ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูและสามเหลี่ยม

(Water Flow Measurement by cipolletti weir and V-notch weir)

โดย

นางสาว กมลรัตน์ อภิมหามนตรี รหัสประจำตัว 42040469

นางสาว อมรรัตน์ ทูลขุนทด รหัสประจำตัว 42040480

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....17/Oct./47... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

189444

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูและสามเหลี่ยม

(Water Flow Measurement by Cipolletti weir and V-notch weir)

นางสาว กมลรัตน์ อภิมหามนตรี

นางสาว อมรรัตน์ ทูลขุนทด

ปพ.
ก136ก
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96494
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

การวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูและสามเหลี่ยม

(Water Flow Measurement by Cipolletti weir and V-notch weir)

ผู้นำเสนอปัญหาพิเศษ	1. นางสาวกมลรัตน์ อภิมหามนตรี	รหัสประจำตัว 42040469
	2. นางสาวอมรรัตน์ ทูลขุนทด	รหัสประจำตัว 42040480
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สนธิสุข ธีระชัยชยุติ	
วันที่เสนอ	13 มีนาคม 2546	เวลา 9.00-12.00

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือการออกแบบเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ , คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล (C_d) ของเครื่องมือ และหาค่า error ของอัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดได้จริง เวียร์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวัดอัตราการไหลของน้ำในช่องเปิดได้โดยวัดความสูงของน้ำที่ไหลผ่านรอยบาก (เหนือสันฝาย) หรือที่เรียกว่า head แล้วนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณ เวียร์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีลักษณะเป็นแผ่นบางที่เรียกว่า sharp crest weir หรือ thin plate weir และมีรอยบากเป็นช่องรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Cipolletti weir) และรูปสามเหลี่ยม (V-notch weir) การทดลองจะปล่อยน้ำเข้าเครื่องโดยมี flow meter วัดอัตราการไหลของน้ำที่ทางน้ำเข้า เมื่อน้ำมีปริมาณสูงถึงระดับของเวียร์น้ำจะ ไหลผ่านช่องรอยบาก นำค่าความสูงของน้ำที่ไหลผ่านช่องรอยบากและอัตราการไหลของน้ำมาคำนวณหาค่า C_d ของเครื่องมือและคำนวณหาค่า error ของอัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดได้จริง จากการทดลองเวียร์ที่มีรอยบากรูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีค่า C_d เท่ากับ 0.66 และค่า error ของอัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดได้จริง เท่ากับ 1.55 % ส่วนเวียร์ที่มีรอยบากรูปสามเหลี่ยม มีค่า C_d เท่ากับ 0.67 และค่า error ของอัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดได้จริง เท่ากับ 1.72 %

เอกสารอ้างอิง

Miller, R. N. 1983. Flow Measurement Engineering Handbook. McGraw-Hill Co.

กีรติ ลีวจนกุล . 2528 . ชลศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา , ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาลและพงศ์ศักดิ์ เสริมสาธนสวัสดิ์ . 2524 . การทดลองทางชลศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมสัตว์น้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยม (Water Flow Measurement by Rectangular weir and Parabolic weir) นี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์สนธิสุข ธีระชัยชยุติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยแนะนำ และช่วยให้การสัมมนาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้กำลังทรัพย์ทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจโดยตลอด

กมลรัตน์ อภิมหามนตรี

อมรรัตน์ ทูลขุนทด

7 มีนาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามคำศัพท์	2
2. วารสารปริทัศน์	**3**
1.1 ทฤษฎีการวัดอัตราการไหลผ่านฝาย	3
1.2 ฝายแบบรอยบากรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	5
1.3 ฝายแบบรอยบากรูปสามเหลี่ยม	6
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	**10**
3.1 อุปกรณ์	10
3.2 การประกอบเครื่องมือ	13
3.3 วิธีการทดลอง	13
3.4 สูตรที่ใช้ในการทดลอง	14
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	**16**
4.1 ผลการทดลอง	16
4.2 การพิสูจน์ค่า C_d	20
4.3 วิจารณ์ผลการทดลอง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 22

สรุปผลการทดลอง 22

5.1 ข้อเสนอแนะ 22

เอกสารอ้างอิง 23

ประวัติผู้เขียน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงค่า C_d สำหรับ V-notch weir ที่ θ และ h ต่าง 5
2. แสดงผลการวัดระดับความสูงของน้ำเหนือรอยบาก โดยวัดที่อัตราการไหลต่างๆ 16
3. แสดงค่า C_d ที่คำนวณได้ทั้งหมด 17
4. แสดงอัตราการไหลที่คำนวณได้และอัตราการไหลที่วัดได้จริง 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

1. sharp crested weir 3
2. เวียร์ชนิดต่างๆ 4
3. ฝายรูปcipolletti weir 5
4. ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม 6
5. สัมประสิทธิ์ C_d ของฝายรูปตัววี (ระบบอังกฤษ) 8
6. อ่างสแตนเลส 10
7. แผ่น notch รูป triangle weir และ cipolletti weir 11
8. Flow meter 11
9. เครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ 12
10. เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู 14
11. เวียร์รูปสามเหลี่ยม 15
12. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความสูงของน้ำของเวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู 18
13. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับความสูงของน้ำของเวียร์รูปสามเหลี่ยม 18
14. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่า C_d ของเวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู 19
15. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับค่า C_d ของเวียร์รูปสามเหลี่ยม 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับการวัดอัตราการไหลของน้ำในช่องทางน้ำเปิดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหล (flow meter) นั้นทำได้ยาก จึงได้มีการออกแบบเวียร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดอัตราการไหลของน้ำในช่องเปิดได้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานคล้ายทำนบกั้นน้ำที่สร้างขวางทางน้ำไหลในช่องเปิด เวียร์ที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ sharp crest weir สามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า thin plate weir เนื่องจากแผ่นเวียร์ที่ใช้กั้นทางน้ำไหล มีลักษณะเป็นแผ่นบางและมีรอยบากเป็นช่องลักษณะต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยม , รูปสี่เหลี่ยม , รูปสี่เหลี่ยมคางหมู , รูปพาราโบลา โดยน้ำที่ต้องการวัดจะไหลผ่านช่องรอยบากดังกล่าว อัตราการไหลของน้ำสามารถ วัดได้จากความสูงของน้ำที่ไหลผ่านรอยบาก (เหนือสันฝาย) หรือที่เรียกว่า head

<u>weir สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท</u> ดังนี้

1. rectangular notch
2. triangular notch
3. special notch เช่น cipoletti notch , parabolic notch

ในการทดลองนี้หาค่าสัมประสิทธิ์การไหล (C_d) ของเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้ เวียร์รูปสามเหลี่ยม (triangular notnh) และ เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cippolletti notch)

ข้อดีของเครื่องวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ คือ มีค่าติดตั้งและค่าอุปกรณ์ราคาต่ำ วิธีการติดตั้งและขั้นตอนการวัดมีความสะดวกและทำได้ง่ายสำหรับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเวียร์นี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการกัดกร่อนของของเหลวที่ต้องการวัด แต่ส่วนใหญ่แล้วมักนิยมใช้ sharp crest weir ที่ทำจากทองเหลือง , อลูมิเนียม , สแตนเลส , พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ออกแบบเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม (triangular notch) และ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipoletti notch) การทดลองเพื่อ

1. คำนวณหาค่า Cd (สัมประสิทธิ์การไหล) ของเครื่องมือ
2. คำนวณหาค่า error ของ C_d เมื่อเปรียบเทียบค่า C_d ที่ได้จาการทดลองกับค่า C_d ทางทฤษฎี

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาข้อมูลของเวียร์ตั้งแต่ความหมาย ชนิดและลักษณะ ประโยชน์ตลอดจนขั้นตอน การคำนวณหาค่าอัตราการไหลของน้ำ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการออกแบบเครื่องมือ วัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์และทำการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า C_d (สัมประสิทธิ์การไหล) ของเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปสามเหลี่ยม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการที่ได้ศึกษาเวียร์ ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการวัดอัตราการไหล สูตรที่ใช้ในการคำนวณ และสามารถออกแบบเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ได้ โดยเวียร์ที่ทำการออกแบบมีอยู่ 2 รูป คือ รูปสี่เหลี่ยมคางหมูและรูปสามเหลี่ยมถือเป็นการออกแบบขั้นพื้นฐาน ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ในระดับขั้นสูงต่อไป

นิยามคำศัพท์

เวียร์ (weir)หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าฝาย คือ อาคารทางชลศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาขวางทางของไหล ใช้เป็นเครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้วัดอัตราการไหลในร่องน้ำเปิดจากลักษณะของน้ำที่ล้นผ่านสันฝาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ทฤษฎี

การวัดอัตราการไหลผ่านฝาย

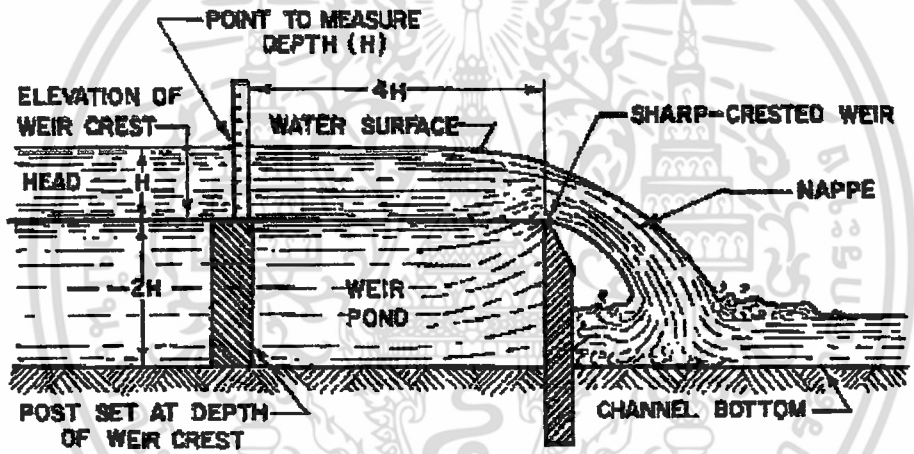
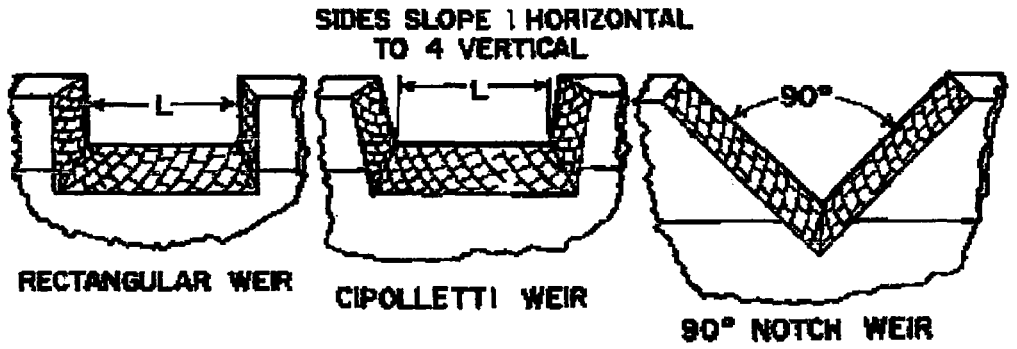


FIGURE 1.—PROFILE OF A SHARP-CRESTED WEIR

รูปที่1 sharp crested weir

ฝายเป็นเครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้วัดอัตราการไหลในร่องน้ำเปิด จากลักษณะของน้ำที่ล้นผ่านสันฝายในรูปที่ 1 นั้นทำให้สามารถหาอัตราการไหลได้จากระดับความสูง h ของน้ำที่อยู่เหนือสันฝาย ตำแหน่งที่จะวัดระดับความสูง h นี้จะต้องอยู่ห่างจากฝายไปทางด้านต้นน้ำอย่างน้อยเป็น 4 เท่าของค่า h โดยทั่วๆไปแล้วระยะที่ผิวน้ำลาดต่ำลง (draw down) ในรูปนั้นจะมีค่าประมาณ 0.15 h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 เวียร์ชนิดต่างๆ

ลักษณะของฝายที่ดีนั้นผิวทางด้านต้นน้ำจะต้องราบเรียบ ตัวฝายนั้นจะต้องอยู่ในแนวดิ่งจริงๆและสันฝายจะต้องเป็นสันคมโดยทำขอบทางด้นต้นน้ำให้เป็นมุมฉาก และขอบทางด้านใต้น้ำให้เป็นมุมป้าน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ลำน้ำ(nappe) ที่ล้นออกมานี้สามารถไหลผละออกจากสันฝายได้หมดแม้ว่าจะมีระดับน้ำเหนือสันฝายเพียงนิดเดียว ทำให้ลำน้ำสัมผัสกับฝายในลักษณะของการสัมผัสเป็นเส้นแต่ถ้าหากลำน้ำไม่ไหลผละออกมาจากสันฝายแล้วก็จะไม่ถือว่าเป็นการไหลผ่านฝาย และจะนำสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการทดลองมาใช้ไม่ได้ สำหรับความเร็วที่จุดใดๆของลำน้ำที่ไหลผ่านฝายมาแล้วนั้น สามารถหาได้จากสมการพลังงานที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดดังกล่าวกับจุดที่อยู่เหนือขึ้นไปทางด้านต้นน้ำ สำหรับร่องน้ำนั้นก็ควรจะยาวเพียงพอจนกระทั่งลักษณะการกระจายความเร็วเป็นไปอย่างปกติ และผิวของลำน้ำก็ควรราบเรียบไม่มีคลื่นมารบกวนการไหล

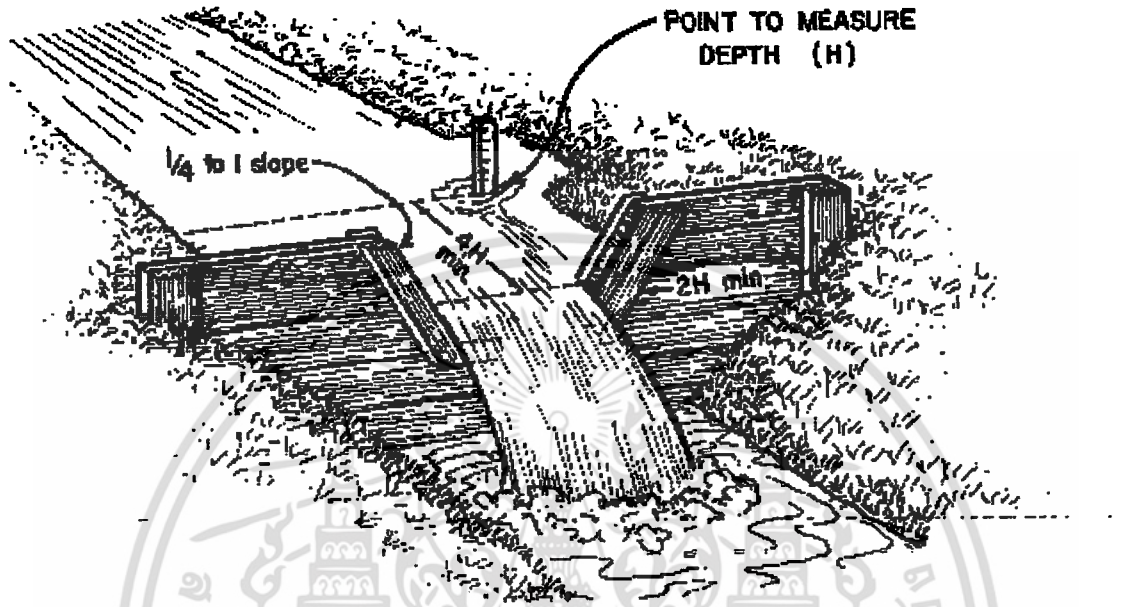
ฝาย (weirs) คือ อาคารทางชลศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาขวางทางของไหล ซึ่งมีประโยชน์ ดังนี้

1. เก็บกักของไหลไว้ใช้
2. ยกระดับของของไหลด้านเหนือฝายให้สูงขึ้น จนสามารถผันของไหลเข้าสู่บริเวณที่ต้องการได้
3. ควบคุมปริมาณของไหล
4. วิเคราะห์หาอัตราการไหลในช่องทางเปิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ฝายที่เป็นรอยบากรูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u> (cipolletti weir)

cipolletti weir เป็นฝายที่มีรอยบากเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ที่มีลักษณะสมมาตร ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่าง rectangular weir และ triangular weir ดังรูป



รูปที่ 3 cipolletti weir

ได้สมการดังนี้

$$Q = 2/3\ Cd_1\ B\ \sqrt{2g}\ H^{3/2} + 8/15\ Cd_2\ \tan(\theta/2)\ \sqrt{2g}\ H^{3/2}$$

พบว่าค่า C_d (dischage coefficient)จะเปลี่ยนไปตามความสูงของน้ำที่ผ่านช่อง notch ดังตาราง

ตารางแสดงค่า C_d สำหรับ v-notch ที่θและ h ต่างๆ

H (m)	θ (degrees)					
	90	60	45	28	20	10
0.075	0.596	0.606	0.614	0.630	0.646	0.697
0.100	0.591	0.599	0.605	0.620	0.634	0.677
0.150	0.584	0.592	0.597	0.608	0.618	0.653
0.200	0.582	0.586	0.592	0.601	0.609	0.641
0.250	0.581	0.583	0.587	0.596	0.604	0.632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

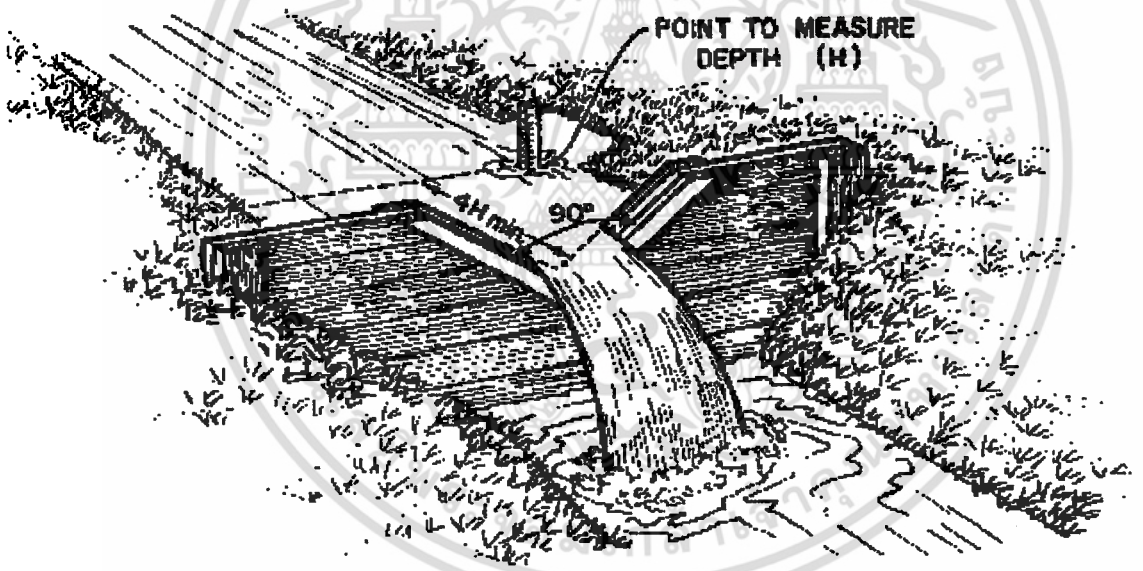
trapezoidal weir สามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า cipolletti weir

เมื่อกำหนดให้ มุม θ มีค่า $\tan(\theta/2) = 1/4$

บริเวณสันฝาย จะเป็นแนวนอนขนานกับพื้น รอยบากด้านข้างมีความลาดชันเป็น สูง 4 ส่วน นอน 1 ส่วน จากสมการอัตราการไหลของ rectangular weir สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นสมการสำหรับได้ดังนี้

trapezoidal weir $Q = 2/3\ Cd\ B \sqrt{2g}\ H^{3/2}$

ฝายแบบรอยบากเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปตัววี (triangle or v-notch weir)



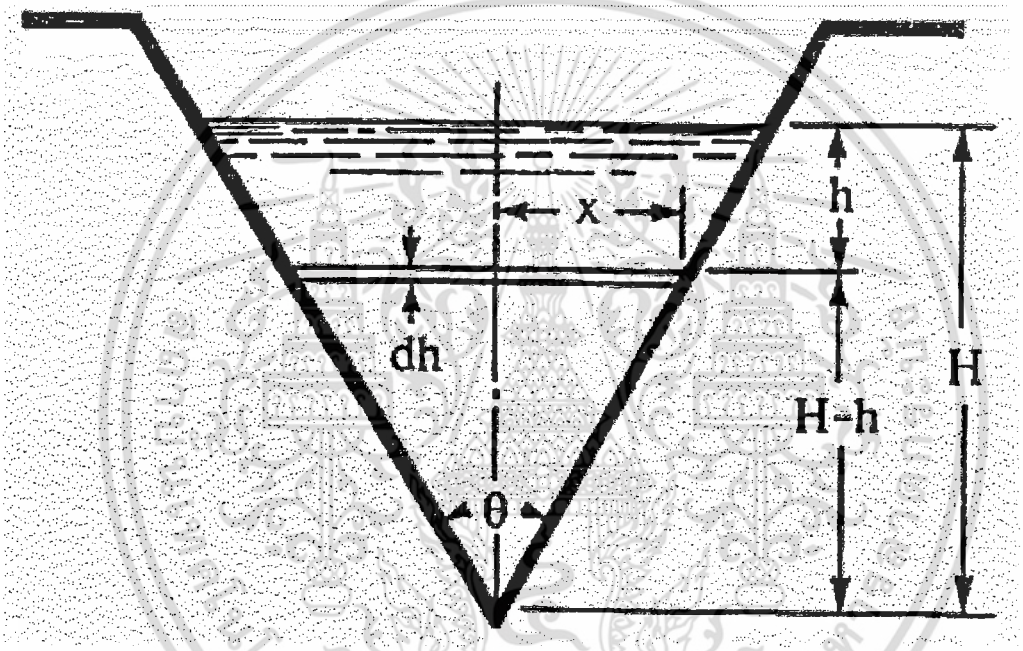
รูปที่ 4 ฝายรูปสามเหลี่ยม

ถ้าหากนำฝายแบบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาวัดอัตราการไหลที่มีค่าต่ำแล้ว รอยบากนั้นก็จะต้องเป็นรอยบากแคบๆ ดังนั้นขนาดรอยบากจึงเป็นตัวจำกัดอัตราการไหล แต่ถ้าหากไม่ใช้รอยบากแคบๆแล้วระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเหนือสันฝายก็จะต่ำ และอาจจะต่ำมากจนทำให้ลำน้ำที่ไหลผ่านฝายไม่สามารถคืดตัว หรือไหลผละออกจากสันฝายได้ แต่จะไหลย้อยลงไปตามผิวของฝาย ดังนั้นในกรณีที่มีอัตราการไหลต่ำจึงควรใช้ฝายรูปตัววีเป็นตัววัด ทั้งนี้เพราะฝายรูปตัววีนี้ใช้งานที่อัตราการไหลต่ำๆ ได้ดีเท่ากับอัตราการไหลที่ไม่สูงมากนัก ปกติแล้วมุมระหว่างรอยบากนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง 10° ถึง 90° แต่มุมใหญ่ๆนั้นนิยมใช้กันน้อย

ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม (triangular weir) มีลักษณะดังรูปซึ่งฝายแบบนี้ เหมาะสำหรับวัดอัตราการไหลในช่องทางเปิดขนาดเล็ก เพราะการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหล q กับความสูง h จะเปลี่ยนได้เร็วเห็นได้ชัดเจนที่ค่าความสูงต่ำๆ



รูปที่ 4 ลักษณะของฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม

การวิเคราะห์จะมีลักษณะคล้ายกับฝายสันคมรูปสี่เหลี่ยม โดยพิจารณาความเร็วที่ความสูง H - h เหนือสันฝายดังนี้

ความเร็ว $v_2 = \sqrt{2g(h + v_1^2/2g)}$ .....(1)

ในกรณี $v_1 << v_2$ คือ v_1 เข้าใกล้ 0 จะได้

ความเร็ว $v_2 = \sqrt{2gh}$ .....(2)

อัตราการไหลผ่านพื้นที่ ดังรูป คือ

$$dQ = v_2\, dA$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$dQ = v_2 2xdh \quad \text{.....(3)}$$

แทนค่า จากสมการที่ 2ใน สมการที่ 3จะได้

$$dQ = \sqrt{2gh}\, 2xdh \quad \text{.....(4)}$$

อัตราการไหลเหนือสนฝาย

$$dQ = 2\sqrt{2g}\int_0^H \sqrt{h}xdh \quad \text{.....(5)}$$

สมการที่ 5 ยังอินทิเกรตไม่ได้ จะต้องเปลี่ยนระยะ x เป็นฟังก์ชั่นของความสูง h ก่อน โดยพิจารณาลักษณะทางเรขาคณิต จะได้

ระยะ $x = (H-h)\tan(\theta/2)$

แทนค่า ในสมการที่ 5 จะได้

$$Q = 2\sqrt{2g}\int_0^H \sqrt{h}\,(H-h)\tan(\theta/2)\,dh$$

$$Q = 8/15\sqrt{2g}\tan(\theta/2)\,H^{5/2}$$

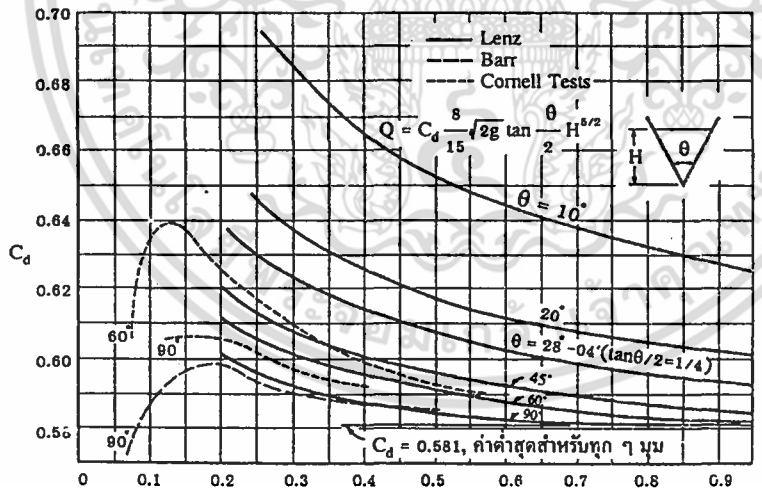
อัตราไหลที่แท้จริงจะได้ $Q = Cd\ 8/15\sqrt{2g}\tan(\theta/2)\,H^{5/2}$ .....(6)

โดยที่Cd คือสัมประสิทธิอัตราการไหล (มีค่าน้อยกว่า 1)

ถ้าหาก Cd ของแต่ละมุมθ มีค่าคงที่แล้ว ก็สามารถเขียนสมการ 6 ใหม่ได้เป็น

$$Q = KH^{5/2} \quad \text{.....(7)}$$

ค่าคงที่ K ในระบบอังกฤษ จะแตกต่างกับค่าK ในระบบเอสไอ



รูปที่ 5 สัมประสิทธิ์ C_d ของฝายรูปตัววี (ระบบอังกฤษ)

จากรูปเป็นค่า C_d ที่หาได้จากการทดลองด้วยการให้น้ำไหลผ่านฝายรูปตัววีที่มีมุม θ ตั้งแต่ 10°-90° เส้นกราฟที่เป็นเส้นทึบนั้นได้มาจากการทดลองของนาย Lenz ส่วนเส้นโค้งที่ได้จากการทดลองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัย Cornell และเส้นประขีดยาวเป็นค่า Cd ของฝายขอบคมที่มีมุม $\theta = 90^\circ$ ที่ทดลองโดยนาย Barr จะเห็นได้จากรูป ว่าที่ค่า H ต่ำกว่า 0.5 ฟุตนั้น ค่า C_d จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งนี้ก็เนื่องจากการคอดตัวของลำน้ำไม่เรียบร้อยนั้นเอง ถ้าหากค่า H ต่ำมาก จนกระทั่งลำน้ำนั้นไหลย้อยลงไปตามตัวฝายแล้วก็จะไม่ถือว่าเป็นการไหลผ่านฝาย.และจะใช้สมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

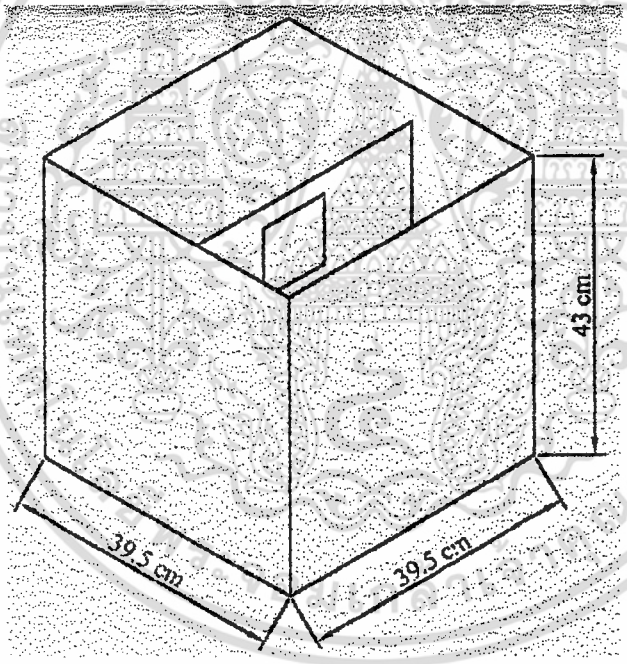
บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

เครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์ประกอบด้วย

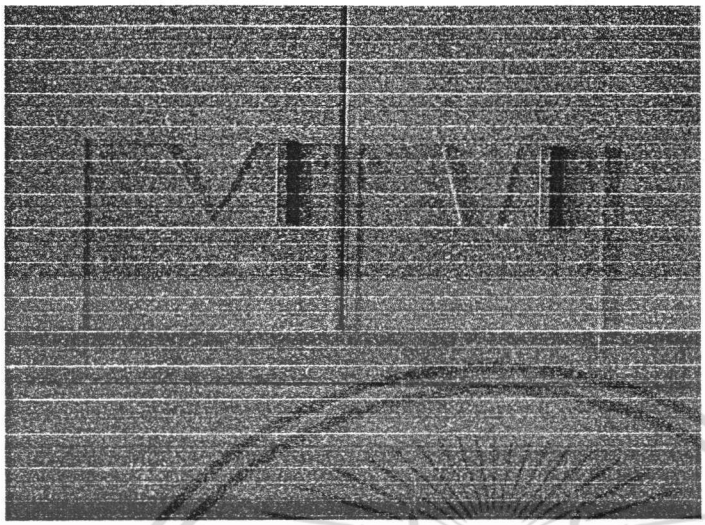
1. อ่างสเตนเลสที่มีแผ่นกั้นกลาง เจาะรูตรงกลางด้านบนของแผ่น



รูปที่ 6 อ่างสเตนเลส

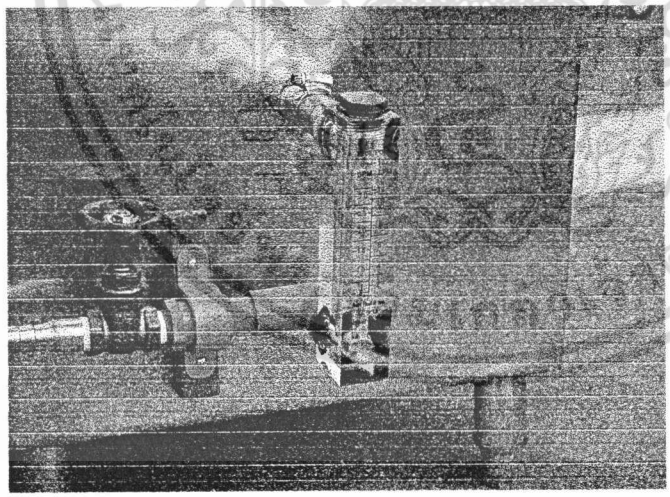
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผ่น notch ที่มีช่องบากรูปสามเหลี่ยม (triangle weir) และช่องบากรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipoletti weir)



รูปที่ 7 แผ่น notch รูป triangle weir และ cipolletti weir

3. flow meter ชนิด rotameter type S-4-102 , 0-12 LPM



รูปที่ 8 flowmeter ชนิด rotameter

4. โกลบวาล์วทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลก่อนเข้า flow meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

5.เวอร์เนียร์ทำหน้าที่วัดความสูงของระดับน้ำ

รูปที่ 9 เครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประกอบเครื่องมือ

1. ติดตั้ง flow meter ตรงจุดทางน้ำเข้า
2. ติดตั้งวาล์ว เพื่อควบคุมปริมาตรน้ำก่อนเข้า flow meter
3. ติดตั้งเวอเนียร์ที่ถังน้ำเข้า
4. เลือกแผ่น notch ที่ต้องการทดลอง แล้วติดเข้ากับรูที่แผ่นกั้นกลาง โดยใช้ น็อตยึด

วิธีการทดลอง

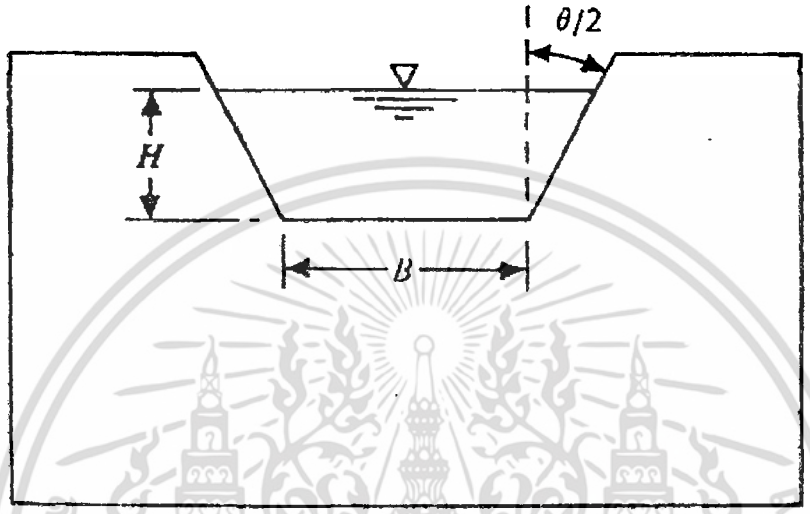
1. ติดแผ่น notch รูปแบบที่ต้องการลงบนเครื่องโดยใช้น็อตยึดให้แน่น
2. ต่อสายยางเข้ากับเครื่องเปิดน้ำเข้าเครื่อง
3. ปรับวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลให้คงที่ โดยสังเกตจาก flow meter
4. บันทึกอัตราการไหลที่วัดได้ ซึ่งในการทดลองนี้ ทำการทดลองที่อัตราการไหล 4 , 6 , 8 และ 10 litre/min
5. ปล่อยน้ำจนน้ำไหลออกจากช่อง notch วัดความสูงของน้ำจากตำแหน่งก้นรอยบากจนถึงระดับน้ำ
6. คำนวนหาค่า C_d จากอัตราการไหลที่วัดได้ โดยใช้สูตรตามรูปแบบของช่องnotch
7. เปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำแล้วทำการทดลองเหมือนข้อ 3-5 ค่า C_d ที่ได้แต่ละอัตราการไหลจะต้องมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
7. เปรียบเทียบค่า C_d ที่ได้จากการทดลองกับค่าทางทฤษฎี คำนวณหาค่าerror ของ C_d
8. เปลี่ยนแผ่น notch ใหม่ ทำการทดลองดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ใช้ในการทดลอง

notchที่มีช่องบากรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipolletti weir)

$$Q = 2/3\ C_d\ B\ \sqrt{2g}\ H^{3/2}$$



Cippoletti weir

รูปที่ 10 เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

H คือความสูงของน้ำ(m)

B คือความกว้างของช่องบาก (m)ในการทดลองใช้ความกว้าง 2 ซม.

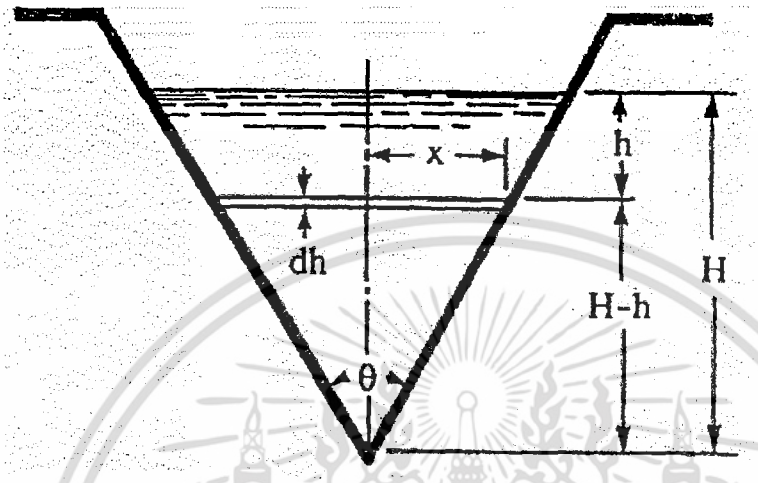
g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เท่ากับ 9.8 m/s^2

C_d คือสัมประสิทธิ์การไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>notch ที่มีรอยบากรูปสามเหลี่ยม (Triangle weir)</u>

$$Q = C_d \, 8/15 \sqrt{2g} \tan(\theta/2) H^{5/2}$$



รูปที่ 11 เวียร์รูปสามเหลี่ยม

Cd = ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหล

G = ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

$\theta = 60^{\circ}$

H = ความสูงของระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

วัดค่าความสูงของน้ำเหนือรอยบากที่อัตราการไหล 4 , 6 , 8 และ 10 litre/min โดยทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางแสดงผลการวัดระดับความสูงของน้ำเหนือรอยบาก โดยวัดที่อัตราการไหลต่างๆ

<u>เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u> (cipolletti weir)

อัตราการไหล (litre/min)	ความสูงของรอยบาก (cm)				
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5
4	1.50	1.45	1.45	1.45	1.50
6	1.90	1.90	1.85	1.85	1.85
8	2.30	2.35	2.30	2.25	2.25
10	2.60	2.65	2.65	2.60	2.55
12	2.80	2.85	2.90	2.85	2.85

<u>เวียร์รูปสามเหลี่ยม</u> (triangular weir)

อัตราการไหล (litre/min)	ความสูงของรอยบาก (cm)				
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5
4	2.20	2.15	2.25	2.20	2.20
6	2.60	2.65	2.60	2.60	2.55
8	2.95	2.95	3.0	2.90	2.95
10	3.20	3.15	3.25	3.20	3.20
12	3.40	3.40	3.45	3.40	3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่า C_d ที่คำนวณได้ทั้งหมด

เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipoletti weir)

อัตราการไหล (litre/min)	ค่า C_d ที่คำนวณได้					ค่า C_d เฉลี่ย
	C_{d1}	C_{d2}	C_{d3}	C_{d4}	C_{d5}	
4	0.61	0.647	0.647	0.647	0.61	0.63
6	0.64	0.64	0.673	0.673	0.673	0.66
8	0.647	0.627	0.647	0.669	0.669	0.652
10	0.67	0.65	0.65	0.67	0.69	0.67
12	0.723	0.7	0.68	0.7	0.7	0.712
					ค่า C_d เฉลี่ยรวม	0.66

เวียร์รูปสามเหลี่ยม (triangle weir)

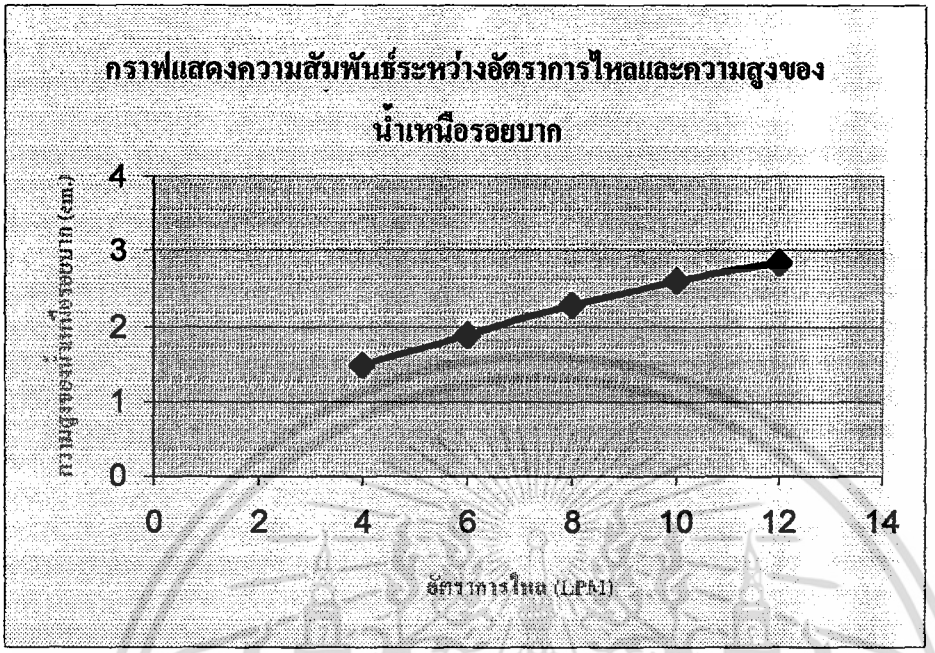
อัตราการไหล (litre/min)	ค่า C_d ที่คำนวณได้					ค่า C_d เฉลี่ย
	C_{d1}	C_{d2}	C_{d3}	C_{d4}	C_{d5}	
4	0.68	0.72	0.64	0.68	0.68	0.68
6	0.67	0.64	0.67	0.67	0.71	0.67
8	0.65	0.65	0.63	0.68	0.65	0.65
10	0.67	0.69	0.64	0.67	0.67	0.67
12	0.69	0.69	0.66	0.69	0.71	0.69
					ค่า C_d เฉลี่ยรวม	0.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96494

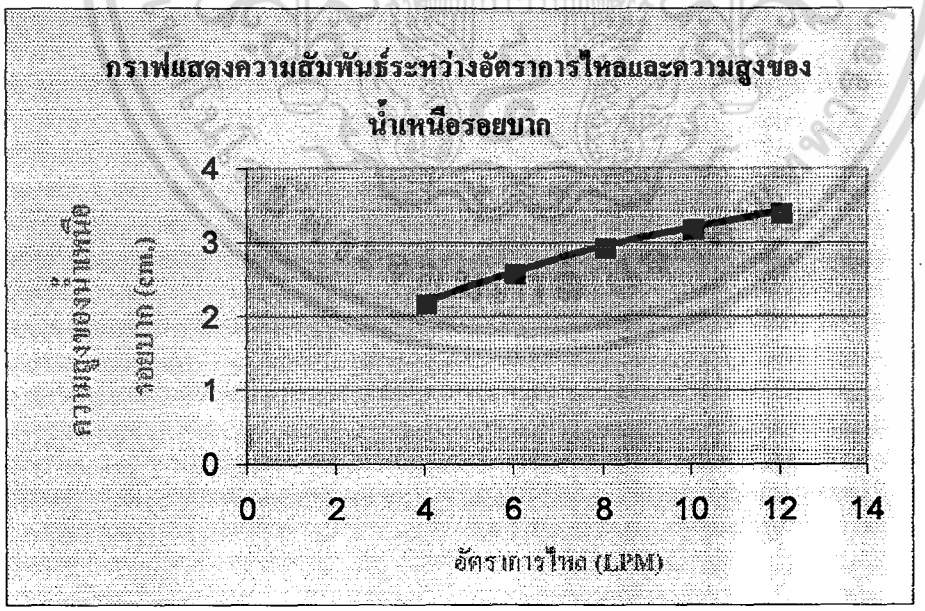
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความสูงของน้ำเหนือรอยบาก

<u>เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u>



รูปที่ 12

<u>เวียร์รูปสามเหลี่ยม</u>

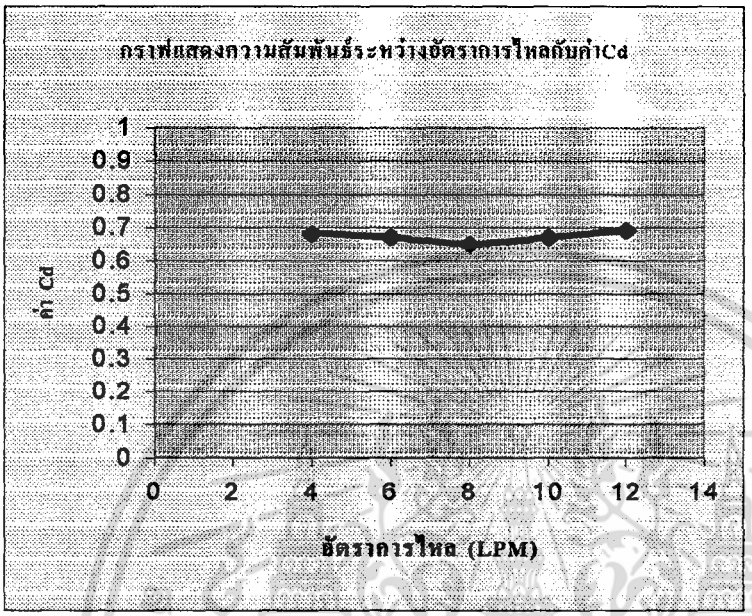


รูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

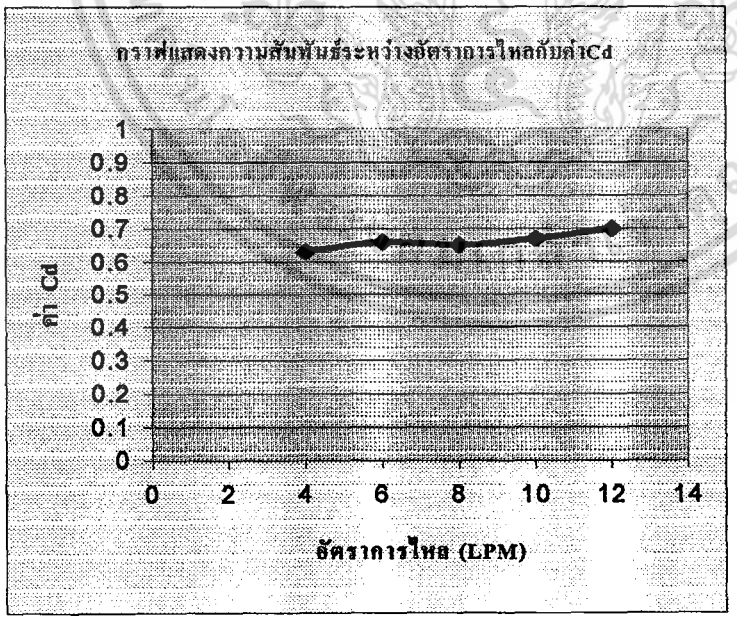
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและค่า C_d

<u>เวียร์สี่เหลี่ยมคางหมู</u>



รูปที่ 14

<u>เวียร์สามเหลี่ยม</u>



รูปที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิสูจน์ค่า C_d

เมื่อคำนวณหาค่า C_d ของเครื่องมือได้แล้ว ทำการทดลองใหม่อีกครั้งหนึ่งโดยนำค่า C_d ของเครื่องมือที่หาได้มาใช้ในการคำนวณหาอัตราการไหลจากสูตร

<u>เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u> (cipolletti weir)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Q = 2/3\ Cd\ B\ \sqrt{2g}\ H^{3/2}$$

<u>เวียร์รูปสามเหลี่ยม</u> (v-notch weir)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Q = Cd\ 8/15\ \sqrt{2g}\ \tan(\theta/2)\ H^{5/2}$$

ตารางแสดงอัตราการไหลที่คำนวณได้กับอัตราการไหลที่วัดได้จริง

<u>เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u> (cipolletti weir)

อัตราการไหลที่วัดได้จาก flow meter (LPM)	4	6	8	10	12
ความสูงของน้ำ (cm)	1.45	1.9	2.3	2.75	3
อัตราการไหล	4.08	6.12	8.15	10.06	12.15
error	2	2	1.9	0.6	1.25

ค่า error เฉลี่ย คือ 1.55%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18944

<u>เวียร์รูปสามเหลี่ยม</u> (V-notch weir)

อัตราการไหลที่วัดได้จาก flow meter (LPM)	4	6	8	10	12
ความสูงของน้ำ (cm)	2.22	2.65	2.95	3.2	3.45
อัตราการไหล	4.1	6.2	8.16	10	12.1
error	2.5	3.3	2	0	0.8

ค่า error เฉลี่ย คือ 1.72%

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการคำนวณค่า Q เพื่อเปรียบเทียบค่า Q

<u>เวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</u>

ค่า C_d ที่คำนวณได้จากทดลอง = 0.66

เมื่อนำค่า C_d ที่ได้ไปคำนวณหาค่า Q จากสูตร

$$Q = 2/3\, C_d\, B \sqrt{2g}\, H^{3/2}$$

$$= 2/3*0.66* \sqrt{2g}\, H^{3/2}$$

เมื่อนำอัตราการไหลที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดจาก flow meter พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย คือ 1.55%

<u>เวียร์รูปสามเหลี่ยม</u>

ค่า C_d ที่คำนวณได้จากทดลอง = 0.67

เมื่อนำค่า C_d ที่ได้ไปคำนวณหาค่า Q จากสูตร

$$Q = C_d\ 8/15 \sqrt{2g} \tan(\theta/2) H^{5/2}$$

$$= 0.67*8/15*\sqrt{2g} \tan(\theta/2) H^{5/2}$$

เมื่อนำอัตราการไหลที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดจาก flow meter พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย คือ 1.72%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองดังกล่าวแล้ว พบว่า

- เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น ระดับความสูงของน้ำเหนือรอยบากจะเพิ่มขึ้น
- จากค่าระดับความสูงของน้ำที่อัตราการไหลต่างๆ นำมาคำนวณค่า C_d จะได้ค่า C_d แสดงไว้ใน ตารางที่ 2
- ค่า C_d ที่คำนวณได้ที่อัตราการไหลต่างๆ จะมีค่าใกล้เคียงกัน
- ค่า C_d ของเวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipolletti weir) ที่คำนวณได้ = 0.66
  ค่า C_d ของเวียร์รูปสามเหลี่ยม(v-notch weir) ที่คำนวณได้ = 0.67
- เมื่อเปรียบเทียบค่า Q ที่คำนวณได้กับค่า Q ที่วัดได้จาก Flow meter จะได้ว่า
  ค่าความคลาดเคลื่อน(error) ของอัตราการไหลของเวียร์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (cipolletti weir) = 1.55 %
  ค่าความคลาดเคลื่อน(error) ของอัตราการไหลของเวียร์รูปสามเหลี่ยม (v-notch weir) = 1.72 %

ข้อเสนอแนะ

เครื่องวัดอัตราการไหลที่สร้างขึ้นนี้ เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์การไหล(C_d) สามารถนำมาประยุกต์ใช้วัดค่าอัตราการไหลได้โดยทดลองวัดค่าความสูงของระดับน้ำเหนือรอยบาก และนำมาคำนวณหาค่าอัตราการไหลโดยอาศัยสูตรการคำนวณดังที่กล่าวข้างต้น

หากต้องการสร้างเครื่องวัดอัตราการไหลโดยใช้เวียร์รูปร่างอื่นๆสามารถทำได้ โดยติดตั้งแผ่นเวียร์ที่มีรอยบากเป็นรูปร่างที่ต้องการ แล้วทดลองวัดหาค่าความสูงของระดับน้ำเหนือรอยบาก เมื่อทราบค่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง ก็จะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล(C_d) ของเวียร์รูปร่างนั้นได้จากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Miller, R. N. 1983. Flow Measurement Engineering Handbook. McGraw-Hill Co.

P. Acker , W.R. White , J.A. Perkins , and A.J.M. Harrison. Weirs and Flumes for flow measurement. Newyork : John Wiley & Sons.

Richard H.French. 1986. Flow Measurement. McGraw-Hill Company.

กีรติ ลีวจนกุล . 2528 . ชลศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

กีรติ ลีวจนกุล . 2528 . วิศวกรรมชลศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต.

ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา , ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาลและพงศ์ศักดิ์ เสริมสาธนสวัสดิ์ . 2524 . การทดลองทางชลศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมสัตว์น้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

นางสาว กมลรัตน์ อภิมหามนตรี เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2524 ณ.กรุงเทพมหานคร ประวัติทางการศึกษา จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ณ.โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปัจจุบันกำลังศึกษา ณ.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร ชั้นปีที่4

นางสาว อมรรัตน์ ทูลขุนทด เกิดเมื่อวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2524 ณ.กรุงเทพมหานคร ประวัติทางการศึกษา จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ณ.โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัจจุบันกำลังศึกษา ณ.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร ชั้นปีที่4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้