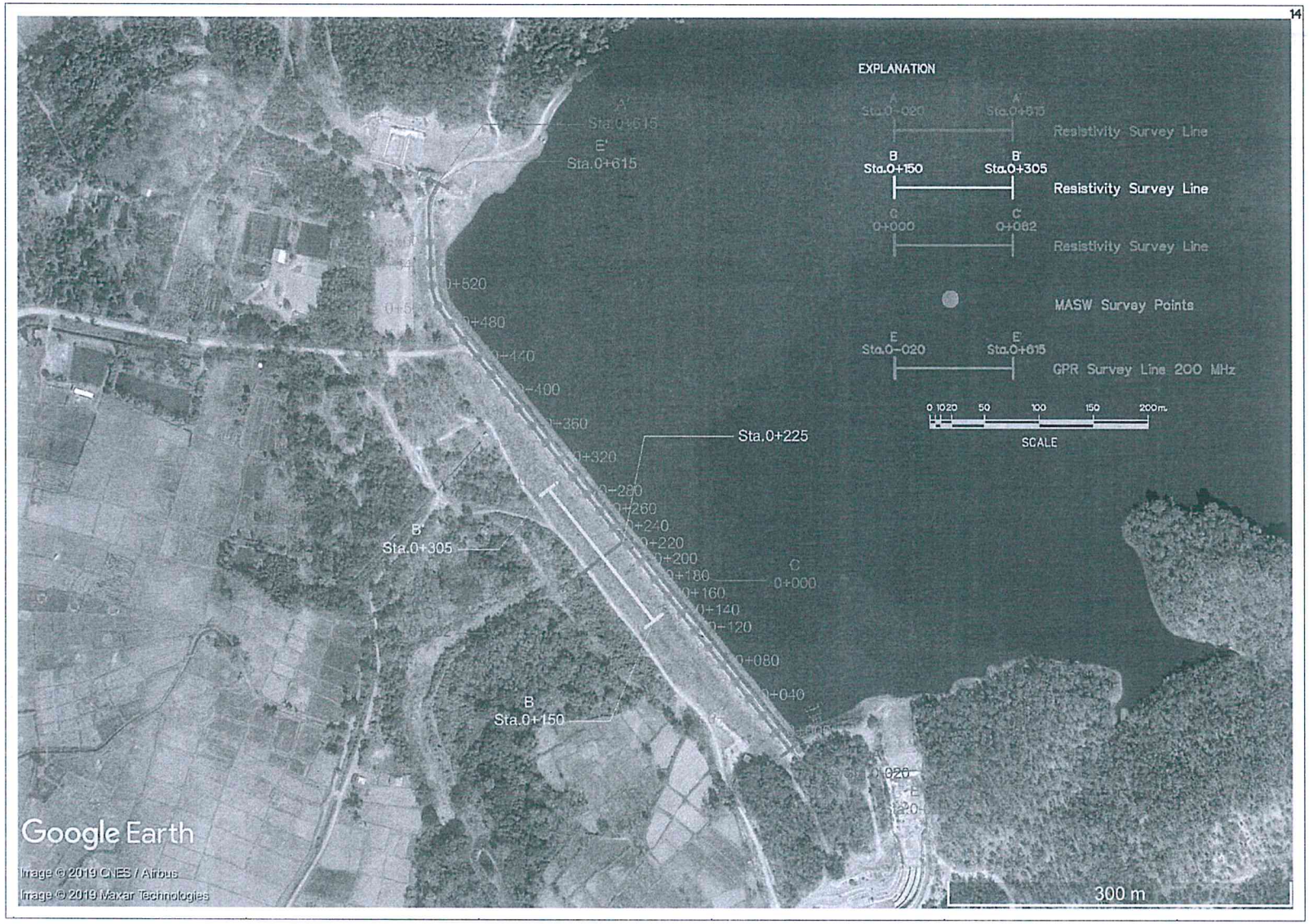
2. เพื่อวิเคราะห์ คำนวณปริมาณการรั่วซึมของน้ำผ่านทำนบดินและฐานราก ค่าความเร็ววิกฤตและค่าลาดชลศาสตร์ วิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินถมตามแบบจำลองการปรับปรุงเขื่อนและฐานรากในรูปแบบต่างๆ เพื่อทำการออกแบบกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาการรั่วซึมของน้ำ และเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยของอ่างเก็บน้ำ

3. วิธีการศึกษาวิเคราะห์

3.1 การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ (คัดลอกและดัดแปลงจาก รายงานการตรวจสภาพเขื่อนดินถมโดยวิธีธรณีฟิสิกส์ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง, ธฟ.สธ.15/2562 ฝ่ายธรณีฟิสิกส์ ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน)

ฝ่ายธรณีฟิสิกส์ ส่วนธรณีวิทยา สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา ได้เข้าไปดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ จำนวน 3 วิธี ได้แก่ วิธีการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ วิธีวัดความเร็วคลื่นเฉือนด้วยเทคนิค MASW และวิธีเรดาร์หยั่งลึก บริเวณแนวศูนย์กลางเขื่อน เพื่อตรวจสภาพดินถมโดยวิธีธรณีฟิสิกส์และหาข้อมูลประกอบการพิจารณาหาสาเหตุดังกล่าว

3.1.1 แนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ ทั้ง 3 วิธี รายละเอียดดังรูปที่ 2

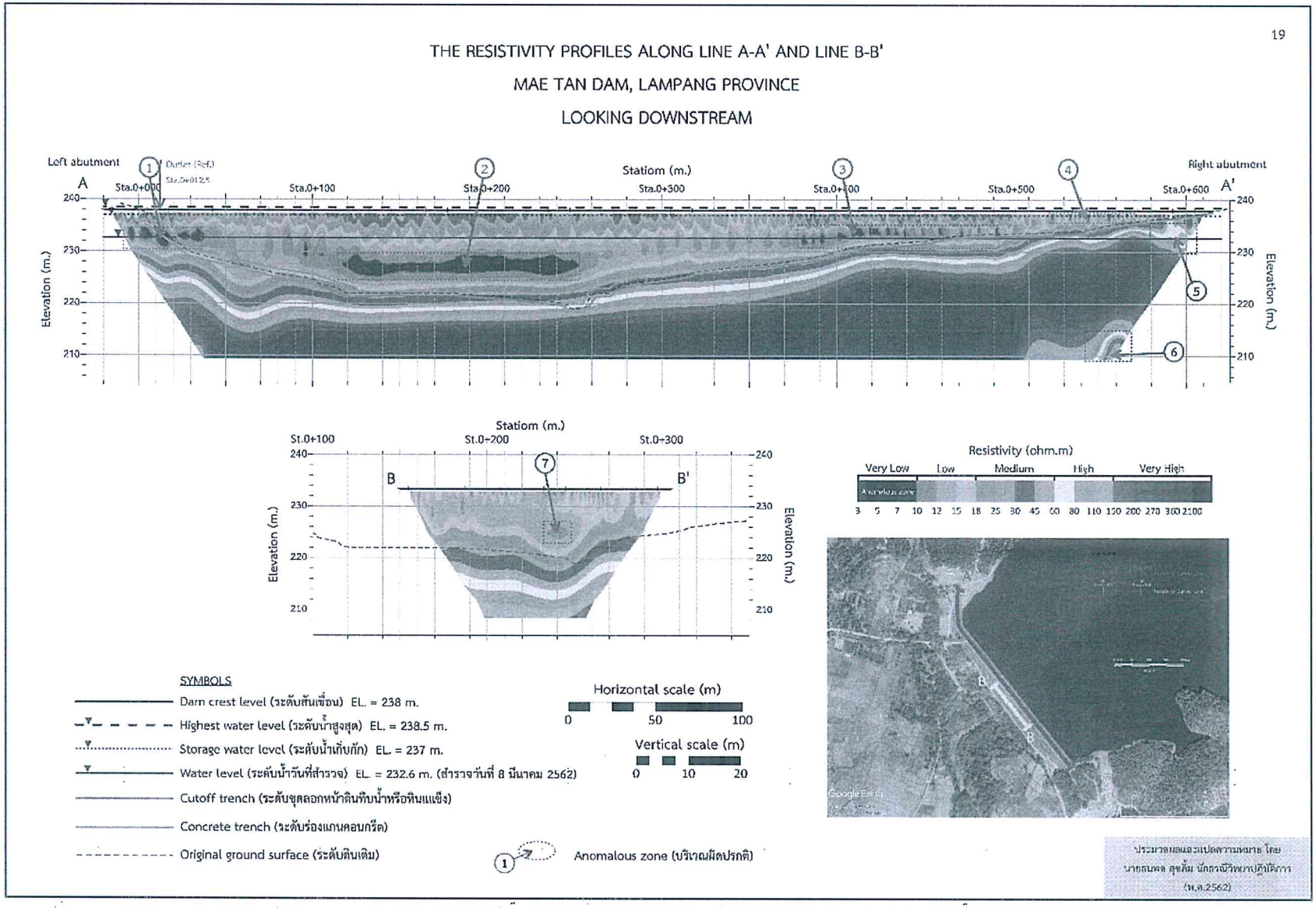


รูปที่ 2 แนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

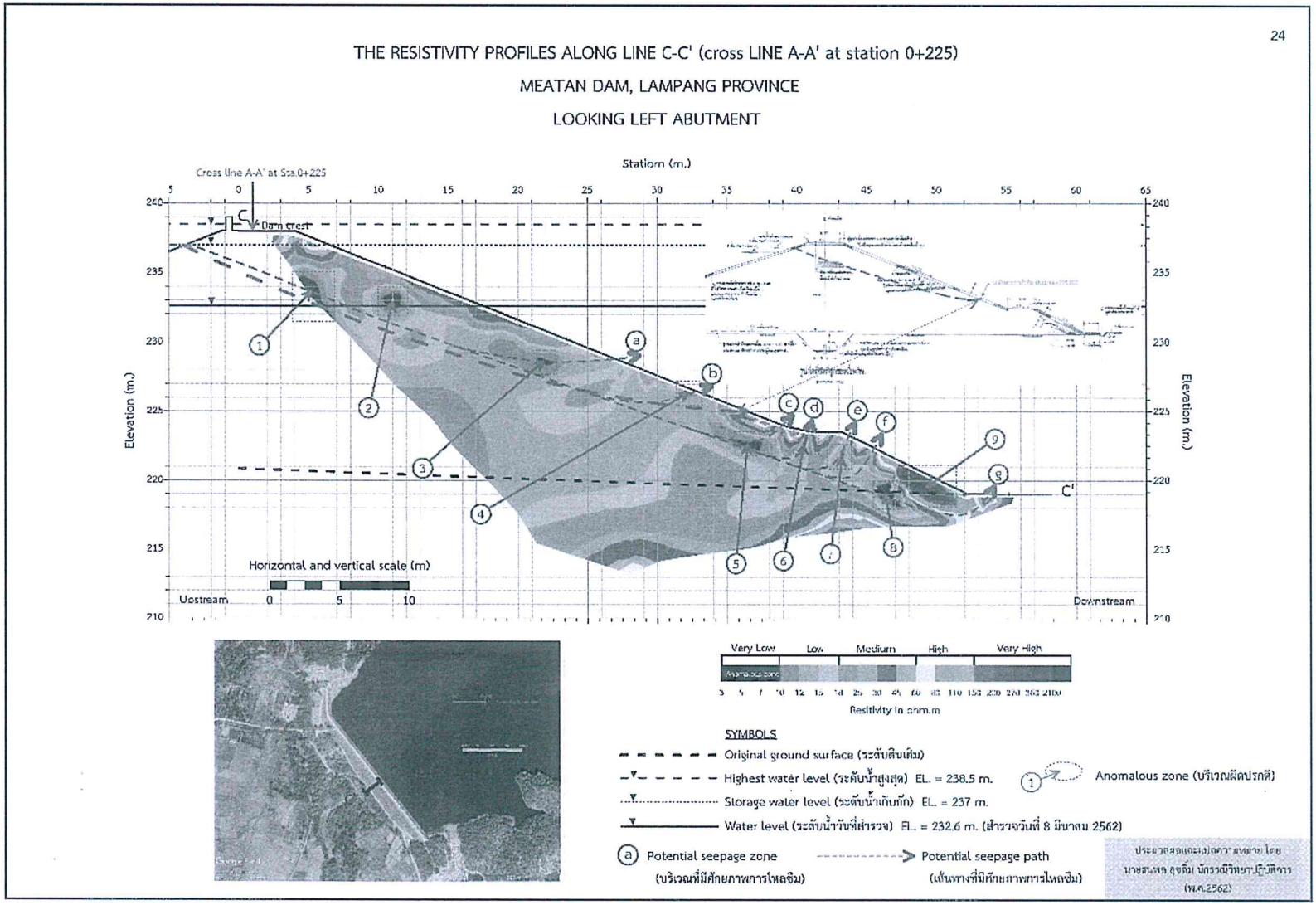
3.1.2 ผลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

1) ผลการสำรวจด้วยวิธีการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ

จากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า พบว่า ดินถมของโครงการมีสภาพต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ หรือมีความชื้นค่อนข้างสูงตลอดแนวเขื่อน มีความเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างสูง พบความผิดปกติในดินถม จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ บริเวณ กม.0+115 ถึง กม.0+252 ที่ระดับ 225.0 ถึง 229.0 เมตร ร.ส.ม., บริเวณ กม.0+378 ถึง กม.0+493 ที่ระดับ 231.0 ถึง 235.0 เมตร ร.ส.ม. และบริเวณ กม.0+552 ถึง กม. 0+572 ที่ระดับ 235.5 ถึง 238.0 เมตร ร.ส.ม. พบความผิดปรกติบริเวณรอยต่อของดินถมกับฐานราก จำนวน 1 แห่ง ที่บริเวณ กม.0-006 ถึง กม.0+039 ที่ระดับ 231.8 ถึง 235.8 เมตร ร.ส.ม. ส่วนฐานรากไม่พบความผิดปรกติ



รูปที่ 3 ผลการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้า แนว A-A' และแนว B-B' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางท้ายน้ำ)



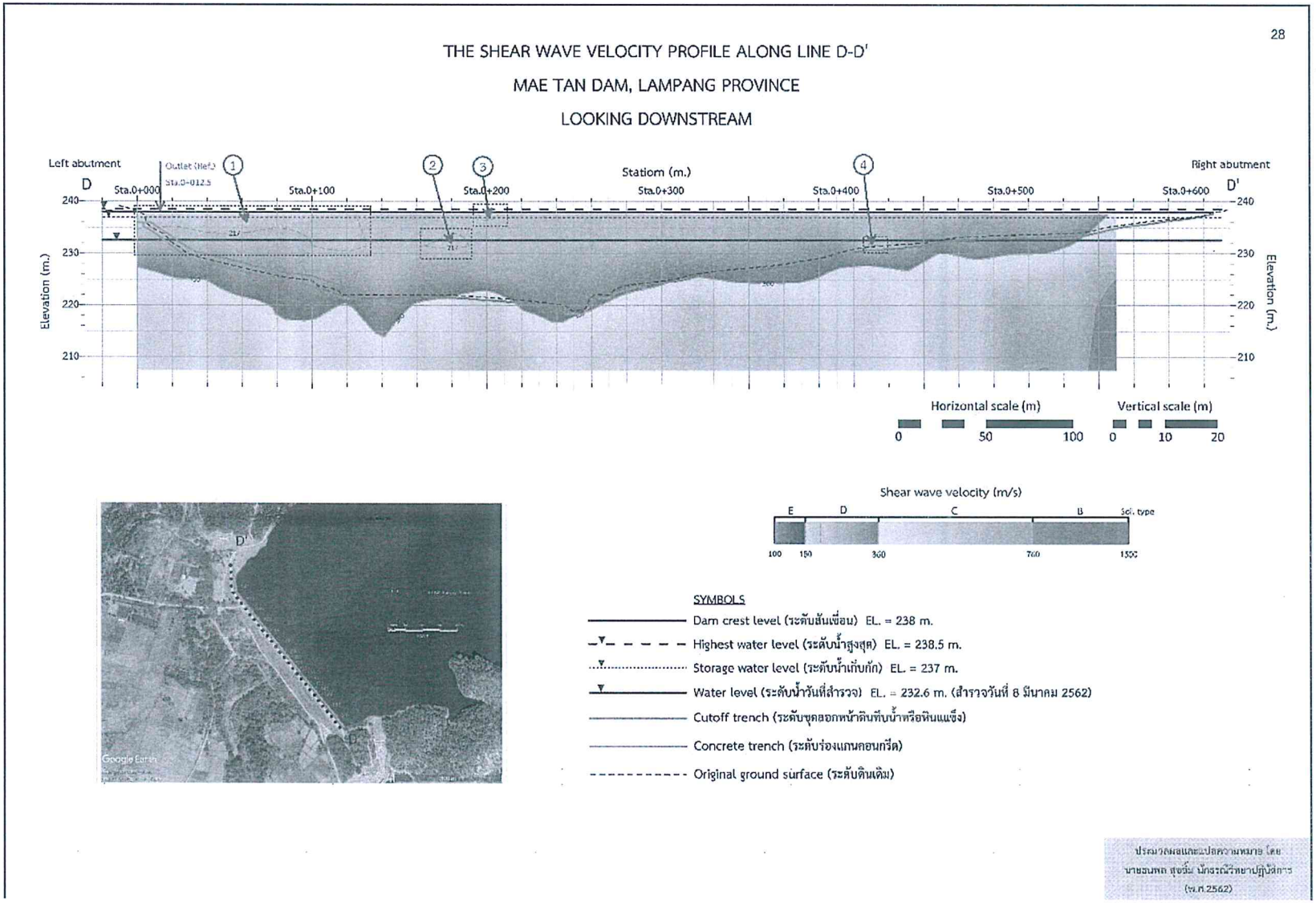
รูปที่ 4 ผลการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้า แนว C-C' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางฐานยันฝั่งซ้าย)

2) ผลการสำรวจด้วยวิธีวัดความเร็วคลื่นเฉือน ด้วยเทคนิค MASW

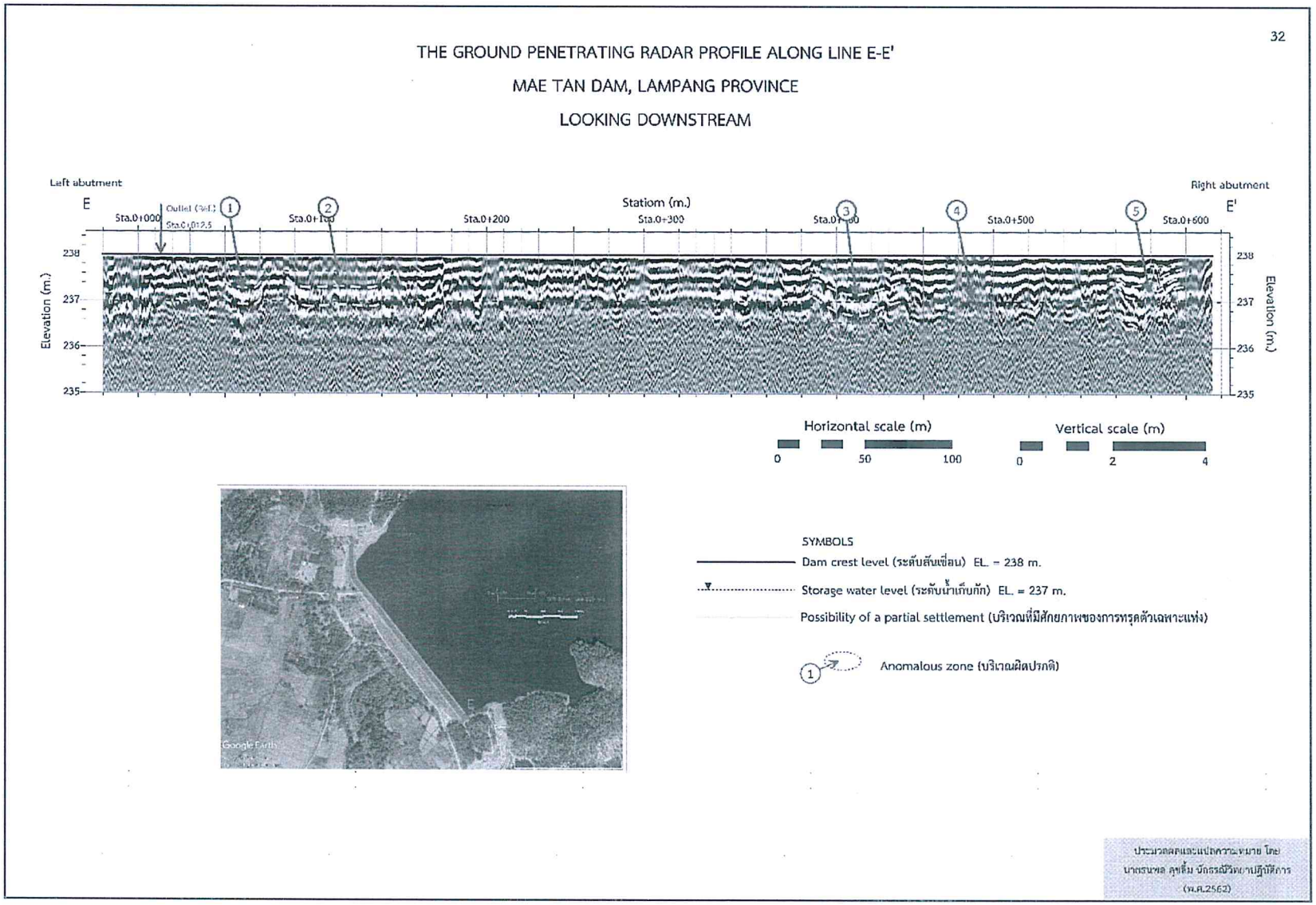
จากค่าความเร็วคลื่นเฉือน ไม่พบความผิดปกติในดินถมและฐานราก ประเมินได้ว่าดินถมและฐานรากมีความแน่นอยู่ในเกณฑ์ปกติ พบบางบริเวณที่แสดงค่าความเร็วคลื่นเฉือนน้อยกว่าบริเวณข้างเคียง ได้แก่ บริเวณ กม.0+000 ถึง กม.0+131 ที่ระดับ 230.5 ถึง 238.0 เมตร ร.ส.ม., บริเวณ กม.0+163 ถึง กม.0+190 ที่ระดับ 231.0 ถึง 234.0 เมตร ร.ส.ม., บริเวณ กม.0+196 ถึง กม.0+207 ที่ระดับ 236.3 ถึง 238.0 เมตร ร.ส.ม. และบริเวณ กม.0+418 ถึง กม.0+425 ที่ระดับ 231.3 ถึง 232.0 เมตร ร.ส.ม.

3) ผลการสำรวจด้วยวิธีวิธีเรดาร์หยั่งลึก

จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสดงผลสำรวจได้ความลึกสูงสุดประมาณ 1.5 เมตร ครอบคลุม ชั้นดินลูกรังอัดแน่น และดินถม ซึ่งอยู่ในช่วงระยะพ้นน้ำ (freeboard) พบว่าดินถมส่วนใหญ่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีเศษหิน ลูกรัง หรือเป็นรอยแตกขนาดเล็ก และพบความผิดปรกติที่แสดงถึงการยุบตัวเฉพาะแห่ง จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ บริเวณ กม.0+050 ถึง กม.0+070, กม.0+085 ถึง กม.0+144, กม.0+385 ถึง กม.0+440 และ กม.0+466 ถึง กม.0+487 โดยยุบตัวไม่เกิน 1.5 เมตร



รูปที่ 5 การแสดงลักษณะสัญญาณคลื่นแม่เหล็กฟ้าที่พบในโครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 6 ผลการสำรวจเรดาร์หยั่งลึก แนว E-E' โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง (มองไปทางท้ายน้ำ)

จากการเทียบเคียงผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ไม่พบความสัมพันธ์ของบริเวณที่ผิดปกติ จากการสำรวจทั้ง 3 วิธี ที่ซ้อนทับกัน เมื่อพิจารณาตามแผนผังเกณฑ์สภาพเขื่อนโดยธรณีฟิสิกส์ ดินถมและ ฐานราก จัดอยู่ใน Condition index of earthen dam : Class 4 (good) จากเกณฑ์สภาพเขื่อนโดยธรณีฟิสิกส์ มีความเห็นและคำแนะนำว่า เขื่อนยังทำงานได้อย่างเป็นปกติ ควรทำการพิสูจน์ทราบ ในบริเวณที่ตรวจพบความผิดปกติจากการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้า ด้วยวิธีการที่เหมาะสม และเฝ้าสังเกตการณ์ บริเวณชานพักด้านท้ายน้ำของเขื่อน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการไหลซึม เมื่อเก็บกักน้ำเต็มความจุ

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำซึมผ่านฐานรากเขื่อน โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ทาน อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง โดยใช้โปรแกรม GeoStudio ในการจำลองโดยการสร้าง Soil Seepage Model เป็นการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำโดยใช้หลักการ Finite Element Mesh ซึ่งอาศัยพื้นฐานของสมการการไหลของน้ำผ่านตัวกลางพรุน (Laplace's Equation) เป็นการพิจารณาการไหลใน 2 มิติ ในแนวแกน x และแกน y

จากสูตร $$k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0$$

เมื่อ k_x , k_y = สัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินและหินในแนวราบและแนวดิ่งตามลำดับ

h = ศักย์หรือความดันน้ำรวม ณ จุดที่พิจารณา

การคำนวณการไหลซึมโดยวิธี Finite Element มีแนวคิดจากการกระจายความดันของน้ำอย่างต่อเนื่องในขอบเขตของการไหล ค่าความดันน้ำจะกระจายจาก Node ที่ทราบค่า ไปยัง Node ภายในขอบเขตการไหลบน Finite Element Mesh

3.2.1 ขั้นตอนและวิธีการคำนวณการไหลซึมโดยวิธี Finite Element

1) สร้าง Soil Seepage Model จากลักษณะสภาพธรณีวิทยาตัวเขื่อนและฐานรากที่ได้เลือกเป็นตัวแทนในการพิจารณาค่าการไหลซึมของน้ำที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของตัวเขื่อนและฐานราก

รายการ (DH. 2)	*ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมน้ำ k (m./sec.)*	*ที่มาของข้อมูล / การเลือกใช้ข้อมูล*
วัสดุถมเขื่อน		
1. ดินถมทำนบ (ตามแบบ) *2. ดินถมทำนบที่มีการรั่วซึม* *3. ดินฐานราก (ดินเดิม)*	*1.00×10^{-6}* *5.00×10^{-6}* *2.00×10^{-6}*	*เกณฑ์กำหนดตามแบบ/ชั้นดินที่ไม่มีการรั่วซึม* *ค่าโดยประมาณจากหลุมผลสำรวจธรณีฟิสิกส์* *ค่าโดยประมาณจากหลุมผลสำรวจธรณีฟิสิกส์*
ชั้นหินฐานราก		
1. ชั้นหินฐานราก	*2.00×10^{-6}*	*ค่าโดยประมาณจากหลุมผลสำรวจธรณีฟิสิกส์*
วิธีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก		
1. GCL U/S Slope & GCL U/S Blanket	*8.36×10^{-9} (ข้อจำกัด: ค่าการรั่วซึมที่ต่ำสุดของโปรแกรม)*	*คุณสมบัติของ GCL ที่ใช้ในโปรแกรมคำนวณ (คุณสมบัติของ GCL $\leq 2 \times 10^{-11}$ m./sec.)*
2. U/S Compaction Soil	*1.00×10^{-6}*	*เกณฑ์กำหนดของการปรับปรุงฐานราก*
3. Soil Grouting	*1.00×10^{-6}*	*เกณฑ์กำหนดของการปรับปรุงฐานราก*

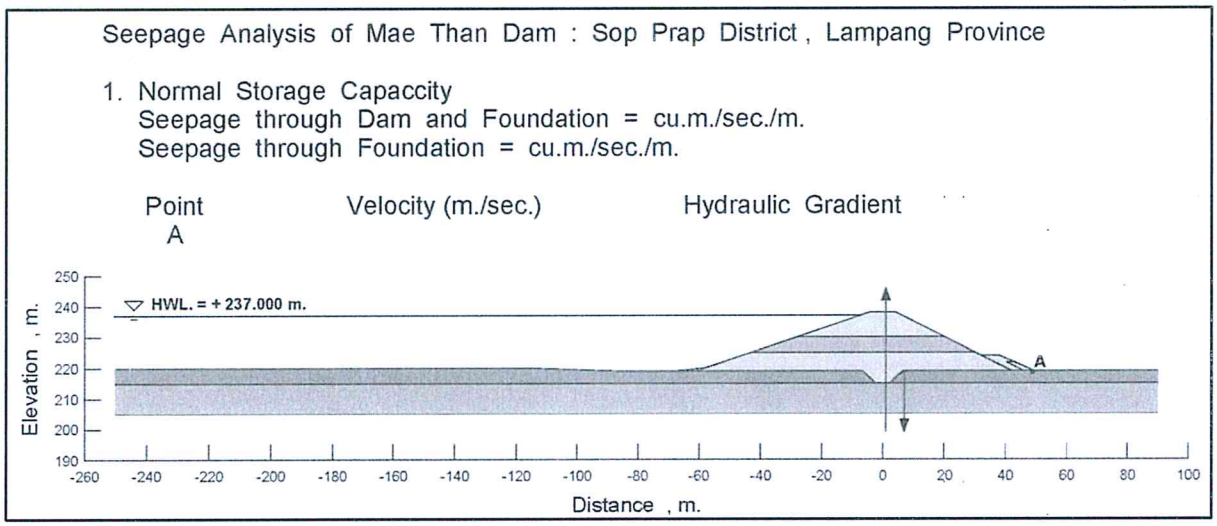
2) สร้าง Finite Element Mesh และ Boundary Condition คือ การแบ่งพื้นที่การไหลออกเป็นรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการกระจายแรงดันน้ำ ซึ่งต้องกำหนด Boundary Condition (คือ การกำหนดความดันน้ำที่ Node บริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำ ที่ทราบค่าความดันน้ำ)

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะคำนวณความดันน้ำจาก Node ที่ทราบค่า กระจายไปยัง Node ที่อยู่ภายในพื้นที่การไหล แล้วนำความดันที่ Node ต่างๆ นี้ ไปคำนวณหาปริมาณน้ำ ความเร็วการไหลของน้ำ และ Hydraulic Gradient ที่เกิดขึ้นได้ ผลการคำนวณการไหลซึมได้แสดงในรูปของ Vector การไหลของน้ำ และแสดงความดันน้ำที่จุดต่างๆ ในรูปของเส้น Equipotential Line

3.2.2 กำหนดรูปแบบ (Model) ในการวิเคราะห์การรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก

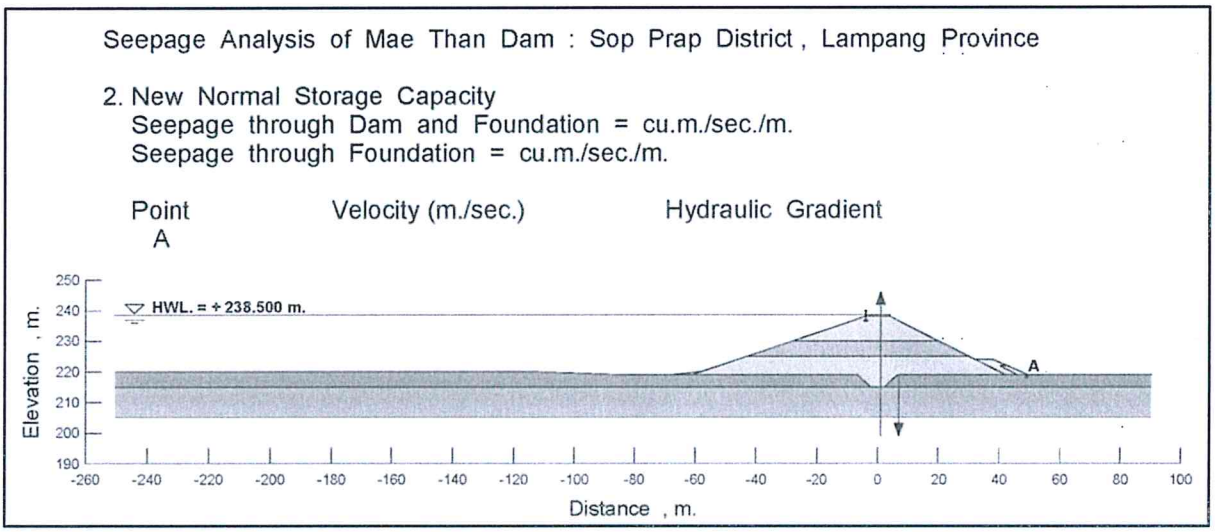
กำหนดรูปแบบในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) เขื่อนเดิมที่ยังไม่มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ (Normal Storage Capacity)



รูปที่ 7 รูปแบบการวิเคราะห์กรณี ไม่มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ

2) เขื่อนที่มีการเพิ่มศักยภาพย์ในการเก็บกักน้ำ (New Normal Storage Capacity)



รูปที่ 8 รูปแบบการวิเคราะห์กรณี มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ

3.2.3 การวิเคราะห์โอกาสการเกิด Piping

บริเวณที่จะมีแรงกระทำต่อมวลดินสูง คือ บริเวณใกล้ Filter และบริเวณท้ายเขื่อน โดยพิจารณาจาก

1.) เปรียบเทียบ Hydraulic Gradient ที่เกิดขึ้นบริเวณท้ายเขื่อนทางด้านท้ายน้ำ กับ Critical Hydraulic Gradient (ic)

$$i_c = \frac{\gamma_b}{\gamma_w} \approx 1$$

2.) เปรียบเทียบ Velocity ของน้ำที่เกิดขึ้น กับ Critical Seepage Velocity (v_c) ตามวิธีของ Justin

$$V_c = \sqrt{\frac{w.g}{A.\gamma_w}}$$

โดยพิจารณาโอกาสการกัดเซาะกับดินประเภททรายป่นถึงทรายละเอียด ซึ่งจะใช้ $\varnothing$ ของเม็ดดิน = 0.074 มม. ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่าง Silt กับ Sand ตาม Unified Soil Classification ซึ่งสามารถหาค่า V_c ได้ดังนี้

พื้นที่หน้าตัดเม็ดดิน (A) $= \left[\frac{7.4 \times 10^{-5}}{2} \right]^2 \times \pi = 4.3 \times 10^{-9}$ m^2.

น้ำหนักเม็ดดินในน้ำ (W) $= \frac{4}{3} \times \pi \times \left[\frac{7.4 \times 10^{-5}}{2} \right]^3 \times \left(2.7 - 1 \right)$ ใช้ค่า $G_s = 2.7$

$W = 3.6 \times 10^{-10}$ kg.

$$\therefore V_c = \sqrt{\frac{3.6x10^{-10} \, x \, 9.8}{4.3x10^{-9} \, x \, 1{,}000}} = 0.028 \text{ m./sec.}$$

เปลี่ยนค่า Seepage Velocity เป็น Discharge Velocity ความเร็ววิกฤติ , $V = V_c \, n$

เมื่อ n = ความพรุน

$$n = \frac{e}{1+e} = 0.38$$ (สำหรับดินกลุ่ม SM ในสภาพแน่นที่สุด e = 0.62)

ความเร็ววิกฤติ , $V = 0.028 \times 0.38$

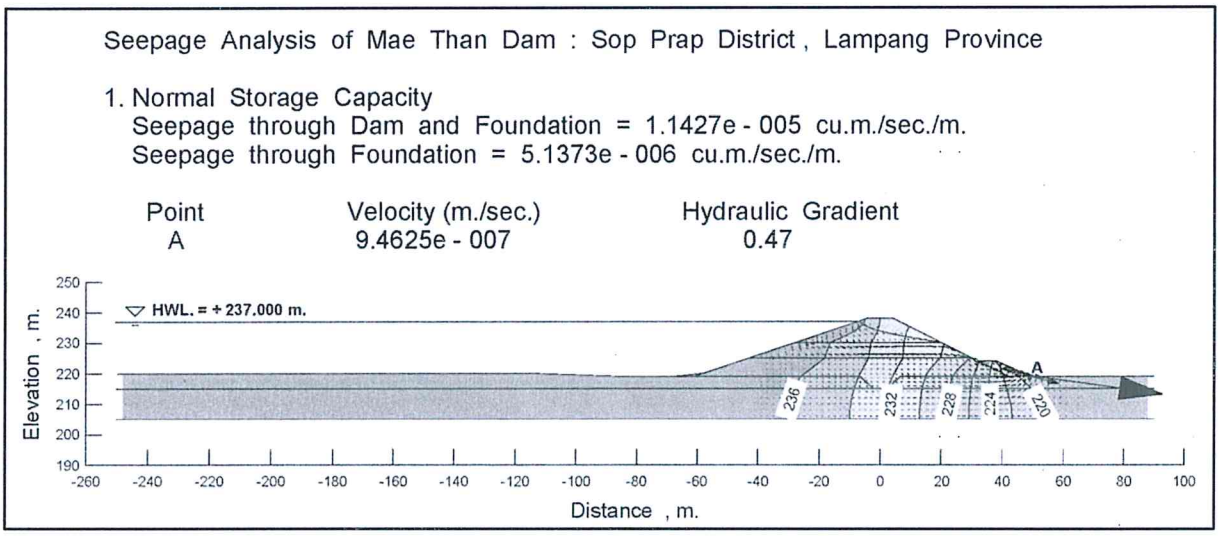
$= 0.01$ m./sec.

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก

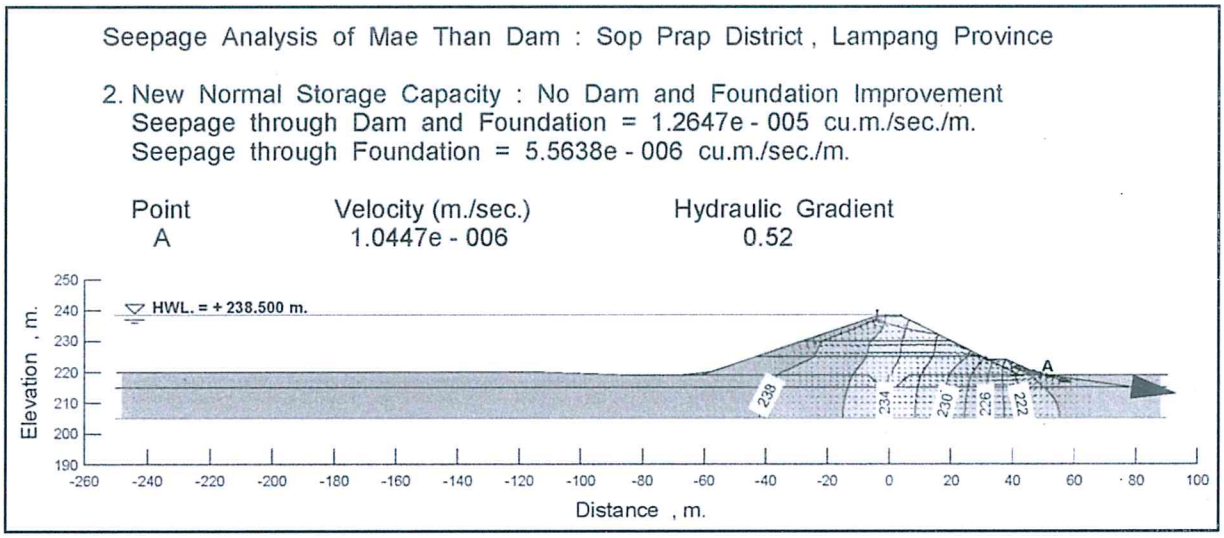
Analysis Method (Case)	Seepage through Dam & Foundation ($m.^3/sec./m.$)	Seepage through Foundation ($m.^3/sec./m.$)
1. Normal Storage Capacity	1.1427e-005	5.1373e-006
2. New Normal Storage Capacity	1.2647e-005	5.5638e-006

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่า Hydraulic Gradient และค่า Velocity ณ จุด A (บริเวณท้ายเขื่อน) ที่มีโอกาสเกิด Piping

Analysis Method (Case)	Velocity (m./sec.)	Hydraulic Gradient
	Point A	Point A
1. Normal Storage Capacity	9.4625e-007	0.47
2. New Normal Storage Capacity	1.0447e-006	0.52

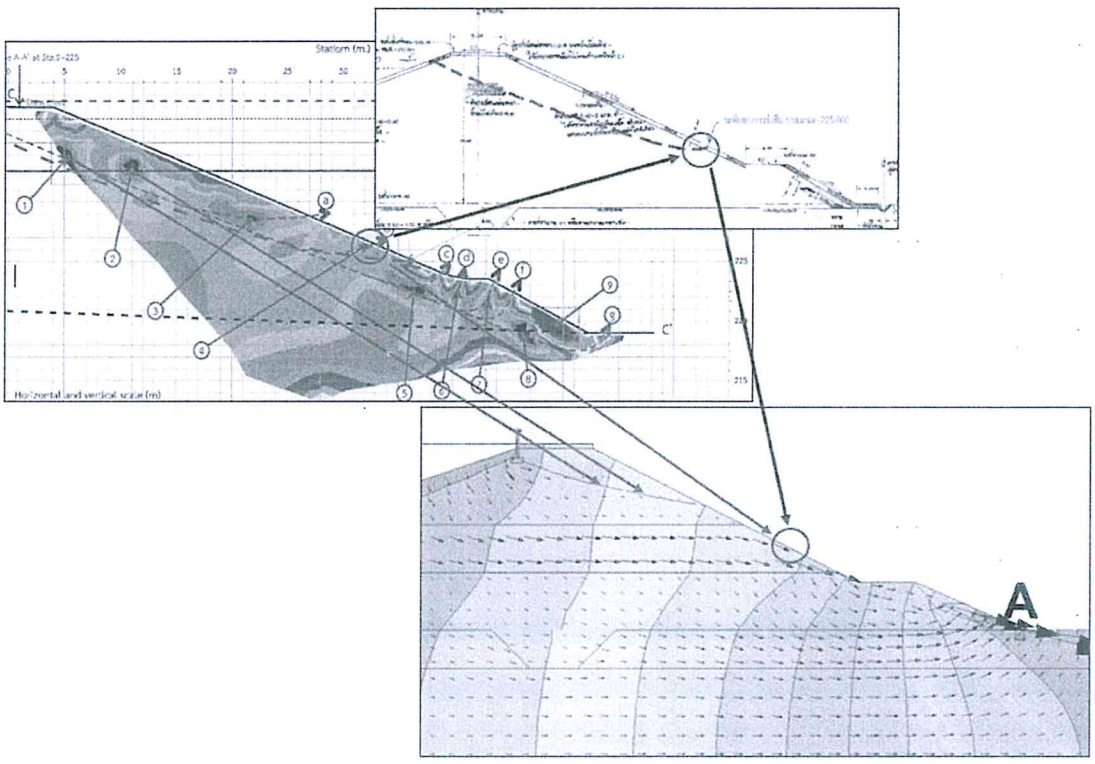


รูปที่ 9 ผลการวิเคราะห์กรณี ไม่มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ



รูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์กรณี มีการเพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำ

จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ วิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจด้านต่างๆ ทั้งด้านการวิเคราะห์สภาพเขื่อน โดยการตรวจสภาพเขื่อนด้วยสายตา (Visual inspection) ด้านธรณีฟิสิกส์ และด้านวิศวกรรมธรณีโดยการวิเคราะห์การรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก พบมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน บริเวณวงกลมสีแดง โดยจากการเดินตรวจสอบบริเวณลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ พบการรั่วซึมที่ระดับประมาณ +225.000 เมตร (ร.ส.ม.) ผลธรณีฟิสิกส์พบเป็นบริเวณที่มีค่าความต้านไฟฟ้าต่ำ และจากวิเคราะห์การรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก พบเส้นทางการไหลซึมของน้ำ (Vector) หนาแน่นในบริเวณนี้ ดังแสดงในรูป

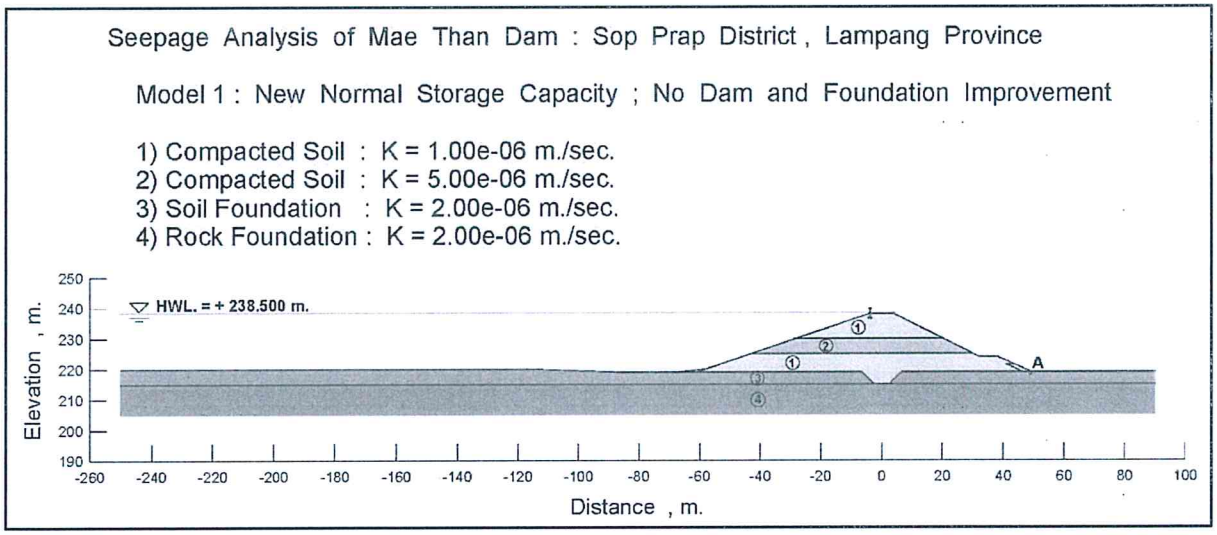


รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของการรั่วซึม

3.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

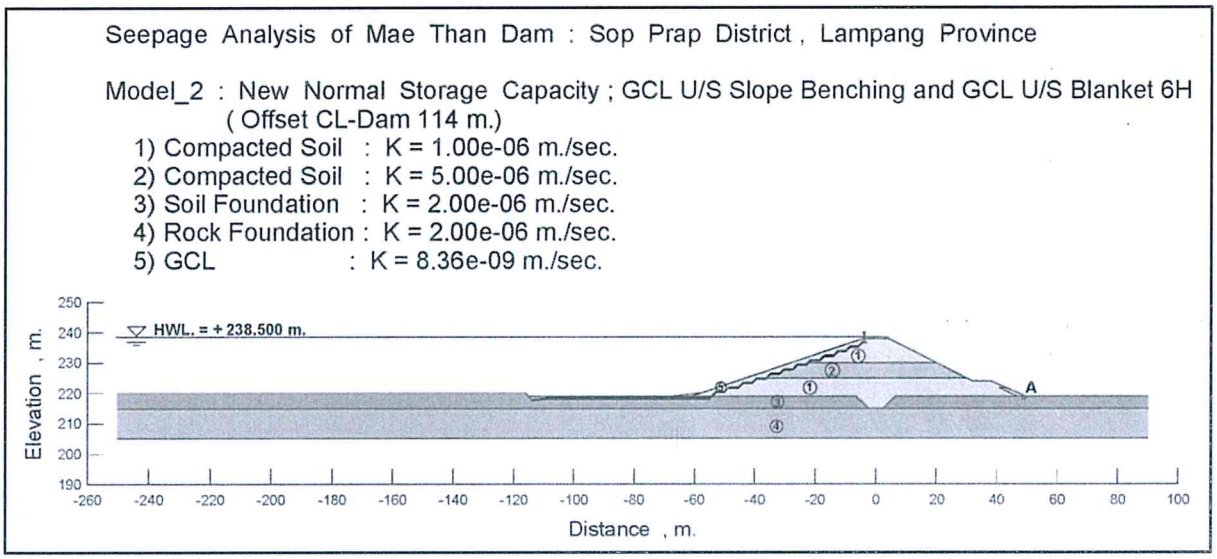
กำหนดรูปแบบในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก ตามแบบจำลองการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานรากในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ออกเป็น 6 รูปแบบ คือ

1.)New Normal Storage Capacity: No Dam and Foundation Improvement คือ ไม่มีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก



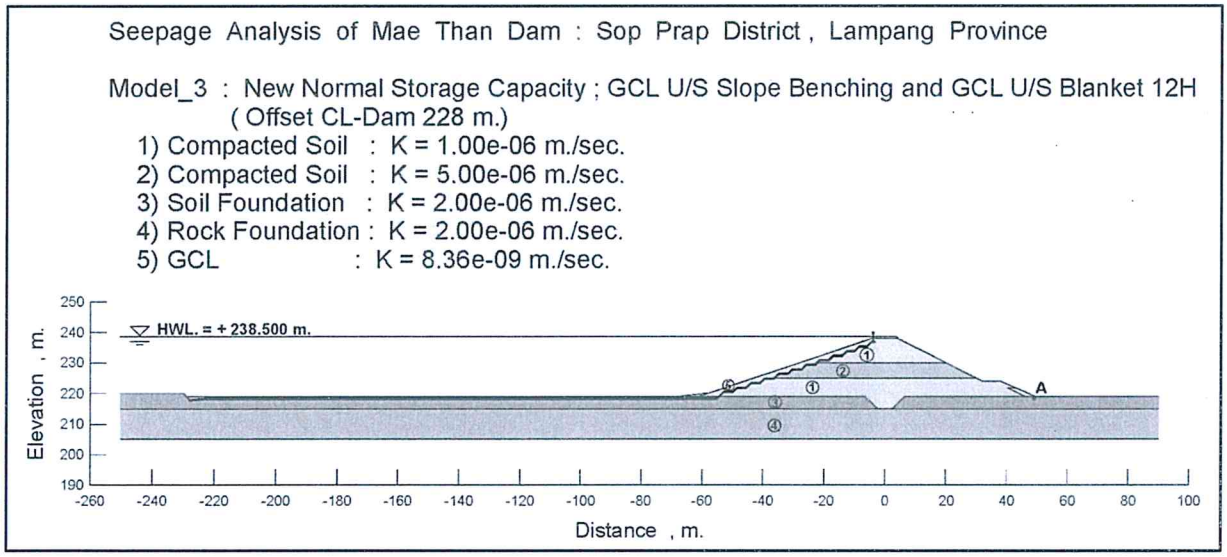
รูปที่ 12 รูปแบบการวิเคราะห์ ไม่มีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก

2.) New Normal Storage Capacity: GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.): ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น (Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST



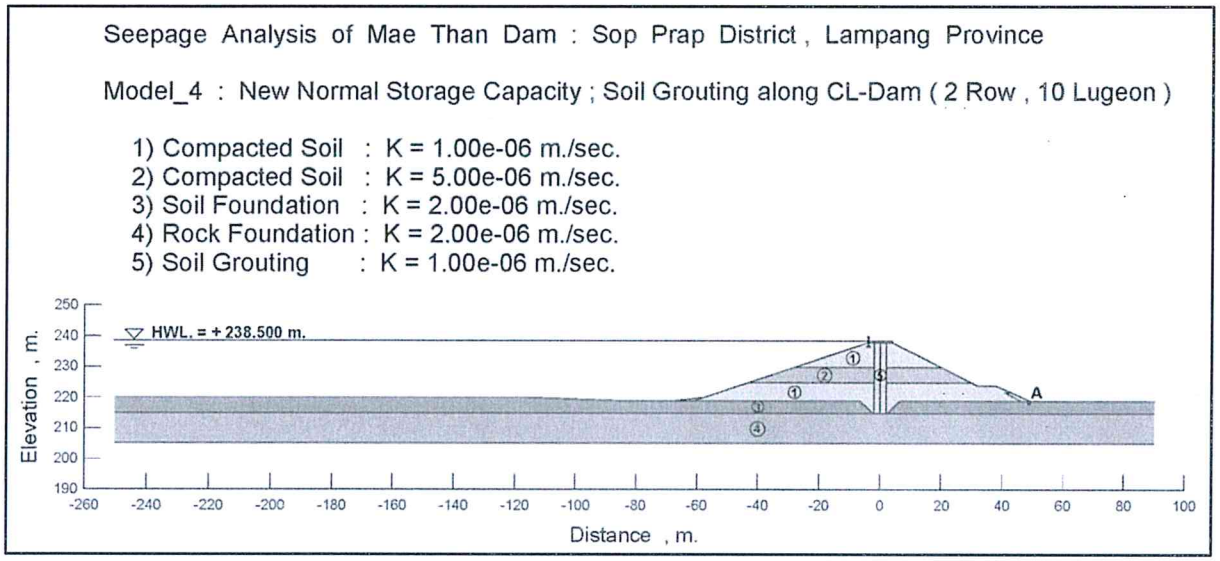
รูปที่ 13 รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดิน

3.) New Normal Storage Capacity: GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 12H (Offset CL-Dam 228 m.): ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น (Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 12 เท่าความสูงของทำนบดิน (228 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST



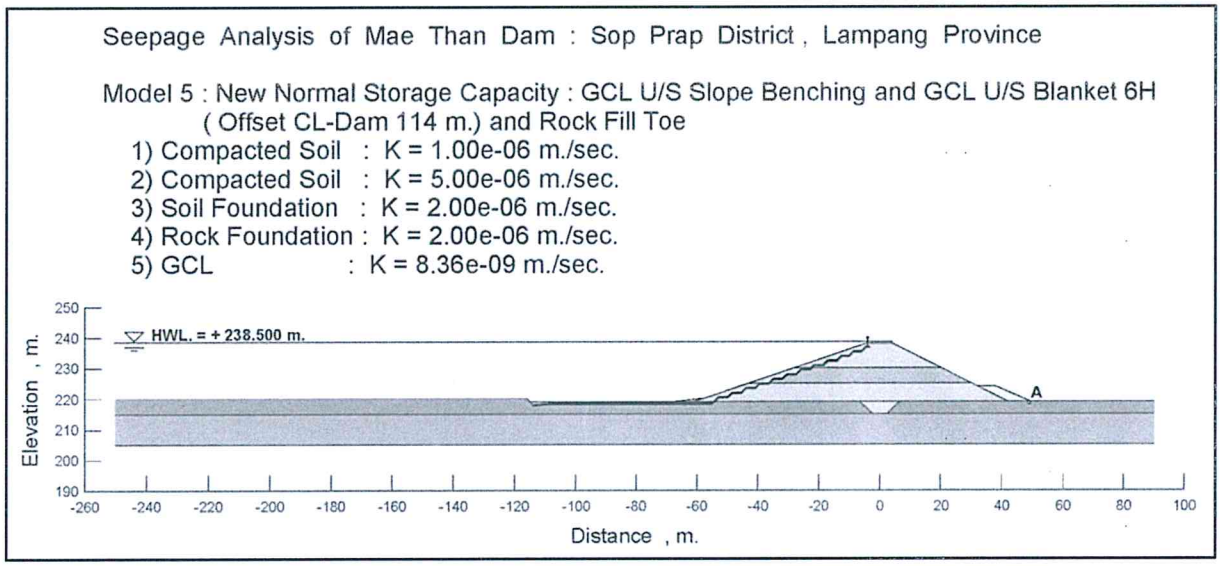
รูปที่ 14 รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 12เท่าความสูงทำนบดิน

4.) New Normal Storage Capacity: Soil Grouting along CL-Dam (2 Row, 10 Lugeon): ทำการเจาะ-อัดฉีดน้ำปูนในตัวทำนบดิน จำนวน 2 แถว เกณฑ์เป้าหมาย 10 ลูยอง เพื่อป้องกันการรั่วซึมน้ำผ่านทำนบดินและฐานราก



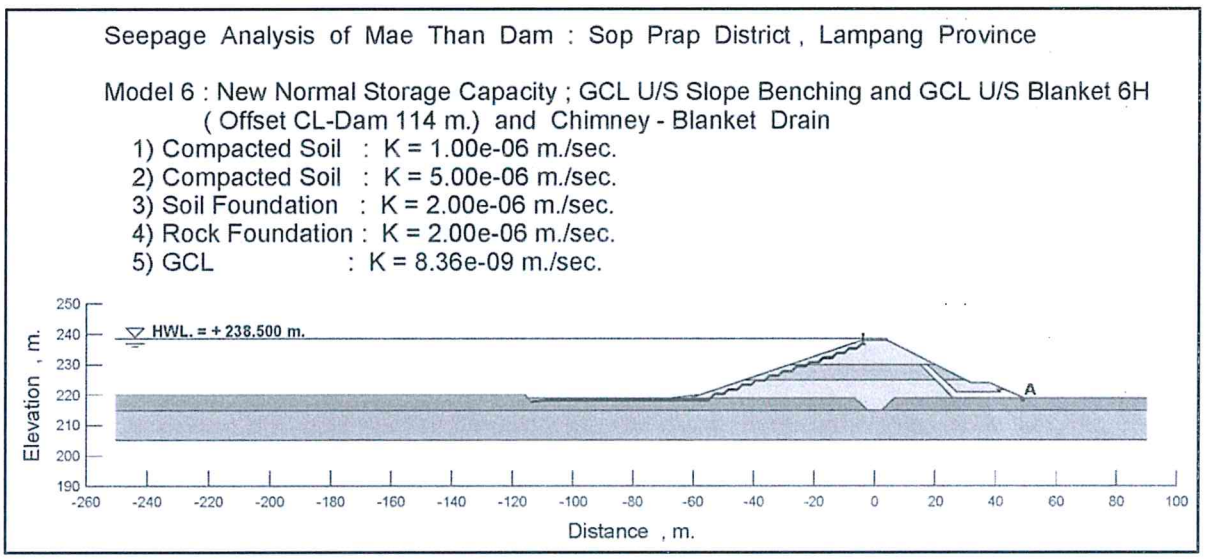
รูปที่ 15 รูปแบบการปรับปรุงเจาะอัดฉีดน้ำปูนในตัวทำนบดิน จำนวน 2 แถว

5.) New Normal Storage Capacity: GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.) and Rock Fill Toe คือ ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น (Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe



รูปที่ 16 รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe

6.) New Normal Storage Capacity: GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.) and Chimney - Blanket Drain คือ ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น (Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ Chimney - Blanket Drain



รูปที่ 17 รูปแบบการปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ

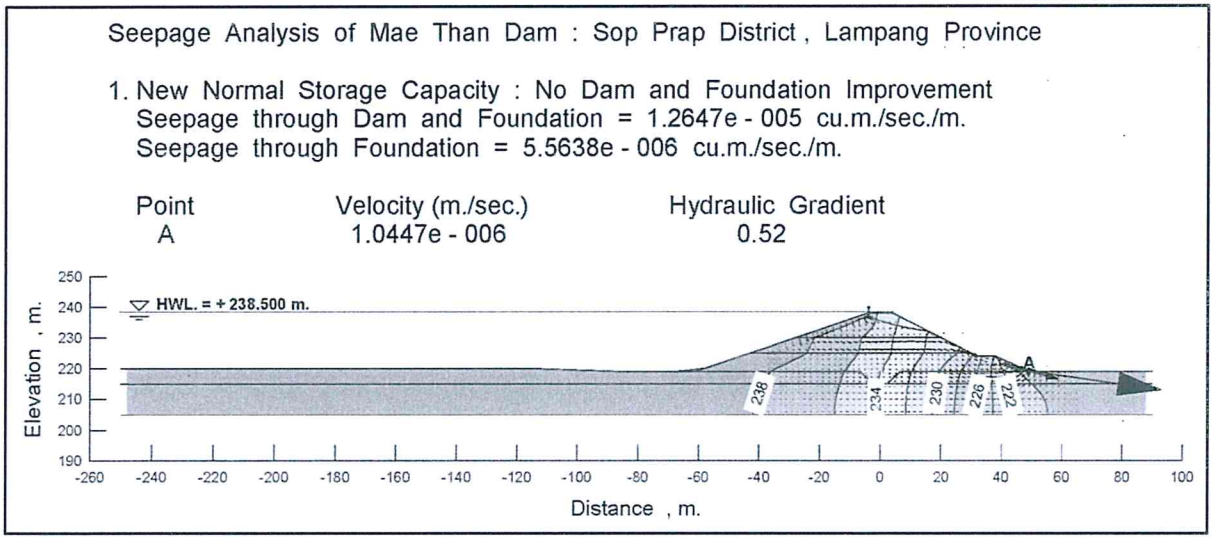
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานราก

Analysis Method (Case)	Seepage through Dam & Foundation ($m.^3/sec./m.$)	Seepage through Foundation ($m.^3/sec./m.$)	Foundation Improved* %
1. No Dam and Foundation Improvement	1.2647e-005	5.5638e-006	-
2. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.)	6.9594e-006	3.8143e-006	44.97
3. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 12H (Offset CL-Dam 228 m.)	6.8331e-006	3.7596e-006	45.97
4. Soil Grouting along CL-Dam (2 Row, 10 Lugeon)	1.1448e-005	5.9199e-006	9.48
5. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.) and Rock Fill Toe	6.9671e-006	4.1971e-006	44.91
6. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H and Chimney-Blanket Drain	7.1623e-006	5.2613e-006	43.37

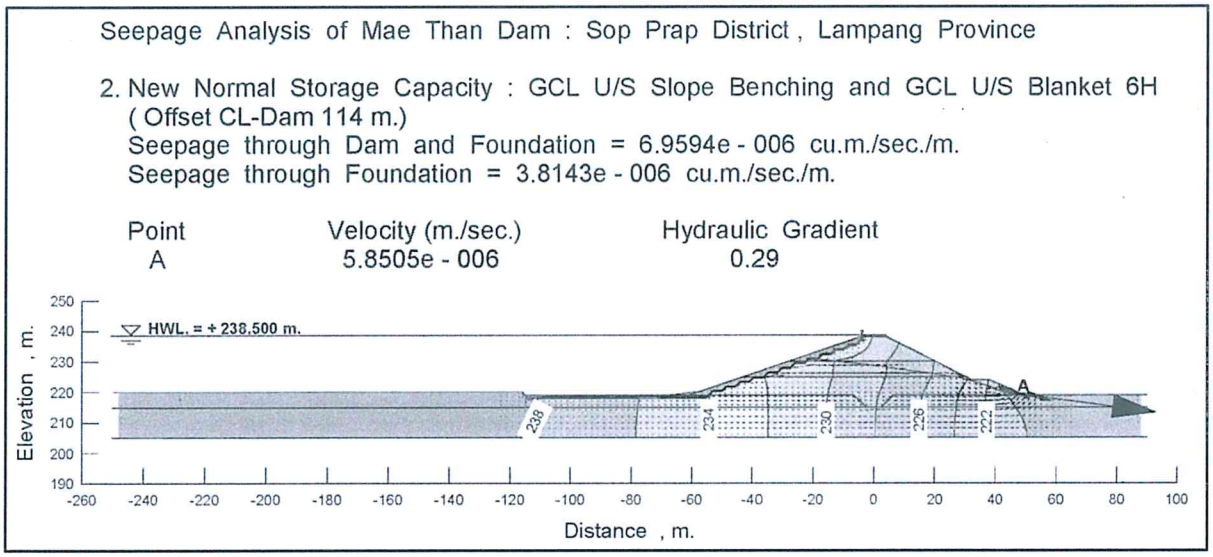
% Foundation Improved* = $\frac{\text{(Seepage through Dam \& Foundation Case 1) - (Seepage through Dam \& Foundation Case 2-5)}}{\text{(Seepage through Dam \& Foundation Case 1)}} \times 100$

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่า Hydraulic Gradient และค่า Velocity ณ จุด A (บริเวณท้ายเขื่อน) ที่มีโอกาสเกิด Piping

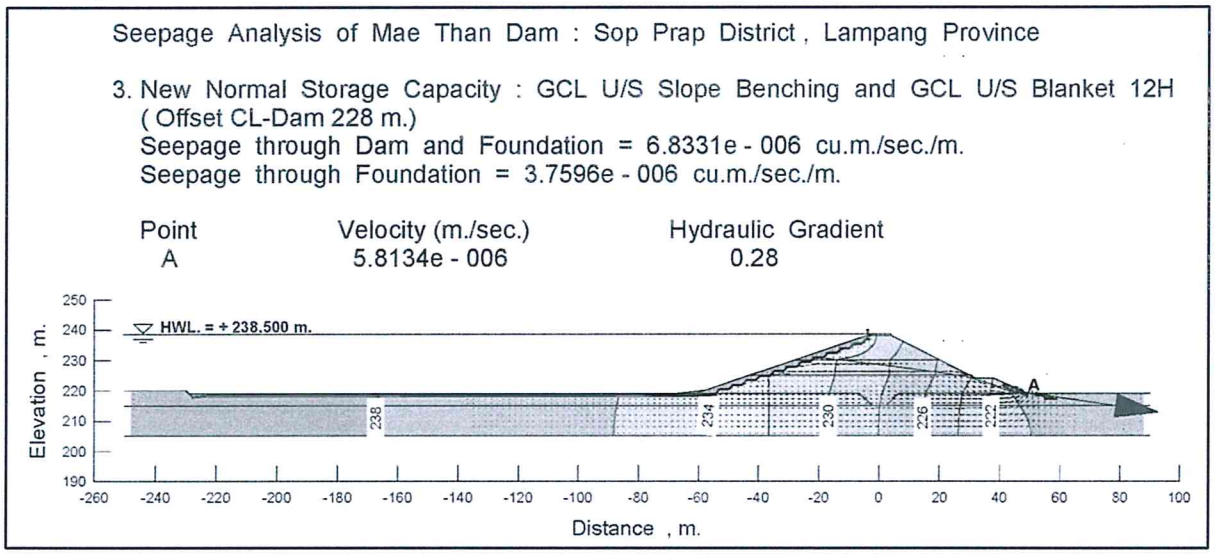
Analysis Method (Case)	Velocity (m./sec.)	Hydraulic Gradient
	Point A	Point A
1. No Dam and Foundation Improvement	1.0447e-006	0.52
2. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.)	5.8505e-007	0.29
3. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 12H (Offset CL-Dam 228 m.)	5.8134e-007	0.28
4. Soil Grouting along CL-Dam (2 Row, 10 Lugeon)	9.5699e-007	0.47
5. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H (Offset CL-Dam 114 m.) and Rock Fill Toe	5.7159e-007	0.28
6. GCL U/S Slope Benching and GCL U/S Blanket 6H and Chimney-Blanket Drain	6.0659e-007	0.30



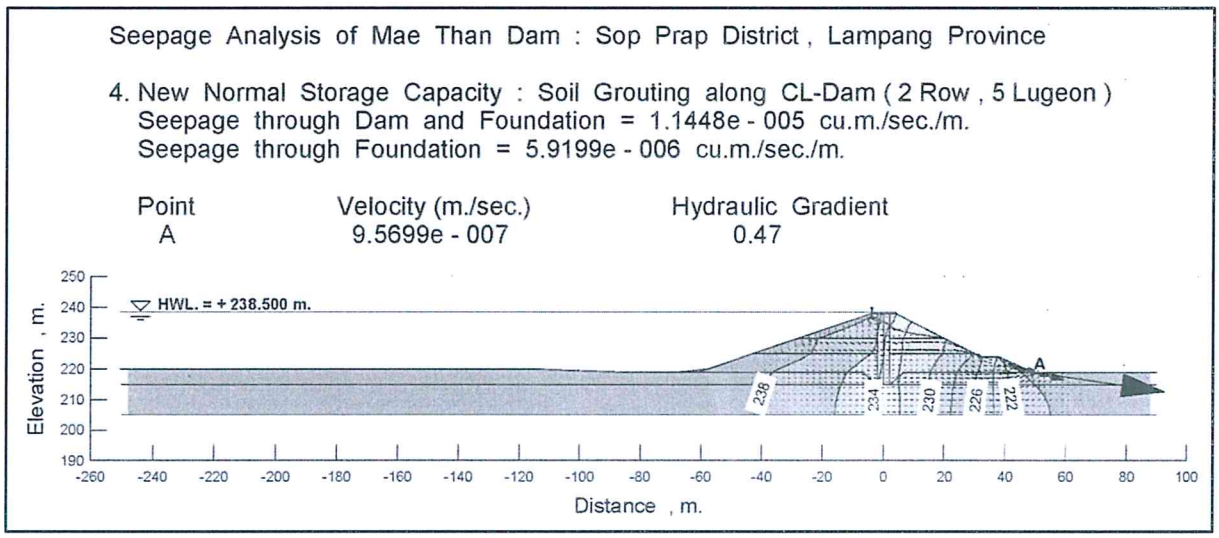
รูปที่ 18 ผลการวิเคราะห์ ไม่มีการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก



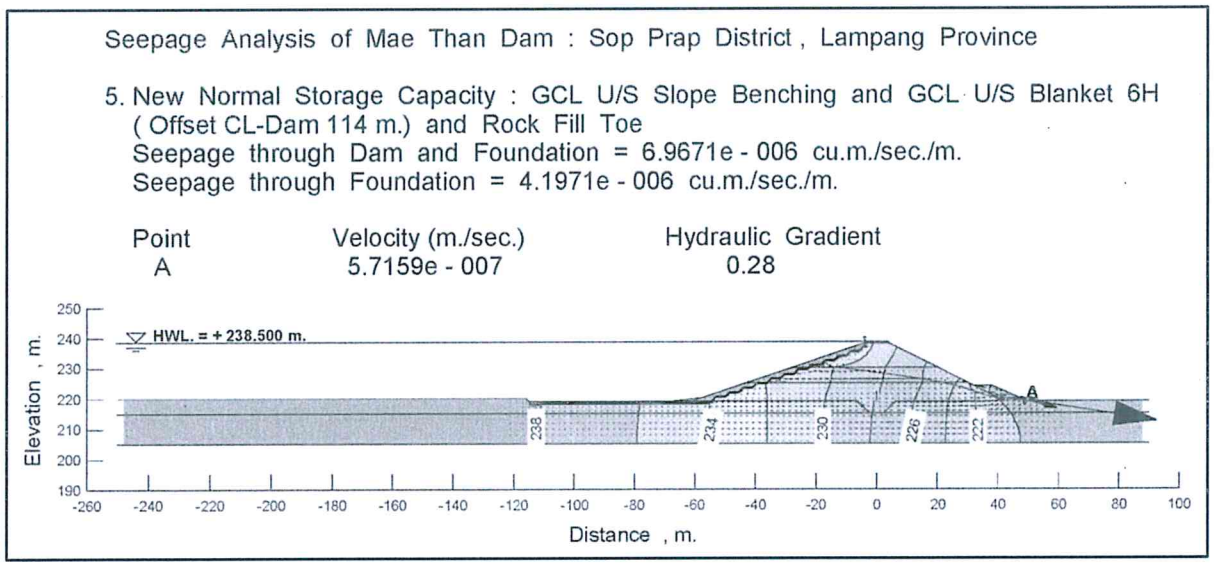
รูปที่ 19 ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดิน



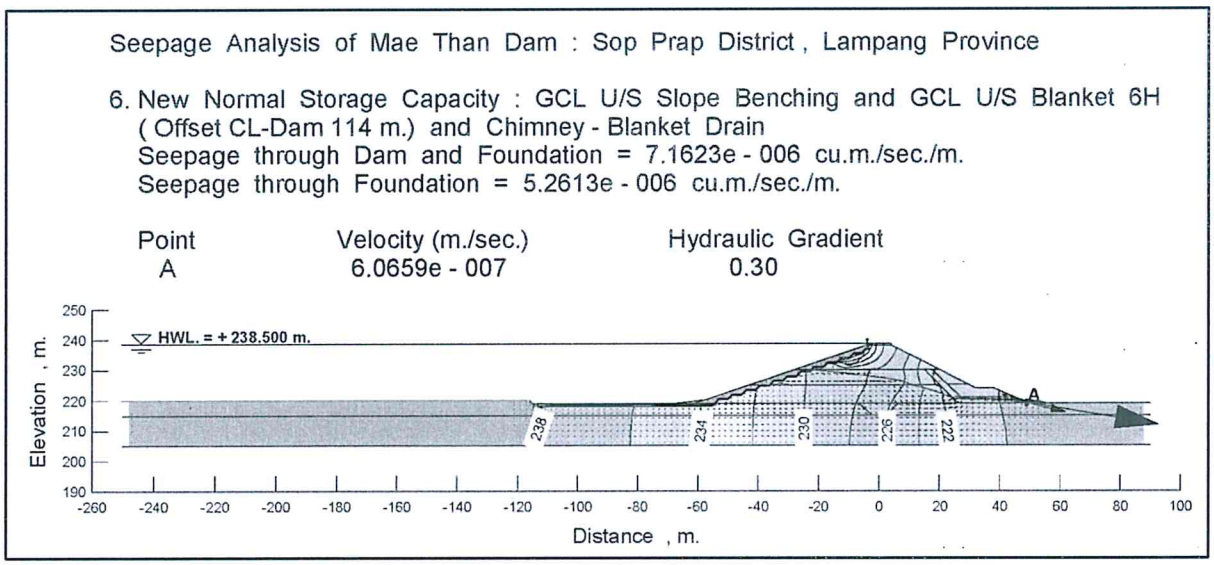
รูปที่ 20 ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 12เท่าความสูงทำนบดิน



รูปที่ 21 ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงเจาะอัดฉีดน้ำปูนในตัวทำนบดิน จำนวน 2 แถว



รูปที่ 22 ผลการวิเคราะห์การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe



รูปที่ 23 ผลการวิเคราะห์ การปรับปรุงปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ระยะ 6 เท่าความสูงทำนบดินและปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อนในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นหาปริมาณการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก ทั้งนี้ก็เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับปรุงแบบต่างๆ โดยใช้ Section และข้อกำหนดอย่างเดียวกัน

2. จากผลการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพการปรับปรุงฐานรากเขื่อน ใน 6 รูปแบบ 5 วิธีปรับปรุง พบว่า วิธีการปรับปรุงฐานรากที่เหมาะสมที่สามารถลดการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก มี 4 วิธี คือ

วิธีที่ 2 : ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น(Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน

(114 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST

วิธีที่ 3 : ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น(Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 12 เท่าความสูงของทำนบดิน (228 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST

วิธีที่ 5 : ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น(Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST และปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วย Rock Fill Toe

วิธีที่ 6 : ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น(Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST และปรับปรุงลาดดินท้ายน้ำด้วยระบบระบายน้ำ Chimney - Blanket Drain

ซึ่งสามารถป้องกันการรั่วซึมน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก และทำให้มีประสิทธิภาพป้องกันการไหลซึมของน้ำได้ 44.97 % , 45.97 % , 44.91 % , และ 43.37% ทำให้ค่าความเร็ววิกฤต บริเวณจุด A ลดลงจนมีค่าน้อยกว่า 0.01 m./sec. ส่วนค่า Hydraulic Gradient บริเวณจุด A สูงกว่า 0.25 ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่อาจเกิดโอกาสของการกัดพา (Piping) เล็กน้อย

3. เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก ใน 4 วิธี ที่เหมาะสมข้างต้น และพิจารณาถึงรายละเอียดด้านงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงตัวเขื่อนและฐานราก รวมถึงขั้นตอนในการดำเนินงานปรับปรุงทั้งทางด้านวิศวกรรม และทางด้านการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำในขณะทำการปรับปรุงเขื่อน วิธีการปรับปรุงฐานรากที่เหมาะสมที่สุด สามารถลดการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานราก ทำให้ค่าความเร็ววิกฤต และค่า Hydraulic Gradient ลดลงมาอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย และสามารถควบคุมให้น้ำที่ผ่านตัวเขื่อนไม่ให้ไหลซึมในบริเวณลาดเขื่อนด้านท้ายน้ำ คือ

วิธีที่ 2 : ทำการขุดเปิดชั้นดินบริเวณลาดด้านเหนือน้ำเป็นขั้น(Benching) และทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) บริเวณลาดและพื้นอ่างฯ ด้านเหนือน้ำ ระยะประมาณ 6 เท่าความสูงของทำนบดิน (114 เมตร) และถมบดอัดกลับด้วยดินถมบดอัดแน่นโดยมีค่าความแน่นไม่น้อยกว่า 85% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST

อย่างไรก็ตาม การประเมินผลนี้เป็นการเปรียบเทียบทางทฤษฎี โดยสมมุติว่าชั้นดินตัวเขื่อนและชั้นหินฐานรากมีความสม่ำเสมอ ซึ่งในธรรมชาติชั้นดินตัวเขื่อนและชั้นหินฐานรากอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมาจากผลสำรวจธรณีฟิสิกส์ที่มีเท่านั้น

การรับรองผลงาน

1. คำรับรองของผู้ขอรับการประเมิน

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

1.1 นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

ทำหน้าที่วางแผนการดำเนินงานของผลงานให้เป็นไปตามกรอบระยะเวลา พิจารณาและตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ทุกขั้นตอนให้มีความถูกต้อง รวบรวม ให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิเคราะห์และให้ข้อเสนอแนะ เรียบเรียงและจัดทำรูปเล่มผลงาน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 75

(ลงชื่อ) .....

(นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

2. คำรับรองของผู้ร่วมจัดทำผลงาน (กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน)

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของ **นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล** ที่เสนอไว้ข้างต้นถูกต้องตามความเป็นจริงทุกประการ

2.1 นายทรงชัย สุวรรณตันทุลา ตำแหน่งนักธรณีวิทยาชำนาญการ

ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเบื้องต้น ร่วมตรวจสอบข้อมูลเขื่อนในสนาม ร่วมวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อน และร่วมออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 15

(ลงชื่อ) .....

(นายทรงชัย สุวรรณตันทุลา)

(ตำแหน่ง) นักธรณีวิทยาชำนาญการ

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

การรับรองผลงาน

2. **คำรับรองของผู้ร่วมจัดทำผลงาน** (กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน) (ต่อ)

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของ **นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล** ที่เสนอไว้ข้างต้นถูกต้องตามความเป็นจริงทุกประการ

2.2 นายสุเมธ ธิมา ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเบื้องต้น ร่วมตรวจสอบข้อมูลเขื่อนในสนาม ร่วมวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อน และร่วมออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาการรั่วซึมของน้ำผ่านตัวเขื่อนและฐานรากเขื่อน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 10

(ลงชื่อ) .....

(นายสุเมธ ธิมา)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารเผยแพร่ผลงาน

เรื่องที่ 3

การศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทานของการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำดอยงู จ.เชียงราย (พ.ศ. 2564)

โดย

นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล

ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

(ตำแหน่งเลขที่ 20)

กรมชลประทาน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน

(ด้านจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา)

วิศวกรชลประทานเชี่ยวชาญ (ตำแหน่งเลขที่ 20)

กรมชลประทาน

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ก
สารบัญตาราง ข
สารบัญภาพ ค
บทคัดย่อ
1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ 2
3. พื้นที่ศึกษา 3
4. กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความสำเร็จ 4
5. ปัจจัยความสำเร็จ 8
6. ผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทาน 8
7. สรุปและข้อเสนอแนะ 11

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการเพาะปลูกพืชและประสิทธิภาพการชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงู 10

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1	แผนที่แสดงที่ตั้งและพื้นที่ชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงู	3
รูปที่ 2	แผนที่ทำมือโครงการอ่างเก็บน้ำดอยงู	4
รูปที่ 3	กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงู	5
รูปที่ 4	กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำดอยงูรับรางวัลเลิศรัฐดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2561	7
รูปที่ 5	กลุ่มผู้ใช้น้ำฝายโป่งนกรับรางวัลสถาบันเกษตรกรผู้ใช้น้ำดีเด่นแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2563	7
รูปที่ 6	กลุ่มผู้ใช้น้ำแม่ลาวฝั่งขวา รับรางวัลเลิศรัฐดีเด่นประเภทเลื่องลือขยายผล ประจำปี พ.ศ. 2563	11

บทคัดย่อ

เรื่องที่ 3 การศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทานของการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำดอยงู จ.เชียงราย (พ.ศ. 2564)

1. ความเป็นมาและประเด็นปัญหา

การบริหารจัดการน้ำชลประทานให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ อาคารชลประทานที่ออกแบบอย่างเหมาะสม มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ ความสามารถในการวางแผนการบริหารจัดการ และผู้ใช้น้ำที่มีความเข้าใจ ให้ความร่วมมือและเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งการมีส่วนร่วมของผู้ใช้น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำชลประทานประสบผลสำเร็จ หากขาดองค์ประกอบนี้มักจะส่งผลทำให้เกิดปัญหาความขัดแย้งเรื่องการใช้น้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือประสิทธิภาพการชลประทานไม่ดีเท่าที่ควร ดังเช่นที่เกิดขึ้นในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงู ซึ่งเป็นพื้นที่กรณีศึกษาของผลงานเล่มนี้

อ่างเก็บน้ำดอยงู ตั้งอยู่ที่ ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2551 หลังจากดำเนินการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำดอยงูเสร็จสิ้น ไม่สามารถส่งน้ำในฤดูแล้งให้พื้นที่บางส่วนได้ เช่น ฝายโป่งนก จึงต้องประกาศเป็นพื้นที่ภัยแล้งติดต่อกันหลายปี กลุ่มผู้ใช้น้ำให้ความคิดเห็นว่าสาเหตุของการขาดแคลนน้ำมาจากการก่อสร้างระบบชลประทาน ซึ่งจากการสอบถามผู้ใช้น้ำ ได้ให้ความเห็นว่าในช่วงระยะเวลา 5 ปี หลังจากที่การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำดอยงูแล้วเสร็จ ชาวบ้านท้ายอ่างเก็บน้ำเฝ้ารอน้ำจากการชลประทานแต่ไม่ได้รับน้ำเลย ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่จริงในสนาม การที่บางพื้นที่ไม่ได้รับน้ำส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากความขัดแย้งเรื่องน้ำเนื่องจากผู้ใช้น้ำขาดความรู้ ความเข้าใจเรื่องความต้องการน้ำของพืชและการใช้น้ำชลประทาน กองส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน จึงได้นำประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 การเสริมสร้างอำนาจประชาชนในระดับพื้นที่ (Empowering) การสร้างเครือข่าย และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในงานบริหารจัดการน้ำชลประทาน (Network Collaboration Participation) มาดำเนินการในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงู โดยได้จัดสรรงบประมาณเพื่อจัดโครงการฝึกอบรมหลักสูตรกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน (คสป.) สำหรับลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ ที่ปฏิบัติงานการมีส่วนร่วมด้านพัฒนาแหล่งน้ำและด้านส่งน้ำและบำรุงรักษา อาสาสมัครชลประทาน อาสาสมัครจัดรูปที่ดิน ประธานคณะกรรมการจัดการชลประทาน (JMC) และประธานกลุ่มบริหารการใช้น้ำชลประทาน เพื่อแก้ปัญหาจริงในภาคสนาม ประกอบด้วยหลักสูตรวิทยากรกระบวนการเพื่อการมีส่วนร่วม และการเปิดเวทีสาธารณะ ซึ่งการดำเนินการประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี สามารถขจัดปัญหาความขัดแย้งของการใช้น้ำในพื้นที่ พื้นที่ที่ไม่เคยได้รับน้ำก็ได้รับน้ำ ทำให้ได้พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น กลุ่มผู้ใช้น้ำสามารถบริหารจัดการน้ำตลอดจนบำรุงรักษาอาคารชลประทานได้เอง ผลสำเร็จของการนำการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วมมาใช้ที่อ่างดอยงู ส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำดอยงู ได้รับการพิจารณาให้ได้รับรางวัลเลิศรัฐ ดีเด่น

ประเภทรางวัลสัมฤทธิผลประชาชนมีส่วนร่วม : Effective Change โครงการอ่างเก็บน้ำดอยงู อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย (การบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน) ประจำปี พ.ศ 2561 และกลุ่มผู้ใช้น้ำฝายโป่งนกซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งที่รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำดอยงู ได้รับรางวัลสถาบันเกษตรกรผู้ใช้น้ำดีเด่นแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2563 ผู้เขียนจึงได้นำกรณีของอ่างเก็บน้ำดอยงูมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความสำเร็จของการนำกระบวนการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมมาใช้ รวมทั้งวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทาน ซึ่งผลการวิเคราะห์จะเป็นประโยชน์ในการขยายผลการดำเนินการไปยังพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

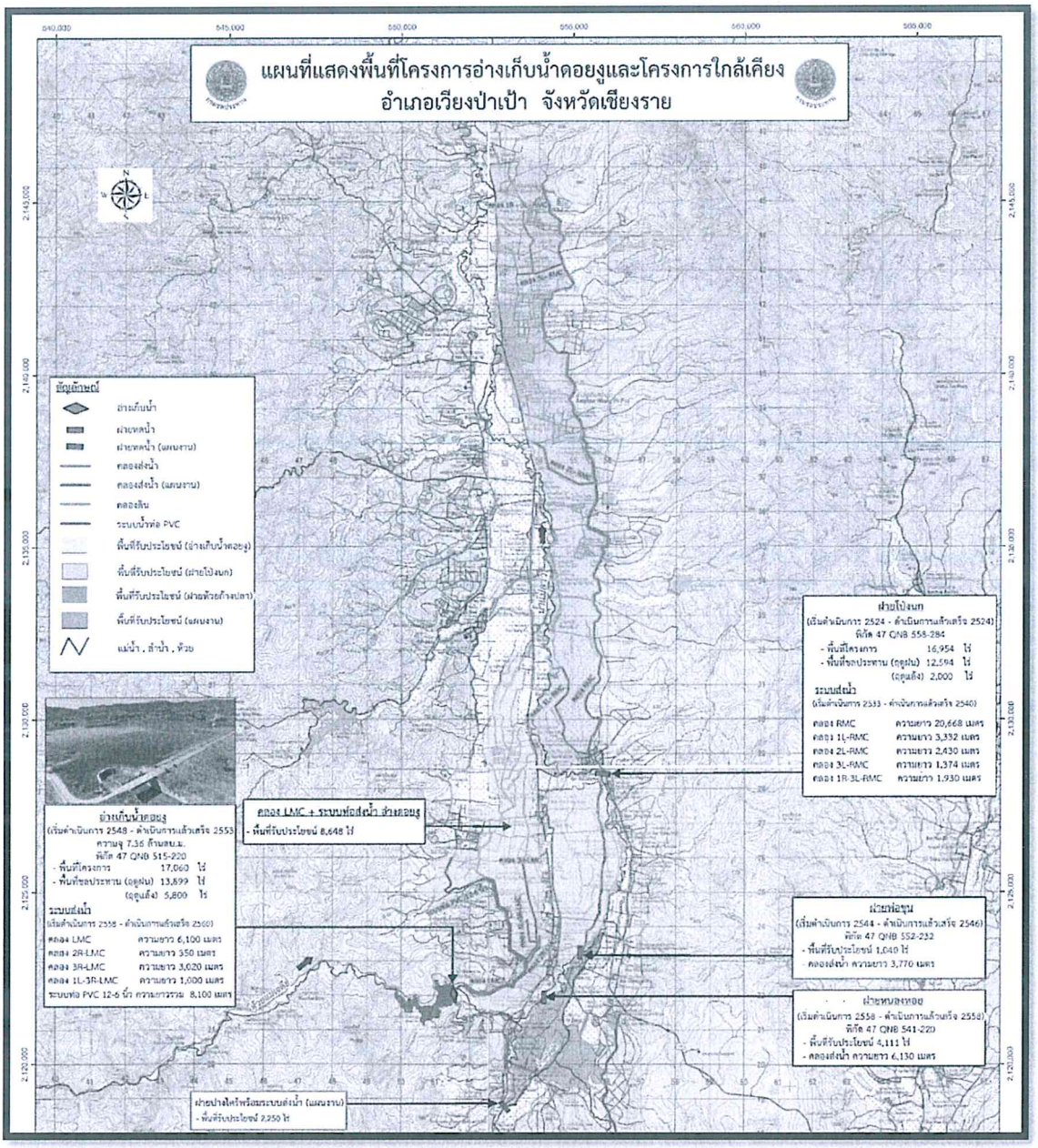
2. วัตถุประสงค์

การศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทานของการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำดอยงู จ.เชียงราย มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จของอ่างเก็บน้ำดอยงู จากการนำกระบวนการมีส่วนร่วมไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำชลประทาน

2) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบของกระบวนการมีส่วนร่วม ต่อประสิทธิภาพการชลประทาน

3. พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งและพื้นที่ชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงู

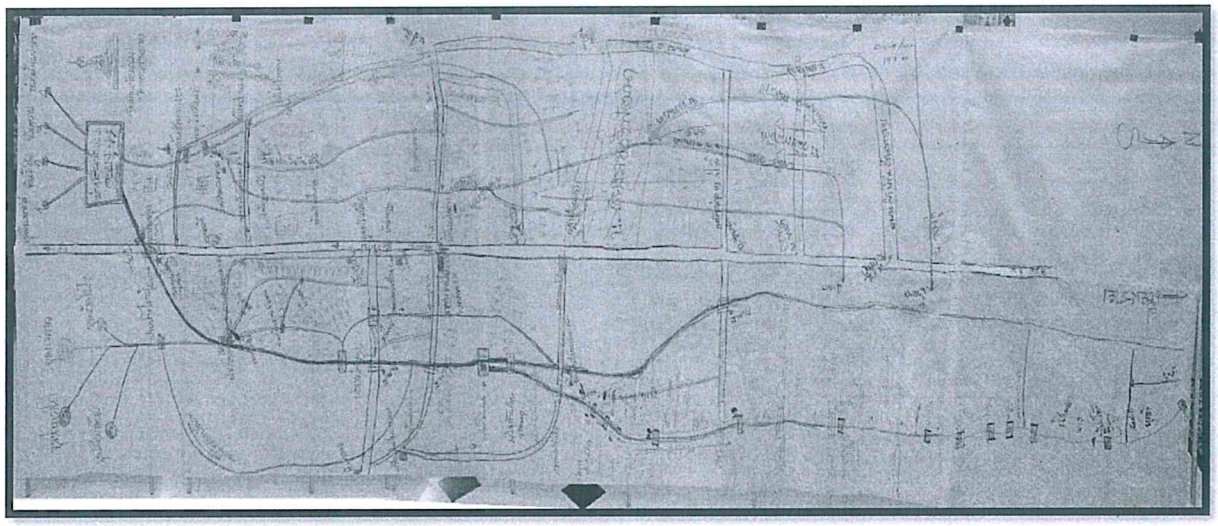
อ่างเก็บน้ำดอยงู มีความจุอ่างเก็บน้ำ 7.366 ล้านลูกบาศก์เมตร ทำนบดินของอ่างเก็บน้ำปิดกั้นลำน้ำแม่เจดีย์ซึ่งไหลลงลำน้ำแม่ลาว ด้านท้ายอ่างเก็บน้ำมีฝายในลำน้ำลาวทำหน้าที่ทดน้ำเข้าพื้นที่ส่งน้ำเป็นระยะๆ จำนวน 3 ฝาย ได้แก่ ฝายหนองหอย ฝายพ่อขุน และฝายโป่งนก ตามลำดับ โดยมีพื้นที่โครงการทั้งหมด 17,060 ไร่ เป็นพื้นที่ชลประทานในฤดูฝน 13,899 ไร่ ฤดูแล้ง 5,800 ไร่ โดยมีที่ตั้งและพื้นที่รับน้ำแสดงไว้ในรูปที่ 1

4. กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความสำเร็จ

4.1 กระบวนการมีส่วนร่วม

การส่งเสริมการมีส่วนร่วมที่ได้ดำเนินการในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงู ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

1) พัฒนาศักยภาพแกนนำชุมชนและสร้างเครือข่าย โดยคัดเลือกผู้นำหรือผู้มีจิตอาสา ประมาณ 30 คน และสร้างความรู้ความเข้าในผ่านกลไกการพัฒนาศักยภาพเครือข่ายด้วยการอบรมหลักสูตร “การฝึกฟัง” การเป็นวิทยากรกระบวนการ การเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี การคิดหรือการค้นหาสาเหตุ โดยการตั้งคำถามแบบอริยสัจ 4 และการทำแผนที่ทำมือดังแสดงในรูปที่ 2 รวมทั้งเรียนรู้การบริหารจัดการน้ำในฝายแม่ยม เพื่อสร้างความเข้าใจระบบการบริหารจัดการน้ำ



รูปที่ 2 แผนที่ทำมือโครงการอ่างเก็บน้ำดอยงู

2) สนับสนุนให้เกิดกระบวนการรวมกลุ่มและจัดตั้งเป็นกลุ่มเครือข่าย ซึ่งกรมฯ เรียกเครือข่ายนี้ว่า “เครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน (คสป.)” ซึ่งสมาชิกมาจากเกษตรกร และกลุ่มผู้ใช้น้ำในชุมชนของพื้นที่รับผิดชอบอ่างเก็บน้ำดอยงู โดย คสป.เป็นแกนกลางในการเปิดเวทีชุมชนด้วยตนเอง และมีเจ้าหน้าที่กรมชลประทานเป็นโค้ชเท่านั้น เพื่อรับฟังรับ (Consult) สภาพปัญหาและสาเหตุของการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำดอยงูที่ผ่านมา พร้อมร่วมกันค้นหาแนวทางแก้ไข

3) ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ผ่านกระบวนการจัดทำแผนที่ทำมือที่แสดงแนวอ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ ฝายทดน้ำต่าง ๆ ในลำน้ำแม่เจดีย์ และลำน้ำแม่ลาว ข้อมูลน้ำการปลูกพืช และเส้นทางการไหลของน้ำ โดยจะมีการเปิดเวทีให้ผู้เกี่ยวข้องมามีส่วนร่วมตรวจสอบความถูกต้อง และเห็นภาพรวมทั้งลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกันในเวทีชุมชน เพื่อให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมรับประโยชน์ บนฐานข้อมูลที่ร่วมกันเก็บรวบรวมกันเอง และร่วมในการค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา/ทางเลือกในการจัดการน้ำให้ตรงตามความต้องการน้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำ เพื่อนำไปสู่การวางกติกาการรับน้ำร่วมกัน

4) ร่วมกันบริหารจัดการน้ำ โดยมีตัวแทนของฝายบ้านชุ่มเมืองเย็น ฝายหนองหอย ฝายพ่อขุน และฝายโป่งนก มาร่วมกันกำหนดแนวทางการบริหารจัดการน้ำ ผ่านการประชุมในเวทีชุมชน และร่วมกันกำหนดแนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการน้ำ และบูรณาการความร่วมมือกับกรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาชุมชน ในการให้คำปรึกษาด้านเกษตรชนิดดินที่เหมาะสมกับพืช และการพัฒนากลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานให้เข้มแข็งและประสานความร่วมมือจากภาคเอกชน เช่น บริษัทลานนา จำกัด บริษัทซีเอ็ม จำกัด บริษัทลำปาง ฟู้ดโปรดักส์ จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัดจิราภรณ์ เข้ามาทำงานร่วมกันแบบภาคีเครือข่ายในการสนับสนุนและส่งเสริมกลไกลการตลาด เพื่อสร้างความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรมให้กับเกษตรกรอย่างยั่งยืน ซึ่งจะช่วยให้ลดความขัดแย้งในชุมชน

5) ติดตามการบริหารจัดการน้ำที่เกิดจากข้อตกลงร่วมกัน โดยมีตัวแทนกลุ่มผู้ใช้น้ำ เกษตรกรที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน ร่วมกันติดตามควบคุมการปฏิบัติตามข้อตกลงให้ทุกแปลงได้รับน้ำตามที่กำหนด และเปิดเวทีเพื่อสรุปบทเรียนการแก้ปัญหาเพื่อปรับให้เหมาะสม และนำไปใช้ต่อไป ส่งผลให้เกิดความเป็นธรรมและได้รับน้ำทั่วถึงทุกแปลงนา และลดความขัดแย้งของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีตัวอย่างรูปถ่ายระหว่างการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงู

กล่าวโดยสรุป กรมชลประทานได้แก้ปัญหาในพื้นที่ที่มีความขัดแย้งเรื่องน้ำค่อนข้างรุนแรง โดยสนับสนุนและ “เสริมพลัง” (empowerment) การดำเนินงานของชาวบ้าน ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งเสริมให้กลุ่มผู้ใช้น้ำได้เข้าใจถึงสิทธิของตน เพื่อเข้าไปมีส่วนร่วมในการทำงานกับหน่วยงานภาครัฐ โดยกลุ่มผู้ใช้น้ำปรับความคิดและพฤติกรรมของตนในการใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความร่วมมือในระดับพื้นที่ที่แสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมและสามัคคี มีความเอื้ออาทรกันมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการเสริมศักยภาพให้ชาวบ้านเป็นผู้บริหารจัดการน้ำและตัดสินใจเอง และนี่คือตัวแบบการสร้างความเป็นธรรมในบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน ดังคำพูดที่มาจากใจและความเชื่อมั่นในบทบาทของตัวเอง จากตัวแทนชาวบ้านว่า **“ถามหาใจ ก่อนถามหาน้ำ ต้องมาด้วยใจ แล้วน้ำก็จะตามมา”**

4.2 ผลสำเร็จของการส่งเสริมการมีส่วนร่วม

การส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงู ตามกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่งผลทำให้เกิดความสำเร็จ ดังนี้

1) ลดความขัดแย้งระหว่างเจ้าหน้าที่ชลประทานกับชุมชนในพื้นที่ และระหว่างชุมชนด้วยกันเอง

2) ผู้ใช้น้ำเข้าใจบทบาท สิทธิ และหน้าที่ของตนเอง และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งในการแย่งชิงน้ำร่วมกัน

3) เกิดการรวมกลุ่มผู้ใช้น้ำย่อยเป็นเครือข่าย และเข้าร่วมจัดการการใช้น้ำอ่างเก็บน้ำดอยงูร่วมกัน

4) ประหยัดงบประมาณของราชการ ซึ่งเกิดจากกลุ่มผู้ใช้น้ำสนับสนุนและจัดตั้งกองทุนของกลุ่มเครือข่าย และดำเนินการซ่อมแซมอาคารชลประทานเอง โดยไม่ขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากทางราชการ

5) เกิดต้นแบบของการรวมกลุ่มเกษตรกร กลุ่มผู้ใช้น้ำ ที่มีการเชื่อมโยงและทำงานร่วมกันแบบคณะกรรมการที่เข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำในเขตพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงูอย่างยั่งยืน

ผลสำเร็จที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำดอยงู ได้รับการพิจารณาให้ได้รับรางวัลเลิศรัฐ ดีเด่น ประเภทรางวัลสัมฤทธิผลประชาชนมีส่วนร่วม : Effective Change โครงการอ่างเก็บน้ำดอยงู อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย (การบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน) ประจำปี พ.ศ 2561 และกลุ่มผู้ใช้น้ำฝายโป่งนกซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งที่รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำดอยงู ได้รับรางวัลสถาบันเกษตรกรผู้ใช้น้ำดีเด่นแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2563 ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ

รูปที่ 4 กลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำดอยงูรับรางวัลเลิศรัฐดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2561

รูปที่ 5 กลุ่มผู้ใช้น้ำฝายโป่งนกรับรางวัลสถาบันเกษตรกรผู้ใช้น้ำดีเด่นแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2563

5. ปัจจัยความสำเร็จ

ผลสำเร็จของการนำกระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำชลประทานมาใช้ในพื้นที่ชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงูดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น เกิดจากปัจจัย ดังนี้

1) กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมที่นำมาใช้ ทำให้สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำสามารถเปิดใจพูดคุยปัญหาอุปสรรคในการจัดสรรน้ำร่วมกับเจ้าหน้าที่ชลประทานและสมาชิกผู้ใช้น้ำด้วยกันเอง แตกต่างจากเดิมที่ไม่ยอมพูดคุยกันทำให้เกิดความขัดแย้งในการใช้น้ำอย่างรุนแรง ผลจากการเปิดใจพูดคุยกัน ทำให้ได้รับรู้ปัญหาที่แท้จริง และพยายามหาทางแก้ไขร่วมกันระหว่างสมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำด้วยกันเอง

2) การให้กลุ่มผู้ใช้น้ำจัดทำแผนที่ทำมือ ประกอบกับการให้ความรู้เรื่องการบริหารจัดการน้ำชลประทาน การใช้น้ำของพืช ผ่านแผนที่ทำมือที่กลุ่มผู้ใช้น้ำได้ทำขึ้น ทำให้กลุ่มผู้ใช้น้ำเข้าใจพื้นที่และการใช้น้ำในการเพาะปลูกในปริมาณน้ำที่เพียงพอ จากเดิมที่พื้นที่ต้นน้ำรับน้ำเข้าพื้นที่เกินความจำเป็น ทำให้พื้นที่ด้านท้ายน้ำไม่สามารถรับน้ำได้ เมื่อมีความเข้าใจแล้วจึงกำหนดหลักเกณฑ์และกติกาการใช้น้ำร่วมกัน ร่วมมือกันติดตามผลการส่งน้ำตามกติกาที่กำหนดไว้ ทำให้สามารถเรียนรู้ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขร่วมกันอย่างต่อเนื่องจนตกผลึก ทำให้ทุกๆ พื้นที่ได้รับน้ำอย่างเป็นธรรมตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแต่ละปี

3) ผลจากการที่กลุ่มผู้ใช้น้ำได้เรียนรู้ปัญหา และวิธีการบริหารจัดการน้ำร่วมกันในพื้นที่จริง ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่กลุ่มผู้ใช้น้ำสามารถบริหารจัดการน้ำเองได้ สามารถติดตาม ประเมินปริมาณน้ำ และปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำที่จัดสรรตามสถานการณ์จริงในสนาม ผลที่ต่อเนื่องคือ กลุ่มผู้ใช้น้ำมีความภาคภูมิใจในบทบาทของตนเอง มีความรู้สึกเป็นเจ้าของอาคารชลประทาน จากเดิมที่คิดว่าเป็นของรัฐ เกิดการขยายผลไปสู่การที่กลุ่มผู้ใช้น้ำสามารถซ่อมแซม บำรุงรักษาอาคารชลประทานที่เสียหายเล็กน้อยได้เองโดยไม่ต้องรอความช่วยเหลือจากรัฐ มีการจัดเก็บรายได้เพื่อซื้อเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารชลประทานเอง

4) มีการคัดเลือกผู้นำในพื้นที่ดำเนินการ โดยมีปัจจัยในการคัดเลือก คือ ต้องมีจิตอาสา มีความน่าเชื่อถือ มีความริเริ่ม มีมนุษยสัมพันธ์ มีความยุติธรรม ซื่อสัตย์สุจริต และมีความอดทน ซึ่งผู้นำที่ได้ทำการคัดเลือกนี้ จะเป็นตัวขับเคลื่อนอย่างดีในการดำเนินงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ชลประทาน

5) การดำเนินการมีการบูรณาการร่วมกันกับหน่วยงานอื่น ๆ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาชุมชน รวมทั้งภาคเอกชนในพื้นที่

6. ผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทาน

ผลสำเร็จของการนำกระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำชลประทานมาใช้ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำดอยงูตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นผลสำเร็จที่แสดงออกในเชิงสังคมที่ลดความขัดแย้งของการใช้น้ำในพื้นที่ สามารถจัดสรรน้ำได้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ซึ่งยังไม่มีตัวชี้วัดที่ทำให้เห็นความสำเร็จเชิงวิศวกรรม ดังนั้น จึงได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความสำเร็จในเชิงวิศวกรรม โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการชลประทานก่อนและหลังการนำกระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำชลประทานเข้าไปใช้ในพื้นที่ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการชลประทานแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการชลประทานของฤดูแล้ง

ปี 2557/2558 ซึ่งเป็นปีก่อนการนำกระบวนการมีส่วนร่วมเข้าไปดำเนินการ มีค่าเพียง 22.80 เปอร์เซ็น แต่หลังจากที่นำกระบวนการมีส่วนร่วมเข้าไปดำเนินการในพื้นที่ ในช่วงปลายปี พ.ศ 2558 จนได้รับรางวัลเลิศรัฐ ในปี พ.ศ. 2561 ประสิทธิภาพการชลประทานมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการชลประทานของฤดูแล้ง ปี 2559/2560 ถึง ปี 2562/2563 เท่ากับ 61.66 เปอร์เซ็น เห็นได้อย่างชัดเจนว่ากระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำชลประทานส่งผลทำให้ได้ประสิทธิภาพการชลประทานที่ดีขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการเพาะปลูกพืชและประสิทธิภาพการชลประทานของอ่างเก็บน้ำดอยงู

ปี	ผลการเพาะปลูกพืช (ไร่)			ความต้องการน้ำตามทฤษฎี	ฝนใช้การ	ปริมาณน้ำที่ส่งจริง	ประสิทธิภาพชลประทาน	อัตราการใช้น้ำของพืช
	ข้าว	พืชไร่	รวม	(ล้าน ลบ. ม/ วิ)	(ล้าน ลบ. ม/ วิ)	(ล้าน ลบ. ม/ วิ)	(%)	ลบ.ม./ไร่
2557/2558	4,000.00	350.00	4,350.00	4.398	1.019	14.820	22.80	3,406.90
2558/2559	งดการปลูกพืชฤดูแล้ง							
2559/2560	11,100.00	2,030.00	13,130.00	13.261	1.778	19.640	58.47	1,495.81
2560/2561	9,700.00	1,900.00	11,600.00	12.290	1.257	17.750	62.16	1,530.17
2561/2562	8,400.00	1,671.00	10,071.00	10.452	1.511	14.720	60.74	1,461.62
2562/2563	8,600.00	2,000.00	10,600.00	10.721	2.138	13.149	65.27	1,240.47

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการชลประทานของการบริหารจัดการน้ำในรูปแบบเครือข่ายส่งเสริมการมีส่วนร่วม กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำดอยงู จ.เชียงราย ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ได้ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) การมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำมีความสำคัญและจำเป็นต่อความสำเร็จของการบริหารจัดการน้ำชลประทานเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำต้นทุนที่มากพอ มีอาคารชลประทานและการวางแผนการจัดสรรน้ำที่ดี แต่หากขาดความร่วมมือจากกลุ่มผู้ใช้น้ำแล้ว การที่จะบริหารจัดการน้ำให้ได้ตามแผนที่วางไว้ย่อมไม่สามารถดำเนินการได้

2) ปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญคือ กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมที่นำมาใช้ จะต้องสามารถทำให้สมาชิกกลุ่มผู้ใช้น้ำเปิดใจพูดคุยปัญหาอุปสรรคในการจัดสรรน้ำร่วมกับเจ้าหน้าที่ชลประทานและสมาชิกผู้ใช้น้ำด้วยกันเองก่อน เพราะหากไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุผลสำเร็จในขั้นนี้ก่อน การดำเนินการในขั้นตอนอื่นๆ ย่อมไม่สามารถทำได้

3) กรมชลประทานควรสนับสนุนการนำตัวอย่างกระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมที่ประสบผลสำเร็จของอ่างเก็บน้ำดอยงูนี้ ไปขยายผลในพื้นที่อื่นๆ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำชลประทานของกรมชลประทานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการลดลงของจำนวนบุคลากรของกรมชลประทาน ดังตัวอย่างการขยายผลของโครงการอ่างเก็บน้ำดอยงูไปยังพื้นที่ฝั่งขวาของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ลาว จนได้รับรางวัลเลิศรัฐดีเด่น ประเภทเลื่องลือขยายผล ประจำปี พ.ศ. 2563 ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 กลุ่มผู้ใช้น้ำแม่ลาวฝั่งขวา รับรางวัลเลิศรัฐดีเด่นประเภทเลื่องลือขยายผล ประจำปี พ.ศ. 2563

การรับรองผลงาน

1. คำรับรองของผู้ขอรับการประเมิน

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

1.1 นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

ทำหน้าที่วางแผนการดำเนินงานของผลงานให้เป็นไปตามกรอบระยะเวลาพิจารณาและตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ทุกขั้นตอนให้มีความถูกต้อง ให้คำแนะนำตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา พร้อมทั้งปรับแก้ข้อมูลให้เหมาะสมกับการนำไปวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิเคราะห์และให้ข้อเสนอแนะ เรียบเรียงและจัดทำรูปเล่มผลงาน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 75

(ลงชื่อ) .....

(นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

2. คำรับรองของผู้ร่วมจัดทำผลงาน (กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน)

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของ **นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล** ที่เสนอไว้ข้างต้นถูกต้องตามความเป็นจริงทุกประการ

2.1 นายไพโรจน์ แอบยิ้ม ตำแหน่งเจ้าพนักงานการเกษตรชำนาญงาน

ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลขั้นตอน และรายละเอียดของการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในพื้นที่ศึกษา ประสานรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลผลการเพาะปลูก ข้อมูลผลการส่งน้ำ และร่วมวิเคราะห์ปัจจัยความสำเร็จของการส่งเสริมการมีส่วนร่วม

สัดส่วนผลงานร้อยละ 15

(ลงชื่อ) .....

(นายไพโรจน์ แอบยิ้ม)

(ตำแหน่ง) เจ้าพนักงานการเกษตรชำนาญงาน

(วันที่) ..... 13 มิ.ย. 2565 .....

การรับรองผลงาน

2. **คำรับรองของผู้ร่วมจัดทำผลงาน** (กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน) (ต่อ)

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของ นายสมจิตฐิพงศ์ อำนาจศาล ที่เสนอไว้ข้างต้นถูกต้องตามความเป็นจริงทุกประการ

2.2 นายนพดล กันทะธง ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการ

ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลต่างๆ ตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้น และร่วมจัดทำรูปเล่มผลงาน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 5

(ลงชื่อ) .....

(นายนพดล กันทะธง)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการ

(วันที่) 13 มิ.ย. 2565

2.3 นางสาวธัญญาพร ใยบัณฑิตย์ ตำแหน่งวิศวกรชลประทานชำนาญการ

ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลต่างๆ ตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้น และร่วมจัดทำรูปเล่มผลงาน

สัดส่วนผลงานร้อยละ 5

(ลงชื่อ) .....

(นางสาวธัญญาพร ใยบัณฑิตย์)

(ตำแหน่ง) วิศวกรชลประทานชำนาญการ

(วันที่) 13 มิ.ย. 2565