กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

แบบเสนอผลงาน RID INNOVATION 2011

เครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหลสำหรับกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน

นำเสนอโดย

1. นายชัชชัย เพชรอักษร ตำแหน่ง ฝปข.ชป.1
   สังกัด ส่วนวิศวกรรมบริหาร ฝ่ายจัดการความปลอดภัยเขื่อน
2. นายปรีชา แย้มเยื้อน ตำแหน่ง ฝว.อน.
   สังกัด ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน

ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 1
กรมชลประทาน

19 กันยายน 2554

แบบเสนอผลงาน (RID INNOVATION 2011)

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ส่งผลงาน (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริง)

☐ **ประเภทบุคคล** ชื่อ-นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

สังกัด ส่วน/ฝ่าย/กลุ่มงาน.....

สำนัก/กอง.....

☑ **ประเภททีมงาน** ประกอบด้วยสมาชิกทีมงาน ดังนี้

1. ชื่อ-นามสกุล.....นายชัชชัย..เพชรอักษร.....

ตำแหน่ง.....หัวหน้าฝ่ายจัดการความปลอดภัยเขื่อน.....

สังกัด ส่วน/ฝ่าย/กลุ่มงาน.....ส่วนวิศวกรรมบริหาร/ฝ่ายจัดการความปลอดภัยเขื่อน..

สำนัก/กอง.....สำนักชลประทานที่.1.....

2. ชื่อ-นามสกุล.....นายปรีชา..แย้มเยื้อน.....

ตำแหน่ง.....หัวหน้าฝ่ายวิเคราะห์และประมวลสถิติ.(ฝว.อน.).....

สังกัด ส่วน/ฝ่าย/กลุ่มงาน.....ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน.....

สำนัก/กอง.....สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ.....

2. ลักษณะผลงาน (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริง)

2.2. หัวข้อผลงานเข้าร่วมประกวด มีดังนี้

☑ 1. เครื่องวัดกระแสน้ำ ในคลองชลประทาน(ใช้ง่าย สะดวก ประหยัด มากกว่าเครื่องเดิมที่มีอยู่)

☐ **2.** การพัฒนาคุณภาพการให้บริการแก่ผู้รับบริการ หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย(เพิ่มความพึงพอใจของผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ลดระยะเวลา และงบประมาณการให้บริการ)

☐ **3.** การพัฒนาระบบ หรือกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น(Better Faster Cheaper)

☐ **4.** การพัฒนาหรือประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Application Program) สำหรับงานของกรมชลประทาน

☐ **5.** การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการบริหาร และการติดตามงาน(MIS)

☐ **6.** การพัฒนาเทคนิค สิ่งประดิษฐ์ หรือวิชาการที่ใช้ในการปฏิบัติงาน(ที่ไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์)

- ☐ ด้านการออกแบบ
- ☐ ด้านการบริหารจัดการน้ำ
- ☐ ด้านการป้องกัน และบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ
- ☐ ด้านการก่อสร้าง
- ☐ ด้านอุทกวิทยา
- ☐ ด้านการสำรวจ ปฐพี และธรณีวิทยา
- ☐ ด้านการพิจารณาโครงการ
- ☐ ด้านการวิจัย และพัฒนา
- ☐ ด้านเครื่องกล และไฟฟ้า
- ☐ ด้านการบริหารจัดการแนวใหม่ที่สามารถใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน
- ☐ ด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของกรมชลประทาน

โดยผลงานดังกล่าวเป็นผลงานที่มีการสร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานของกรมชลประทาน

3. รายละเอียดผลงาน

3.1 ชื่อผลงาน (ที่สื่อความหมายตรงกับผลงาน

เครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหลสำหรับกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน

3.2 สำนัก/กองต้นสังกัดของบุคคลหรือทีมงานที่ส่งผลงานเข้ารับการคัดเลือก

สำนักชลประทานที่ 1 (นายชัชชัย เพชรอักษร)

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ (นายปรีชา แย้มเยื้อน)

3.3. ระยะเวลาดำเนินการ

1 มกราคม 2554 ถึง 30 กรกฎาคม 2554

3.4 หลักการและเหตุผล/ความเป็นมาของผลงาน (วิเคราะห์จากปัญหา/อุปสรรค ในการปฏิบัติงาน)

ข้อมูลปริมาณการวัดการไหลของน้ำเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการใช้น้ำ ซึ่งการวัดปริมาณการไหลให้ถูกต้องทำได้ยุ่งยากและอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณการไหลตามมาตรฐานของกรมชลประทานมีราคาแพง ผู้ดำเนินการตรวจวัดต้องมีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน การแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการประยุกต์ใช้ทุ่นวัดแรงเฉือนการไหลของน้ำซึ่งใช้งานได้ง่ายสะดวก ประหยัด เหมาะสม สอดคล้องกับการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน

3.5 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของผลงาน(เพื่อพัฒนา หรือปรับปรุงแก้ไข ปัญหา/อุปสรรค ในการปฏิบัติงาน)

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาเครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหลสำหรับกลุ่มผู้ใช้น้ำ

1. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำให้มีราคาประหยัดและสะดวกในการใช้งาน
2. เพื่อให้ได้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมกับเจ้าหน้าที่กรมชลประทานและกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน
3. เพื่อส่งเสริมการใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในคลองชลประทานสำหรับการบริหารจัดการน้ำชลประทาน

3.6 วิธีดำเนินงาน

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีการไหล
2. ออกแบบชุดอุปกรณ์ที่เกี่ยวเนื่องกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำกับแรงเฉือนการไหล
3. ตรวจวัดอัตราการไหลผ่านทางน้ำชลประทานในสนาม
4. ติดตั้งชุดอุปกรณ์พร้อมสอบเทียบ
5. รวบรวมข้อมูลการทดลองสอบเทียบ
6. วิเคราะห์ข้อมูลพร้อมสรุปผล
7. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมการใช้งานเครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหลสำหรับกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน

3.7 ประโยชน์ของผลงานที่มีต่อการพัฒนางานของกรมชลประทาน

1. ความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหล คือ มีความสะดวกในการใช้งานและประหยัดงบประมาณของกรมชลประทาน
2. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการตรวจวัดปริมาณการไหลของน้ำในทางน้ำชลประทานกับกลุ่มผู้ใช้น้ำ เป็นการส่งเสริมการเพิ่ม ประสิทธิภาพการชลประทาน
3. เป็นพื้นฐานองค์ความรู้ในการต่อยอดสำหรับการบริหารจัดการน้ำชลประทานโดยการเก็บค่าน้ำชลประทาน

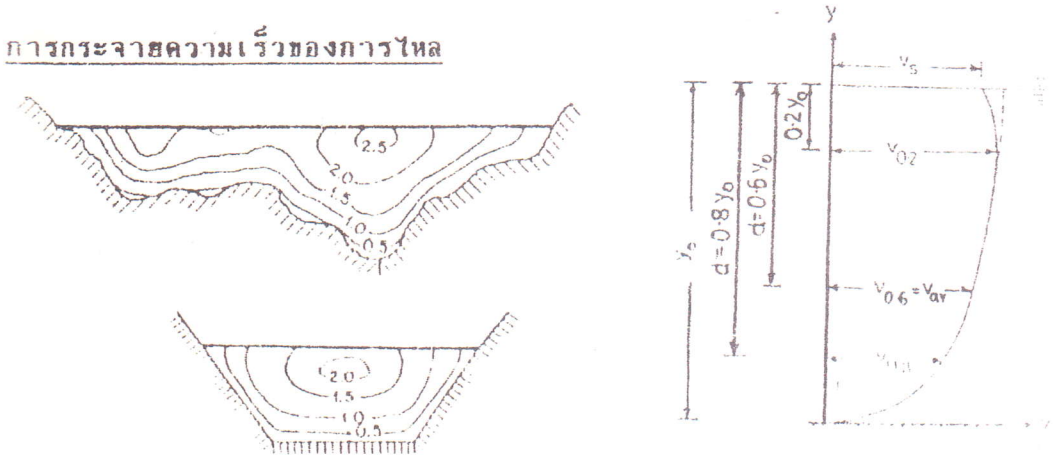
3.8 สรุปข้อเสนอแนะการนำผลงานไปใช้ในการปฏิบัติงาน

1. การนำเครื่องวัดกระแสน้ำในคลองชลประทานโดยทุ่นวัดแรงเฉือนสามารถทำได้โดยง่ายเหมาะสมกับเจ้าหน้าที่และกลุ่มผู้ใช้น้ำ ชลประทาน
2. ควรมีการต่อยอดร่วมกับระบบโทรมาตร
3. กลุ่มผู้ใช้น้ำยอมรับเทคโนโลยีการวัดน้ำในลักษณะดังกล่าว

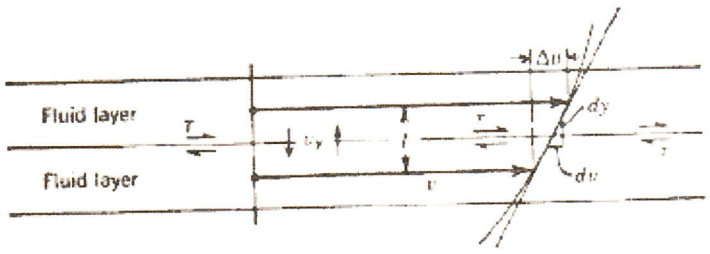
3.9 หลักฐานอ้างอิงผลงานได้แก่

1. ทฤษฎีการกระจายความเร็วการไหลในทางน้ำเปิด

จากทฤษฎี สมมุติฐาน การไหลของของไหลจริง (Flow of Real Fluid) ได้กรอบแนวความคิดการวัดความเร็วน้ำโดยการพัฒนาเครื่องมือวัดปริมาณการไหลของน้ำจากทุ่นรับแรงเฉือนการไหลโดยการสอบเทียบ หน่วยแรงเฉือนเฉลี่ย (Mean Shearing Stress) กับความเร็วการไหลของกระแสน้ำเฉลี่ยที่ความลึกการกระจายความเร็วของการไหลต่างๆตามรูป



เนื่องจากความฝืดของผนังทางน้ำและผิวน้ำไม่เท่ากัน อัตราความเร็วของการไหลจึงกระจายไม่สม่ำเสมอดังรูป อัตราความเร็วสูงสุดในทางน้ำทั่ว ๆ ไปอยู่ประมาณ 0.05 ถึง 0.25 ของความลึก การแผ่กระจายความเร็วของทางน้ำขึ้นอยู่กับ รูปร่างของหน้าตัด ความขรุขระ ความคดเคี้ยว ของทางน้ำ



ที่มา:Elementary Fluid Machanics,JK Vennard

รูปที่1. แสดงทฤษฎีการกระจายความเร็วการไหลในทางน้ำเปิดและการเคลื่อนที่ของของไหลแบบปั่นป่วน โดยอาศัยแนวคิดแบบการเคลื่อนที่แบบราบเรียบ

การวัดความเร็วกระแสน้ำ (measurement of velocity) การวัดความเร็วน้ำในทางน้ำชลประทาน เป็นข้อมูลที่สำคัญในหลายลักษณะงาน เช่น การหาอัตราการไหลในทางน้ำชลประทาน การกัดเซาะและการตกตะกอน การไหลผ่านระหว่างตอม่อสะพาน และการป้องกันตลิ่งแม่น้ำ เป็นต้น ซึ่งการวัดความเร็วน้ำที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ การวัดความเร็วน้ำโดยใช้ทุ่นลอยน้ำ (floats method) และการวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (current meter method) นอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดความเร็วของกระแสน้ำ ด้วยคลื่นเสียงอีกด้วย โดยมีรายละเอียดการวัดความเร็วน้ำแต่ละแบบดังนี้

2.1 การวัดความเร็วน้ำโดยใช้ทุ่นลอย (floats method)

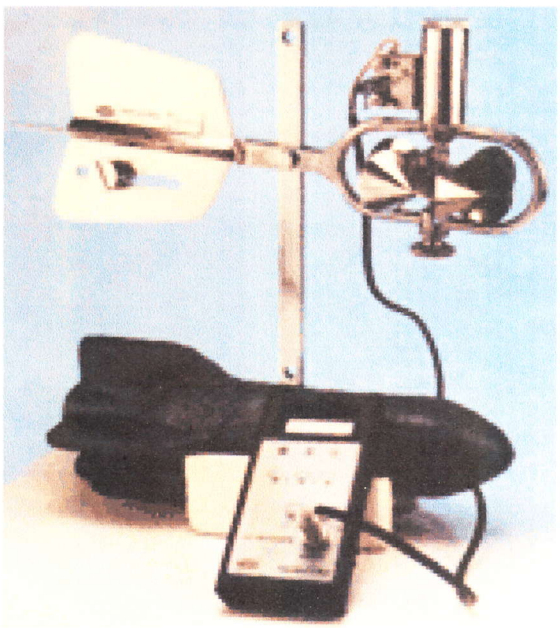
การวัดความเร็วของกระแสน้ำโดยใช้ทุ่นลอย เป็นวิธีการวัดความเร็วอย่างประมาณ ซึ่งเหมาะสำหรับในกรณีที่ทางน้ำอยู่ในแนวตรง ที่มีหน้าตัดสม่ำเสมอ ผิวน้ำมีแนวการไหลที่ไม่มีคลื่นกระแสน้ำตัดผ่านไปมาไม่มีพืชน้ำหรือโขดหินขวางทาง และไม่มีอิทธิพลของกระแสลมต่อการเคลื่อนที่ของทุ่นลอย สำหรับอุปกรณ์ในการวัดความเร็วกระแสน้ำ ก็ใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่หาได้ง่าย เช่น ทุ่นลอยอาจจะใช้เศษไม้ ลูกพลาสติก จุกก๊อก หรือโฟม ซึ่งมีขนาดไม่โตมาก สามารถลอยตามผิวกระแสน้ำได้ ประกอบกับเทปวัดระยะทางการไหล และนาฬิกาจับเวลา โดยใช้หลักการว่า เมื่อปล่อยทุ่นลอยทางด้านเหนือน้ำเหนือจุดที่เริ่มวัดระยะทางประมาณ 1 – 2 เมตร เพื่อให้ทุ่นลอยปรับความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับความเร็วที่ผิวน้ำ จากนั้น เมื่อทุ่นลอยลอยมาถึงจุดเริ่มต้น ให้เริ่มจับเวลาจนกระทั่งทุ่นลอยลอยถึงจุดสุดท้ายที่อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น จะสามารถหาความเร็วของทุ่นลอยได้

2.2 การวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (current meter)

เครื่องมือวัดความเร็วน้ำมี 2 ชนิด คือ เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter) และเครื่องมือวัดความเร็วแบบใบพัด (propeller type current meter)

2.2.1 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup- type current meter)

มีทั้งแบบใช้ในห้องปฏิบัติการ หรือใช้ในคลองหรือร่องน้ำขนาดเล็ก ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วน้ำจะติดอยู่กับเสากลมที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆ และแบบที่ใช้ในแม่น้ำหรือคลองขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีทุ่นน้ำหนักถ่วงและตัวเครื่องจะผูกยึดโยงด้วยลวดสลิงที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆเช่นกัน



รูปที่2. แสดงเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter)

เมื่อหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุนลงไปยังตำแหน่งที่ต้องการวัดความเร็วน้ำ กรวยหมุนจะหมุนรอบแกนดิ่งเป็นจำนวน N รอบ/เวลา ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแต่ละขนาด แต่ละรุ่น และแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะอ่านผลการวัดความเร็วน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น บางเครื่องจะอ่านผลออกมาเป็นตัวเลข (digital) บนจอบอกความเร็วน้ำเป็น m/s ได้เลย บางเครื่องจะอ่านผลออกมาเป็นการหมุนของกรวยเป็นจำนวน N รอบต่อเวลาและมีตารางหรือสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วน้ำ V กับจำนวน N รอบต่อเวลา เป็นสมการเฉพาะเครื่อง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นสมการเส้นตรงดังนี้

$$V = aN + b$$

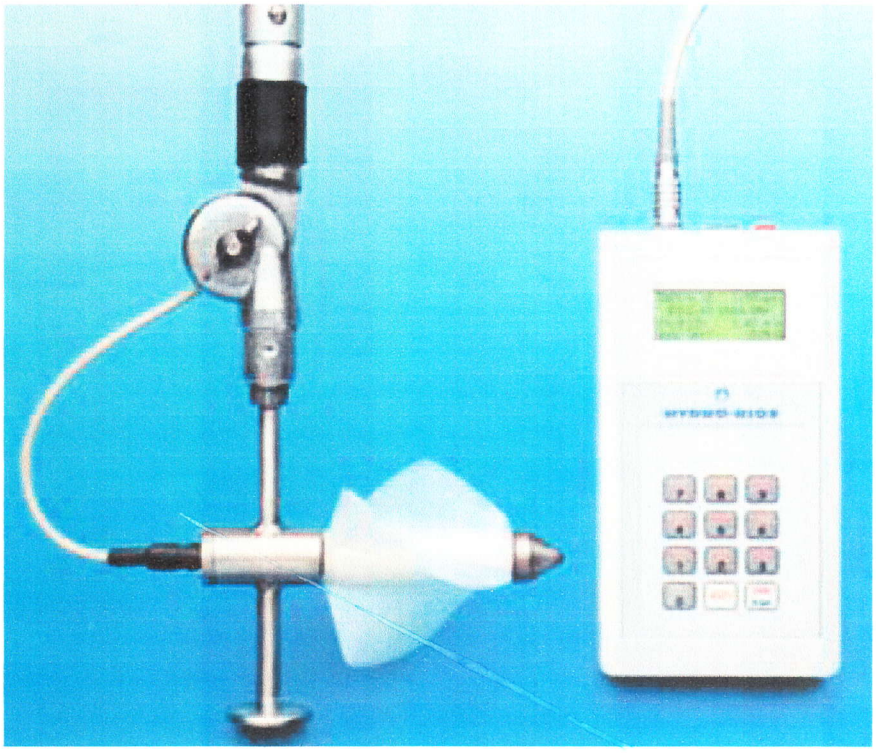
เมื่อ V คือ ความเร็วน้ำ (m/s)

N คือ จำนวนรอบต่อเวลา (จำนวนรอบ/ s)

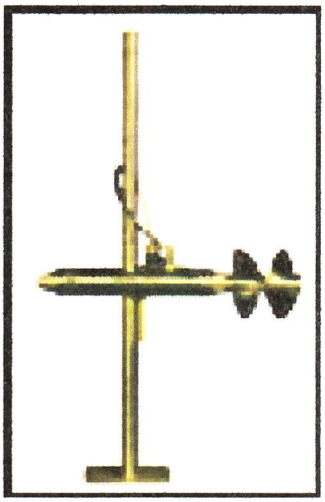
a และ b คือ ค่าคงที่ของเครื่องวัด (constants of meter) ซึ่งจะมีบอกในคู่มือที่ใช้เฉพาะเครื่อง

2.2.2 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller-type current meter)

เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller-type current meter) มีทั้งแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำไม่มากจะมีใบพัดขนาดเล็กๆ และแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมาก ซึ่งมีหลักการวัดความเร็วน้ำเหมือนกับเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน แต่ใบพัดจะหมุนรอบแกนเพลาที่วางอยู่ในแนวนอนและลักษณะเครื่องมือมีความทนทานกว่าเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน



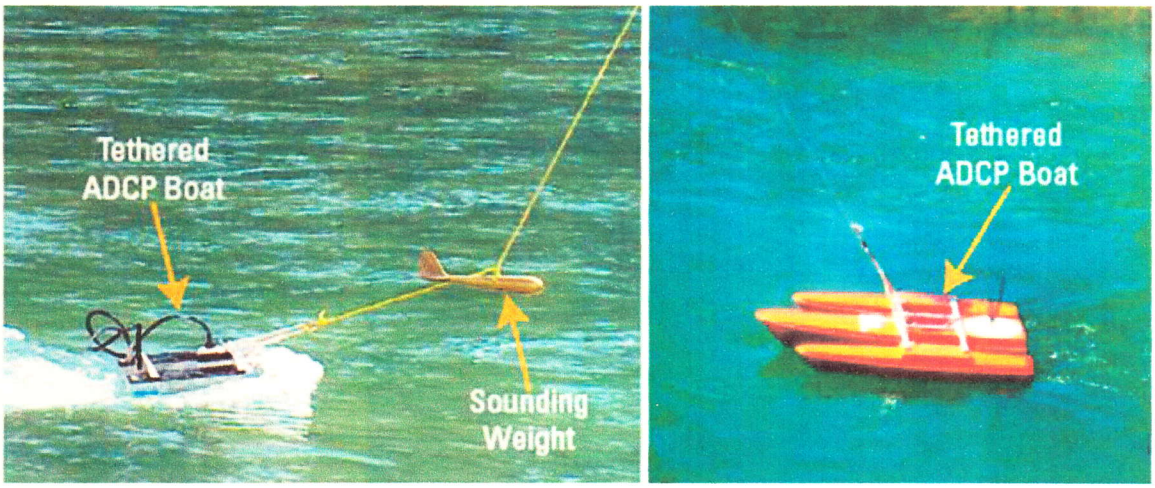
รูปที่3. แสดงเครื่องมือวัดความเร็วน้ำใบพัดขนาดใหญ่(ใช้กรณีปริมาณน้ำมาก)



รูปที่4. แสดงเครื่องมือวัดความเร็วน้ำใบพัด ขนาดเล็ก (ใช้ในกรณีน้ำไม่มาก)

2.2.3 การวัดความเร็วน้ำด้วยคลื่นเสียง

เป็นเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ โดยใช้เทคนิคความแตกต่างของความถี่คลื่นเสียง (Acoustic Doppler) โดยอาศัยหลักการที่ว่า คลื่นเมื่อเดินทางผ่านน้ำที่ไหลด้วยความเร็ว จะมีความถี่เปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับความเร็วของน้ำ หากมีตัวที่กำเนิดความถี่คลื่นเสียงและตรวจจับเสียงที่สะท้อนกลับผ่านกระแสน้ำก็สามารถหาความเร็วของกระแสน้ำได้ ข้อดีของเครื่องมือวัดความเร็วด้วยคลื่นเสียง คือสามารถวัดความเร็วกระแสน้ำได้หลายระดับในเวลาเดียวกัน (Current Profiler) และทำงานได้ดีในอุณหภูมิต่างๆ ได้ และสามารถตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำระหว่าง 0.00-5 เมตรต่อวินาที่



รูปที่5. แสดงเครื่องมือตรวจวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำด้วยคลื่นเสียง (Acoustic Doppler)

หน่วยแรงเฉือน(Shearing stress, **T**) ในการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) อาจจะเห็นได้โดยการพิจารณา จุด 2 จุดที่อยู่ถัดกันในหน้าตัดของการไหล ที่จุดที่ 1 ค่าความเร็วเฉลี่ย (mean velocity) เป็น v และที่จุดที่ 2 ค่าความเร็วเฉลี่ย (mean velocity) เป็น v+Δv ถ้าระยะระหว่างจุดทั้ง 2 เป็น l และ velocity gradient เป็น dv/dy และถ้า v และ v+Δv เป็นความเร็วเฉลี่ย (mean velocity) ของชั้นของของไหล (fluid layers) ที่ถูกสำรวจ turbulence velocity, v_{y1} แทนการสำรวจการเคลื่อนที่ตามขวางของมวลของของไหลระหว่างชั้น ซึ่งมวลนี้อาจจะเปลี่ยนทิศทางจากทิศหนึ่งไปเป็นอีกทิศทางหนึ่งได้ ระหว่างการเปลี่ยนทิศกลับไปกลับมาของมวลของของไหล ทำให้เกิดการเปลี่ยนโมเมนต์ตัม (momentum) ของมันด้วย ดังนั้นจึงอาจกล่าวว่าหน่วยแรงเฉือน (shearing stress) ในการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) พิจารณาได้จากการเปลี่ยนโมเมนต์ตัม (momentum) ของมวลของของไหล ขณะที่เกิดการเปลี่ยนทิศทางและความเร็ว ความพยายามที่จะอธิบาย turbulent shear stress ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ได้ทำโดย Boussinesg ดังนี้

$$\tau = \varepsilon \frac{dv}{dy}$$

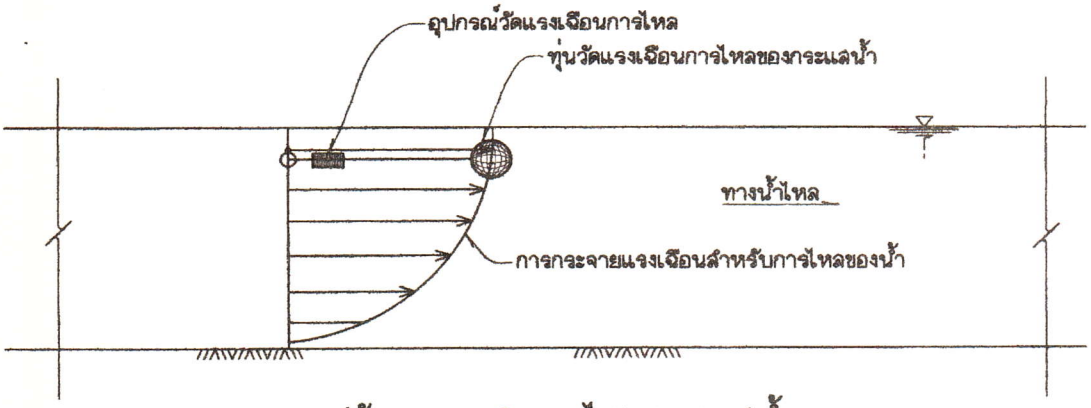
เมื่อ ε (eddy viscosity)คือคุณสมบัติของการไหลที่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของความ ปั่นป่วนในปัจจุบัน เพื่อเขียนสมการของ Boussinesg ให้อยู่ในรูปทั่วไปมากขึ้น โดยเทียบกับสมการของการไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) ด้วย จึงมักเขียนดังนี้

$$\tau = (\mu + \varepsilon) \frac{dv}{dy}$$

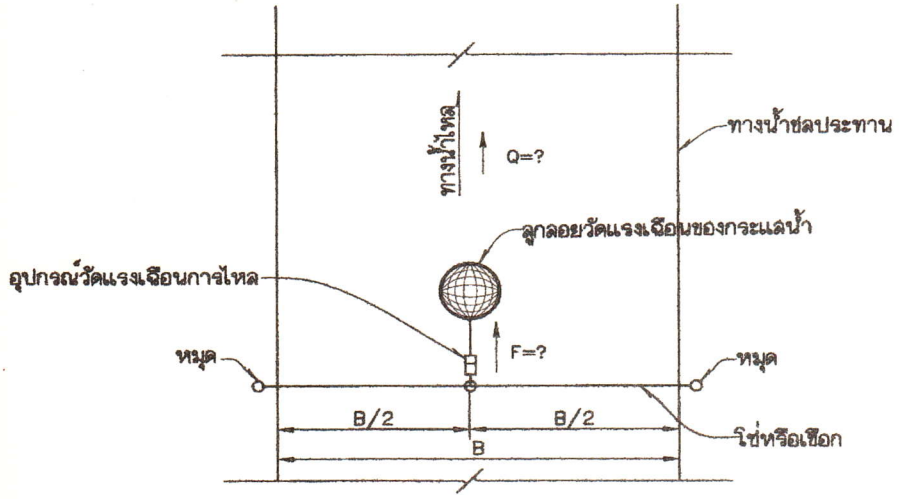
ถ้าให้ความเร็วไม่คงที่ (Fluctuating velocity) ของอนุภาคของของไหล เนื่องจากความปั่นป่วนเป็น v_x และ v_y ตามลำดับ เรย์โนลด์ย้ำว่าค่าความเร็วนี้มีผลต่อหน่วยแรงเฉือนเฉลี่ย (mean shearing stress) ในการไหลแบบปั่นป่วน และแสดงการเขียน **T** ในรูปแบบดังนี้

$$\tau = -\rho \cdot \overline{v}_x \ \overline{v}_y$$

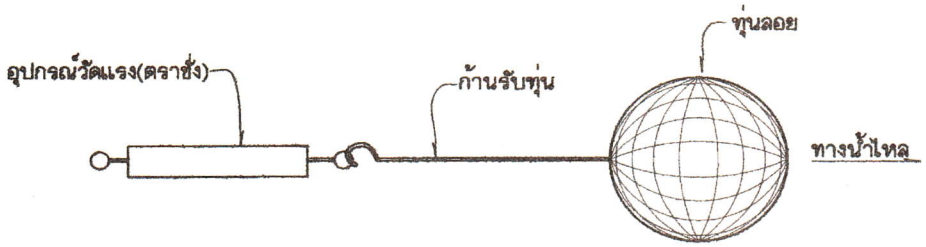
ซึ่ง $\overline{v}_x \ \overline{v}_y$ คือค่าเฉลี่ยของผลคูณของ $\overline{v}_x \ \overline{v}_y$ และเทอม $-\rho \cdot \overline{v}_x \ \overline{v}_y$ ถูกเรียกว่า Reynolds stress จากพฤติกรรมการไหลดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการสอบเทียบ Reynolds Stress ซึ่งเป็น Shear Flow Stress กับความเร็วเฉลี่ยของหน้าตัดการไหลในทางน้ำชลประทาน โดยการออกแบบชุดตรวจวัดแรงเฉือนการไหล รายละเอียดตามรูปที่ 6



รูปตัดตามยาวแสดงการไหลของกระแสน้ำ

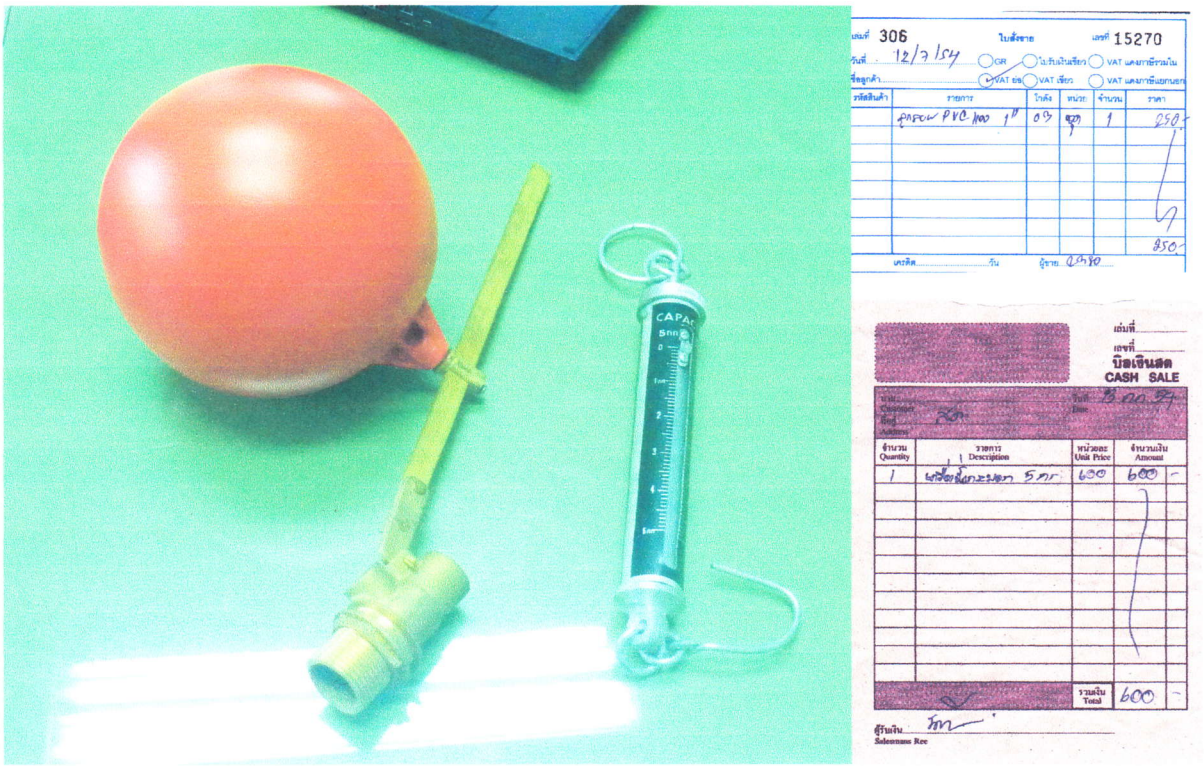


แปลน



รายละเอียดการติดตั้งชุดอุปกรณ์ชุดตรวจวัดการไหล

รูปที่6. การออกแบบชุดตรวจวัดแรงเฉือนการไหล



รูปที่7. แสดงทุ่นลอยและเครื่องชั่งน้ำหนักแบบกระบอก

อุปกรณ์ตรวจวัดประกอบด้วย

1. เครื่องชั่งกระบอก 5 กก.
2. ลูกลอย PVC แดง ∅ 6 นิ้ว

ราคาค่าใช้จ่ายอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งกระบอก 5 กก. ราคา 600 บาท
2. ลูกลอย PVC แดง ∅ 6 นิ้ว ราคา 250 บาท

รูปที่8. แสดงพื้นที่โครงการชลประทานที่สอบเทียบ

รูปที่9. แสดงการตรวจวัดปริมาณการไหลของน้ำตามมาตรฐานกรมชลประทาน

รูปที่10. แสดงการตรวจวัดปริมาณการไหลของน้ำตามมาตรฐานกรมชลประทาน

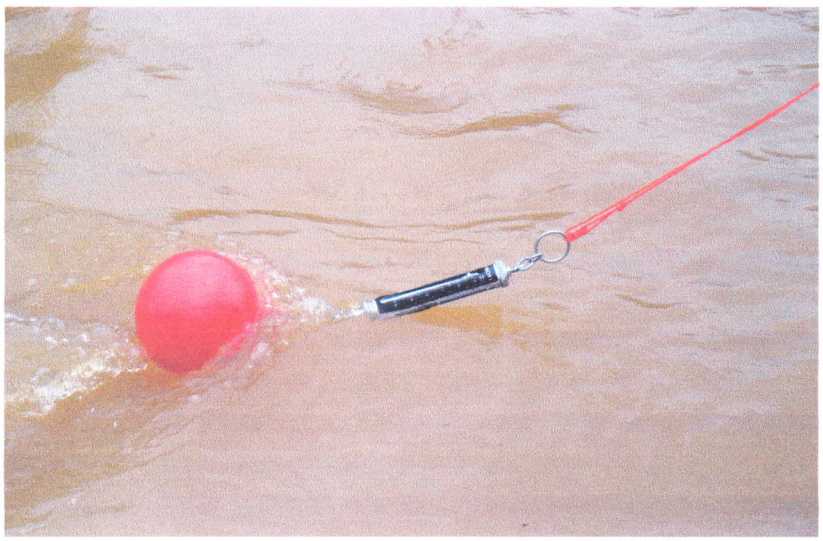
รูปที่11. แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดกระแสน้ำโดยทุ่นวัดแรงเฉือนการไหล

รูปที่12. แสดงการตรวจวัดแรงเฉือนการไหลของกระแสน้ำ

รูปที่13. แสดงค่าตรวจวัดแรงเฉือนการไหลของกระแสน้ำ

รูปที่14. แสดงการสอบเทียบแรงเฉือนการไหลเฉลี่ยกับความเร็วเฉลี่ย (คลองซอย 4R-LMC)

รูปที่15. แสดงการตรวจวัดแรงเฉือนการไหลเฉลี่ย (คลองซอย 4R-LMC)



รูปที่16. แสดงการตรวจวัดแรงเฉือนการไหลเฉลี่ยที่อัตราการไหลต่างๆ (คลองซอย 4R-LMC)

รูปที่17. แสดงการตรวจวัดแรงเฉือนเฉลี่ยมีอัตราการไหลต่างๆ (คลองซอย 4R-LMC)

รูปที่18. แสดงการอบรมการมีส่วนร่วมในการวัดน้ำโดยทุ่นวัดแรงเฉือน

รูปที่19. แสดงการตอบข้อซักถามการวัดน้ำโดยทุ่นวัดแรงเฉือน

ตัวอย่างผลการตรวจวัดสอบเทียบ

คลองซอย 4R-LMC

ตารางแสดงสถิติการสำรวจปริมาณน้ำ

แม่น้ำ แม่ระมาดตอนบน สถานี ระมาด 12-4[illegible] Code

ตำบล ระแหง อำเภอ เมืองตาก จังหวัด ตาก ภาค

ประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2554 ศูนย์เสาระดับอยู่ ราคาศูนย์เสาระดับ ม. ( )

วันที่	ระดับน้ำ ม.	ระดับน้ำ ม. ( )	เวลาทำการสำรวจ	ความกว้างผิวน้ำ ม.	เนื้อที่รูปตัด ม.^{2}	ความเร็วเฉลี่ย ม./วินาที	ปริมาณน้ำ ม.^{3}/วิ.	หมายเหตุ
	บน	ล่าง						
30.	1.769	0.925	10.15-10.52	3.20	1.26	0.790	0.996	ใช้งาน 0.102
26.	1.727	1.013	10.45-10.59	3.65	1.71	0.840	1.491	ใช้งาน 0.202
30.	1.659	1.079	11.10-11.23	4.05	2.11	0.889	2.142	ใช้งาน 0.302
30.	1.590	1.203	11.46-12.00	4.49	2.63	0.963	2.535	ใช้งาน 0.402
								สรุปปริมาณน้ำ
								2.535

ระดับน้ำสูงสุด ม. ( ) วันที่ ปริมาณน้ำมากที่สุด ม.^{3}/วิ. วันที่

ระดับน้ำต่ำสุด ม. ( ) วันที่ ปริมาณน้ำน้อยที่สุด ม.^{3}/วิ. วันที่

ผู้สำรวจ ผู้ลอก ผู้ตรวจ

กพ.ชป.ย. 311 04 50. 17,500.

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน

อ.ท. 1-12

แบบสำรวจปริมาณน้ำ

เริ่มสำรวจเวลา [illegible] น.
เสร็จสำรวจเวลา [illegible] น.

แม่น้ำ [illegible] สำรวจที่ .... ตำบล [illegible] อำเภอ [illegible] จังหวัด .... ภาค ....

ระดับน้ำขณะเริ่มสำรวจ .... ม.
ระดับน้ำเมื่อเสร็จสำรวจ .... ม. } .... ระดับเฉลี่ย .... ม. (........)

สำรวจโดยวิธี [illegible] เครื่องชนิด [illegible] หมายเลข [illegible]

ความกว้างของผิวน้ำ 3.20 ม. เนื้อที่รูปตัดลำน้ำ 1.26 ม.² วันที่ 20 เดือน [illegible] พ.ศ. [illegible] ความเร็วเฉลี่ย [illegible] ม.³/วินาที ปริมาณน้ำที่สำรวจได้ [illegible] ม.³/วินาที

ระยะจากจุดเริ่ม ม.	ค่ามุม ทางราบ	มุม ทางตั้ง	ระยะสูงจากผิวน้ำ ม.	ระยะเบนเหนือผิวน้ำ ม.	ระยะตามแนวเบนจากจุดที่หย่อนถึงเครื่อง ม.	ความลึกหลอก ม.	ความลึกจริงของก้นแม่น้ำ ม.	ความลึกของเครื่องที่หย่อนลง ม.	จำนวนรอบที่เครื่องหมุน	เวลาวัดเป็นวินาที	ความเร็วของน้ำ ม./วินาที ที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยในลูกตั้ง	เฉลี่ยในช่อง	เนื้อที่ในช่อง ม.	ความกว้างของช่อง ม.	ความลึกเฉลี่ยในช่อง ม.	ปริมาณน้ำ ม.³/วินาที	หมายเหตุ
[illegible]							0	-	-	-	0		0	0	-	-	-	-	
																			ความ[illegible]
[illegible]							[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	100 [illegible]
1.00							0.44	[illegible]	121	40	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.50	[illegible]	[illegible]	
2.50							[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	0.846		0.846	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.50	[illegible]	[illegible]
3.							0.55	[illegible]	138	40	[illegible]		[illegible]	[illegible]	0.28	[illegible]	0.55	[illegible]	[illegible]
[illegible]							[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	0.821		[illegible]	[illegible]	0.28	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]							[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.50	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]							0	-	-	-	0		0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]																			
													รวม		1.26	3.20		[illegible]	

1. จุดเริ่มต้นเริ่มจากฝั่งขวา ให้เขียน R.B., ฝั่งซ้ายให้เขียน L.B.
2. เมื่อสำรวจความเร็วในลูกตั้งเสร็จ ให้ลงเวลาขณะนั้นไว้ในช่องแรกคู่กับเลขที่บอกราคา ระยะจากจุดเริ่มต้น
3. ความเร็วที่จุดใดผิดปกติ ให้แจ้งเหตุผลในช่องหมายเหตุ

ผู้สำรวจ [illegible] ผู้ตรวจ .... วันที่ ....

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน

อท.1-12

แบบสำรวจปริมาณน้ำ

เริ่มสำรวจเวลา 10.45 น.
เสร็จสำรวจเวลา 10.57 น.

แม่น้ำ [illegible] สำรวจที่ .... ตำบล [illegible] อำเภอ [illegible] จังหวัด [illegible] ภาค ....

ระดับน้ำขณะเริ่มสำรวจ .... ม.
ระดับน้ำเมื่อเสร็จสำรวจ .... ม.
.... ระดับเฉลี่ย .... ม. (..........)

สำรวจโดยวิธี [illegible] เครื่องชนิด [illegible] หมายเลข [illegible]

ความกว้างของผิวน้ำ [illegible] ม. เนื้อที่รูปตัดลำน้ำ [illegible] ม.² วันที่ 26 เดือน [illegible] พ.ศ. 2554 ความเร็วเฉลี่ย 0.8[illegible] ม.³/วินาที ปริมาณน้ำที่สำรวจได้ [illegible] ม.³/วินาที

ระยะจากจุดเริ่ม ม.	ฉากมุม ทางราบ	มุม ทางตั้ง	ระยะสูงจากผิวน้ำ ม.	ระยะเบนเหนือผิวน้ำ ม.	ระยะตามแนวเบนจากจุดที่หย่อนถึงเครื่อง ม.	ความลึกหลอก ม.	ความลึกจริงของก้นแม่น้ำ ม.	ความลึกของเครื่องที่หย่อนลง ม.	จำนวนรอบที่เครื่องหมุน	เวลาวัดเป็นวินาที	ความเร็วของน้ำ ม./วินาที ที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยในลูกดิ่ง	เฉลี่ยในช่อง	เนื้อที่ในช่อง ม.	ความกว้างของช่อง ม.	ความลึกเฉลี่ยในช่อง ม.	ปริมาณน้ำ ม.³/วินาที	หมายเหตุ
1.05							0	–	–	–	0		0	–	–	–	–	0	[illegible]
1.50							0.20	0.10	131	40	0.884		0.884	0.417	0.04	0.45	0.10	[illegible]	[illegible]
2.00							0.58	0.35	160	40	0.951		0.951	0.692	0.20	0.50	0.39		เปิดบาน 0.20 ม.
2.50							0.70	0.14	169	40	1.058		0.963	0.957	0.32	0.50	0.64	0.306	[illegible]
								0.56	135	40	0.858								
3.00							0.78	0.16	175	40	1.105		0.991	0.977	0.35	0.50	0.70	0.342	[illegible]
								0.56	138	40	0.877								[illegible] 0.00[illegible]
3.50							0.70	0.16	184	40	1.160		1.086	1.078	0.35	0.50	0.70	0.365	
3.5[illegible]								0.56	160	40	1.012								
4.0							0.47	0.2	171	40	1.080		1.080	1.083	0.29	0.50	0.58	0.314	
4.50							0.12	0.06	94	40	0.602		0.602	0.841	0.15	0.50	0.30	0.126	
4.70							0	–	–	–	0		0	0.301	0.01	0.20	0.06	0.003	
R.B.																			

รวม 1.59 3.65 1.4[illegible]

1. จุดเริ่มต้นเริ่มจากฝั่งขวา ให้เขียน R.B., ฝั่งซ้ายให้เขียน L.B.
2. เมื่อสำรวจความเร็วในลูกดิ่งเสร็จ ให้ลงเวลาขณะนั้นไว้ในช่องแรกคู่กับเลขที่บอกราคา ระยะจากจุดเริ่มต้น
3. ความเร็วที่จุดใดผิดปกติ ให้แจ้งเหตุผลในช่องหมายเหตุ

ผู้สำรวจ [illegible] ผู้ตรวจ .... วันที่ ....

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน

อท.1-12

แบบสำรวจปริมาณน้ำ

เริ่มสำรวจเวลา 9.10 น.
เสร็จสำรวจเวลา 11.20 น.

แม่น้ำ.................... สำรวจที่ รอ.1 บน ตำบล ดอนไชย อำเภอ ลี้กันนา จังหวัด เชียงใหม่ ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ

ระดับน้ำขณะเริ่มสำรวจ..........ม. } ....ระดับเฉลี่ย..........ม. (..........)
ระดับน้ำเมื่อเสร็จสำรวจ..........ม. }

สำรวจโดยวิธี 12-Point เครื่องชนิด [illegible] หมายเลข [illegible]

ความกว้างของผิวน้ำ 4.05 ม. เนื้อที่รูปตัดลำน้ำ 2.41 ม.^{2} วันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ความเร็วเฉลี่ย 0.899 ม.^{3}/วินาที ปริมาณน้ำที่สำรวจได้ 2.142 ม.^{3}/วินาที

ระยะจากจุดเริ่ม ม.	ค่ามุม ทางราบ	มุม ทางตั้ง	ระยะสูงจากผิวน้ำ ม.	ระยะเบนเหนือผิวน้ำ ม.	ระยะตามแนวเบนจากจุดที่หย่อนถึงเครื่อง ม.	ความลึกหลอด ม.	ความลึกจริงของก้นแม่น้ำ ม.	ความลึกของเครื่องที่หย่อนลง ม.	จำนวนรอบที่เครื่องหมุน	เวลาวัดเป็นวินาที	ความเร็วของน้ำ ม./วินาที ที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยในลูกดิ่ง	เฉลี่ยในช่อง	เนื้อที่ในช่อง ม.	ความกว้างของช่อง ม.	ความลึกเฉลี่ยในช่อง ม.	ปริมาณน้ำ ม.^{3}/วินาที	หมายเหตุ
0.40							0	–	–	–									ความกว้างสะพาน
1.10							0.40	0.16	157	40	0.888		0.888	0.444	0.14	0.70	0.20	0.062	[illegible]
2							0.78	0.16	168	40	0.998		0.895	0.892	0.50	0.90	0.59	0.45	[illegible]
								0.62	124	40	0.892								
2.50							0.88	0.14	158	40	1.000		0.938	0.916	0.42	0.50	0.83	0.385	[illegible] 1.67
								0.64	138	40	0.875								[illegible] 1.09
3							0.98	0.19	161	40	1.018		0.944	0.941	0.44	0.50	0.88	0.414	
								0.69	137	40	0.871								
3.50							0.88	0.19	167	40	1.055		0.960	0.952	0.44	0.50	0.88	0.419	
								0.69	136	40	0.864								
4							0.96	0.13	170	40	1.074		0.959	0.959	0.38	0.50	0.69	0.368	
								0.63	134	40	0.849								
4.50							0.52	0.14	120	40	0.766		0.766	0.862	0.24	0.50	0.48	0.209	
4.95							0	–	–	–	0		0	0.383	0.07	0.45	0.16	0.025	
5.0																			
														รวม	2.41	4.55		2.142	

1. จุดเริ่มต้นเริ่มจากฝั่งขวา ให้เขียน R.B., ฝั่งซ้ายให้เขียน L.B.
2. เมื่อสำรวจความเร็วในลูกดิ่งเสร็จ ให้ลงเวลาขณะนั้นไว้ในช่องแรกคู่กับเลขที่บอกราคา ระยะจากจุดเริ่มต้น
3. ความเร็วที่จุดใดผิดปกติ ให้แจ้งเหตุผลในช่องหมายเหตุ

ผู้สำรวจ [signature] ผู้ตรวจ.................... วันที่....................

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน

อ ท. 1-12

แบบสำรวจปริมาณน้ำ

เริ่มสำรวจเวลา [illegible] น.
เสร็จสำรวจเวลา [illegible] น.

แม่น้ำ [illegible] สำรวจที่ [illegible] ตำบล [illegible] อำเภอ [illegible] จังหวัด [illegible] ภาค [illegible]

ระดับน้ำขณะเริ่มสำรวจ .... ม.
ระดับน้ำเมื่อเสร็จสำรวจ .... ม.
.... ระดับเฉลี่ย .... ม. (.........)

สำรวจโดยวิธี [illegible] เครื่องชนิด [illegible] หมายเลข [illegible]

ความกว้างของผิวน้ำ [illegible] ม. เนื้อที่รูปตัดลำน้ำ [illegible] ม.² วันที่ [illegible] เดือน [illegible] พ.ศ. [illegible] ความเร็วเฉลี่ย [illegible] ม.³/วินาที ปริมาณน้ำที่สำรวจได้ [illegible] ม.³/วินาที

ระยะจากจุดเริ่ม ม.	คามุม ทางราบ	มุม ทางตั้ง	ระยะสูงจากผิวน้ำ ม.	ระยะเบนเหนือผิวน้ำ ม.	ระยะตามแนวเบนจากจุดที่หย่อนถึงเครื่อง ม.	ความลึกหลอก ม.	ความลึกจริงของก้นแม่น้ำ ม.	ความลึกของเครื่องที่หย่อนลง ม.	จำนวนรอบที่เครื่องหมุน	เวลาวัดเป็นวินาที	ความเร็วของน้ำ ม./วินาที ที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยที่จุดหย่อนเครื่อง	เฉลี่ยในลูกดิ่ง	เฉลี่ยในช่อง	เนื้อที่ในช่อง ม.	ความกว้างของช่อง ม.	ความลึกเฉลี่ยในช่อง ม.	ปริมาณน้ำ ม.³/วินาที	หมายเหตุ
0.05							0	-	-	-	0		0	-	-	-	-	0	
1							0.20	0.16	90	40	0.292		0.292	0.256	0.04	0.25	0.10	0.010	[illegible]
1.50							0.27	0.21	145	40	0.720		0.720	0.596	0.14	0.50	0.26	0.12	[illegible]
2							0.30	0.19	144	40	0.914		0.877	0.918	0.15	0.50	0.30	0.14	[illegible] 1.5902
								0.70	132	40	0.840								[illegible]
2.50							1.00	0.20	140	40	0.952		0.954	0.906	0.47	0.50	0.94	0.426	
								0.60	155	↓	0.981								[illegible]
								0.80	192	↓	0.840								
3							1.00	0.20	150	40	0.959		0.960	0.957	0.50	0.50	1.00	0.479	[illegible]
								0.60	165		[illegible]								
								0.80	143	↓	0.909								[illegible]
3.50							1.00	0.20	165	40	1.043		1.052	1.016	0.50	0.50	1.00	0.508	
								0.60	174		1.099								
								0.80	153	↓	0.983								
4							0.70	0.14	165	40	1.049		0.979	1.014	0.40	0.50	0.80	0.406	
								0.56	143	40	0.909								
4.50							0.36	0.22	116	40	0.741		0.741	0.898	0.20	0.50	0.38	0.180	
5.10							0	-	-	-	0		0	0.370	0.14	0.60	0.18	0.044	
														รวม	2.59	4.45		2.22	

1. จุดเริ่มต้นเริ่มจากฝั่งขวา ให้เขียน R.B., ฝั่งซ้ายให้เขียน L.B.
2. เมื่อสำรวจความเร็วในลูกดิ่งเสร็จ ให้ลงเวลาขณะนั้นไว้ในช่องแรกคู่กับเลขที่บอกราคา ระยะจากจุดเริ่มต้น
3. ความเร็วที่จุดใดผิดปกติ ให้แจ้งเหตุผลในช่องหมายเหตุ

ผู้สำรวจ .... ผู้ตรวจ .... วันที่ ....

ตารางแสดงการเดินระดับรูปตัด

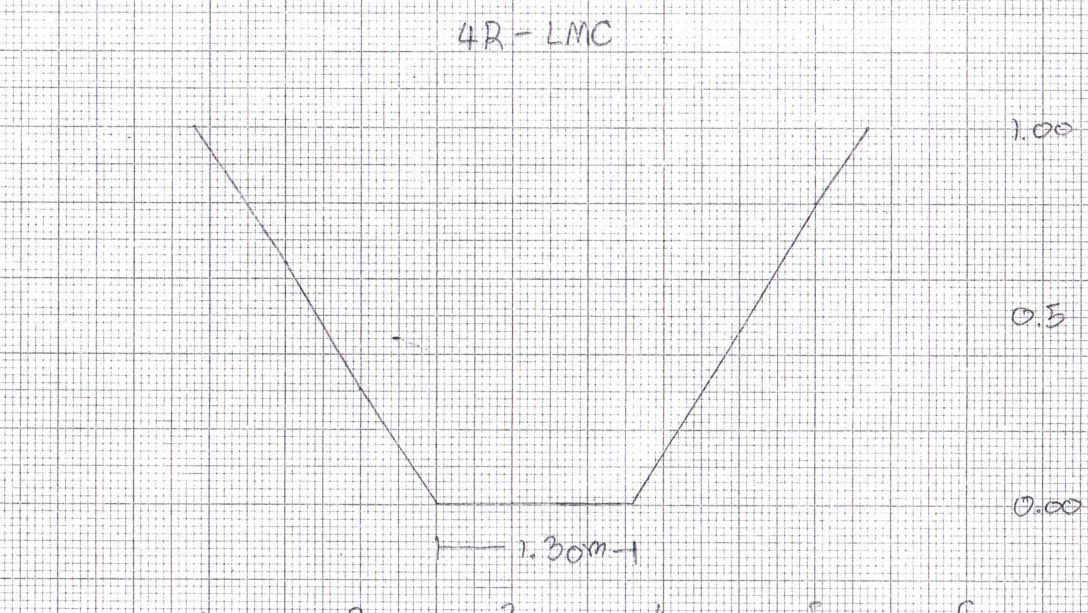
สถานี แม่สรวย เชียงราย Code 42-14 อำเภอ เชียงแสน จังหวัด เชียงราย

สำรวจจาก ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย ถึง ระดับน้ำแม่น้ำโขงบ้านสบรวก

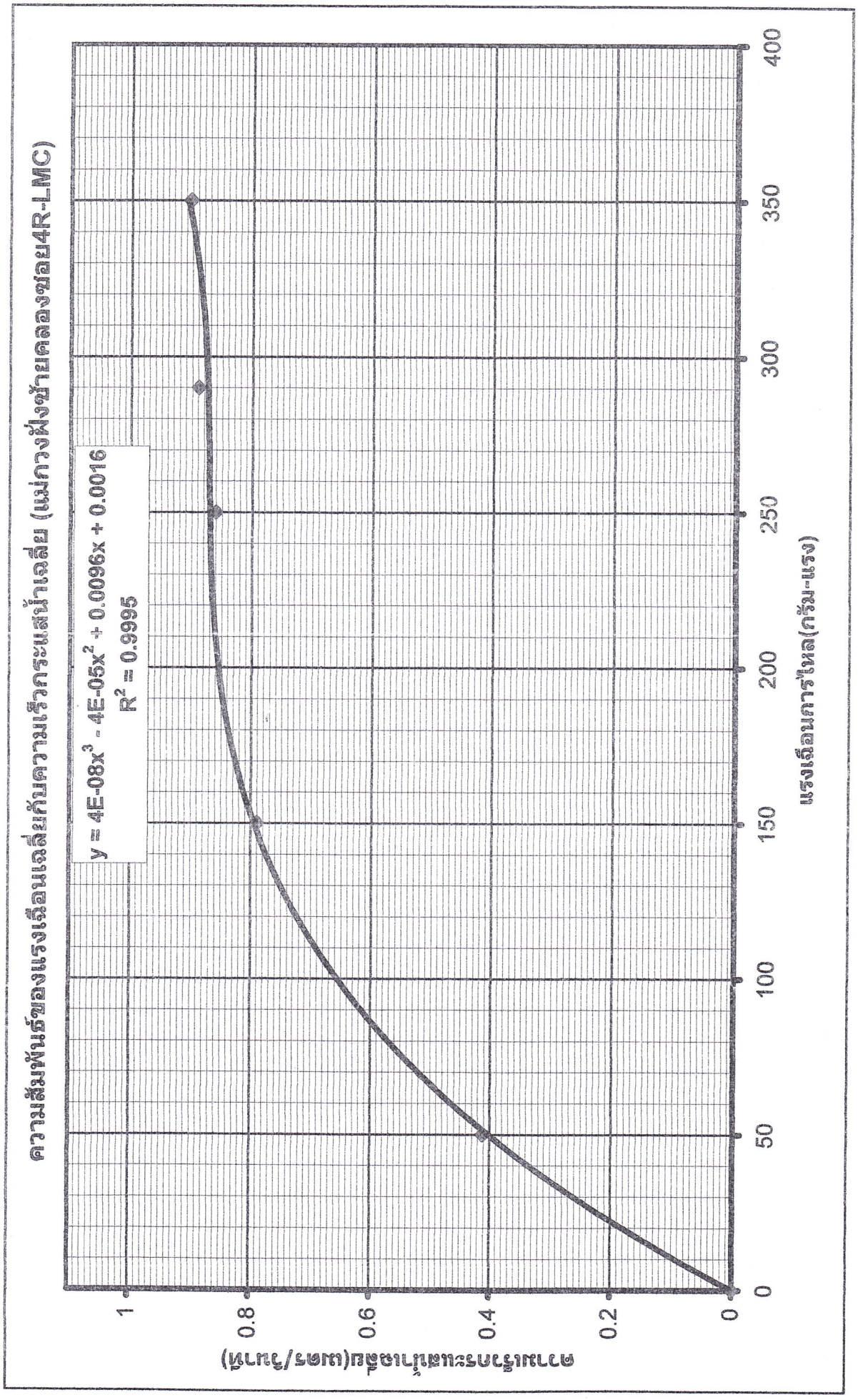
หมุดสำรวจ	ระยะทาง		แนวทิศ		หยั่งน้ำ ม.	เลขระดับที่อ่านได้			ต่างกัน		ระดับที่ทอนได้	
	หลัง	หน้า	หลัง	หน้า		หลัง	กลาง	หน้า	สูง	ต่ำ		
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย						2.897					แก้	0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย		(ที่ทำการ อ.เชียงแสน)					1.102		1.795			1.795
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.021			0.081		0.795
								2.897	0	0.795		0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย		(ที่ทำการ อ.เชียงแสน)				2.897						0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.102		1.795			1.795
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.858			0.756		1.013
								2.897	1.	1.013		2.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย		(ที่ทำการ อ.เชียงแสน)				2.897						0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.237		1.659	1.		1.659
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.792			0.580		1.079
								2.897		1.079		0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย		(ที่ทำการ อ.เชียงแสน)				2.897						0.000
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.298		1.599			1.599
ร.ส.ถ.ศูนย์เชียงราย							1.648			0.346		1.253
								2.897		1.253		0.000

ผู้สำรวจ ชมร. ผู้ตรวจ

วันที่ วันที่



หมายเหตุ
1 - ความสูงของคอลัมน์สามารถสูงได้มากกว่านี้


ความสัมพันธ์ของแรงเฉือนเฉลี่ยกับความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ย (แม่กวงฝั่งซ้ายบริเวณสถานี4R-LMC)
y = 4E-08x³ - 4E-05x² + 0.0096x + 0.0016
R² = 0.9995
ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ย(เมตร/วินาที)
แรงเฉือนความไหล(กรัม-แรง)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
50
100
150
200
250
300
350
400

สำหรับผู้เสนอผลงานลงนาม

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวเป็นของข้าพเจ้า/ทีมงาน จริง

ลงชื่อ.....ชัชชัย เพชรอักษร.....

(.....นายชัชชัย เพชรอักษร.....)

ตำแหน่ง.....ฝปง. ชป.1.....

ลงวันที่ 15 / ส.ค. / 2554

ลงชื่อ.....

(นายปรีชา แย้มเชื้อน)

(.....เจ้าพนักงานอุทกวิทยา ชำนาญงาน.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่ 15 / ส.ค. / 2554

(**หมายเหตุ** กรณีเป็นผลงานของทีมงานหลายคนให้ลงชื่อและตำแหน่งของทีมงานทุกคน)

สำหรับผู้บังคับบัญชาระดับสำนัก/กอง ลงนาม

ผู้บังคับบัญชาระดับสำนัก/กองได้พิจารณาคัดเลือกผลงานบุคคล/ทีมงานนี้เพื่อเสนอเข้ารับการคัดเลือกเป็นบุคคลหรือทีมงานที่มีผลงานที่สร้างสรรค์และเป็นแบบอย่างที่ดี ในระดับกรมฯ โดยมีคุณสมบัติของผลงาน ดังนี้ **(โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงใน ❑ ที่ตรงกับความเป็นจริง)**

ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานที่เป็นนวัตกรรม หมายถึง ผลงานที่คิดริเริ่มสร้างสรรค์ หรือผลงานที่ผลิตขึ้นใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดเคยทำมาก่อนในกรมชลประทาน

☑ 1. ผลงานดังกล่าวเป็นที่ยอมรับจากผู้บังคับบัญชาว่าเป็นแบบอย่างที่ดีและมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้จริงแล้ว

☑ 2. เป็นผลงานที่สนับสนุนการดำเนินงานตามภารกิจของกรมชลประทาน

☑ 3. เป็นผลงานที่เห็นประจักษ์ มีหลักฐานอ้างอิงการดำเนินงานที่สามารถตรวจสอบได้

❑ 4. กรณีเป็นผลงานเดิมที่เคยได้รับรางวัลมาแล้ว ได้มีผลงานต่อยอดที่แสดงให้เห็นพัฒนาการของเนื้องานที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติงานที่เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน เช่น มีนวัตกรรมใหม่ การลดความสูญเปล่า การเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพในการปฏิบัติงาน

เงื่อนไข :

- **งานวิจัยที่ได้รับทุน หรืองบประมาณในการดำเนินการ จะไม่ได้รับการพิจารณา**
- **ผลงานที่เป็นวิทยานิพนธ์/ภาคนิพนธ์ จะต้องเป็นเรื่องที่นำมาประยุกต์ใช้ใน หน่วยงาน และสร้างให้เกิดผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อกรมชลประทานที่เป็นประจักษ์**

ลงชื่อ.....

(นายจานุวัตร เสิศศิลป์เจริญ)

(.....รักษาราชการแทน ผส.ชป.1.....)

ผู้บริหารระดับสำนัก/กอง

ลงวันที่ 1 / ก.ย. / 2554