ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ	วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การสอบเทียบอาคารชลประทานโดยแบบจำลองพลศาสตร์

Irrigation Structure Calibration by Computational Fluid Dynamics (CFD)

นามผู้วิจัย นายชัยรัตน์ สีด้วง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี, M.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์จิระวัฒน์ กณะสุต, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภาพร เปี่ยมสง่า, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสอบเทียบอาคารชลประทานโดยแบบจำลองพลศาสตร์

Irrigation Structure Calibration by Computational Fluid Dynamics (CFD)

โดย

นายชัยรัตน์ สีด้วง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยรัตน์ สีด้วง 2557: การสอบเทียบอาคารชลประทานโดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี, M.Eng. 118 หน้า

ประสิทธิภาพของอาคารชลประทานที่ลดลงตามสภาพการใช้งาน ประกอบกับการบริหารจัดการอาคารทางด้านท้ายน้ำปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ ส่วนมากแล้วทำให้การไหลในระบบชลประทานเป็นแบบน้ำท่วมท้ายบานประตู (Submerged Flow) ทำให้การคำนวณอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทานไม่ถูกต้อง ซึ่งมีผลกระทบต่อการวางแผนบริหารจัดการน้ำในภาพรวมเป็นอย่างยิ่ง ประกอบกับการวัดอัตราการไหลในภาคสนามต้องใช้บุคลากร ยานพาหนะ เวลา และงบประมาณในการดำเนินการค่อนข้างสูง รายงานการศึกษาวิจัยฉบับนี้จึงได้ใช้ผลการวัดอัตราการไหลในสนามมาปรับเทียบ (Calibration) แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) และแบบจำลองพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamic, CFD) ของประตูระบายโคกกระเทียมแบบบานโค้ง (Radial Gate) และทำการสอบทาน (Verification) แบบจำลอง ซึ่งอัตราการไหลที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนกับอัตราการไหลที่วัดในสนามน้อยมาก (1.91%) และได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของประตูระบายพระนารายณ์แบบบานตรง(Sluice Gate) ซึ่งอัตราการไหลที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนกับอัตราการไหลที่วัดในสนามน้อยมาก (1.75%) เช่นเดียวกัน จากนั้นใช้แบบจำลอง CFD คำนวณอัตราการไหลที่สถานการณ์ต่างๆ แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า h_s/G_Oกับ C_s ของสมการคำนวณอัตราการไหลแบบ Submerged Flow ($Q = C_s L h_s \sqrt{2g\Delta H}$) ได้เป็นอย่างดี จึงเสนอแนะให้ใช้แบบจำลอง CFD ช่วยในการสอบเทียบอาคารชลประทาน(Structure Calibration) โดยลดจำนวนครั้งในการวัดอัตราการไหลเพื่อการสอบเทียบลงใช้อัตราการไหลเท่าที่จำเป็นสำหรับการปรับเทียบและสอบทานแบบจำลอง CFD เท่านั้น เพื่อลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน

ในการศึกษานี้ได้นำหลักการคำนวณการไหลทางด้านชลศาสตร์ หรือที่เรียกว่า Computation Fluid Dynamics (CFD) มาใช้ในการทดสอบ ซึ่งหลักการคำนวณการไหลดังกล่าวเป็นการทำงานแบบวนรอบเข้าใกล้ค่าที่กำหนด (ค่าระดับน้ำที่เก็บในแต่ละวัน) โดยการตั้งค่าโปรแกรม และให้โปรแกรมวิเคราะห์ผลออกมา โดยที่ผลการวิเคราะห์จะแสดงค่าในลักษณะรูปแบบการไหลของน้ำผ่านอาคารชลประทาน ในแบบสามมิติ ด้วยกระบวนการเทคนิคเชิงตัวเลข โดยการใช้โปรแกรม 2 ส่วน คือ โปรแกรม Gambit ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณโครงสร้างเชิงตาข่าย ร่วมกับโปรแกรม Fluent ซึ่งเป็นโปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณที่สามารถคำนวณการไหลของของไหลได้ ทั้งการไหลแบบราบเรียบ และการไหลแบบปั่นป่วน

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chairat Seeduang 2014: Irrigation Structure Calibration by Computational Fluid Dynamics (CFD). Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor:
Associate Professor Chaiwat Kayankarnnavy, M.Eng. 118 pages.

The lower efficiency of irrigation structure has effect to the overall of water management. Flow of irrigation system is submerged flow. Moreover, the irrigation structure calibration in the past requires many men, lots of vehicles, much time, and high cost. This study used measured discharge field data for calibration in physical model, Computational Fluid Dynamic (CFD) model of Kokathiam Regulator (Radial Gate) and Verification model. The results were very accurate (1.91%). Can be apply Computational Fluid Dynamic (CFD) model for Phranarayana Regulator (Sluice Gate). The results were very accurate (1.75%). Used Computational Fluid Dynamic (CFD) model calculate the discharge of various situations. Then, a graph of correlation between h_s/G_o and C_s of Submerged flow equation ($Q = C_s L h_s \sqrt{2g\Delta H}$). Summary can be using Computational Fluid Dynamic (CFD) model for structure calibration, which can reduce numbers of discharge measurement in the field in order to save time and costs.

In this study, the principle of hydraulic flow calculation, called Computation Fluid Dynamics or CFD, was applied. The CFD has functioned as a loop configuration toward the designated values, which are the daily water levels measured by Royal Irrigation Department of Thailand. The program was set initially, and then the automation analysis showed flow patterns through irrigation structures in three dimensions including the numerical process. Two programs were used in this study, consisting of Gambit and Fluent. Gambit is the program that calculates grid process, while Fluent is the computational program that calculates fluid flows both of laminar and turbulent patterns.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี ประธานกรรมการ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จิระวัฒน์ กณะสุต กรรมการวิชาเอก นายทวีศักดิ์ ธนเดโชพล ผู้อำนวยการกองแผนงาน นายทศพล วงศ์วาร หัวหน้ากลุ่มงานวิเคราะห์งบประมาณ กองแผนงาน นายราเชนทร์ ตันติวัฒน์ หัวหน้าฝ่ายวิเคราะห์และประมวลสถิติ ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคกลาง (ชัยนาท) นายสำเนา ปลื้มอารมณ์ หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม นายประสิทธิ์ ไต่ทัน หัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ นายสมเกียรติ อภิพัฒนวิศว์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า ขอขอบคุณผู้เขียนหนังสือและรายงานผลการศึกษาทุกเล่มที่ใช้ในการอ้างอิง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทานทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อมูล ตลอดจนเพื่อนนิสิต และเจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนในการทำการศึกษาด้วยดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณนายสุชิน สีด้วง บิดา นางฉลวย สีด้วง มารดา และบุคคลผู้ใกล้ชิดของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

ชัยรัตน์ สีด้วง

กรกฎาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	34
ผล	34
วิจารณ์	91
สรุปและข้อเสนอแนะ	93
สรุป	93
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	97
ภาคผนวก ก ข้อมูลประตูระบายน้ำโคกกระเทียม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม	98
ภาคผนวก ข ข้อมูลประตูระบายน้ำพระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้	103
ภาคผนวก ค ภาพแบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม กรมชลประทาน ปากเกร็ด	110
ภาคผนวก ง เครื่องตรวจวัดปริมาณการไหลในลำน้ำ	114
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	118

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สัดส่วนของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา	7
2	ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา	9
3	สัดส่วนของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำป่าสัก	12
4	ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก	13
5	แสดงการวัดอัตราการไหล ปตร.โคกกระเทียม	23
6	แสดงการวัดอัตราการไหล ปตร.พระนารายณ์	26
7	แสดงผลการทดสอบแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม	35
8	แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม	39
9	แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม (Calibration)	51
10	แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Calibration)	58
11	แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม (Verification)	69
12	แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Verification)	82
13	แสดงการคำนวณการหาค่า C_s ของปตร.โคกกระเทียมโดย CFD	84
14	แสดงการคำนวณการหาค่า C_s ของปตร.พระนารายณ์โดย CFD	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	6
2	แผนภาพสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก	11
3	ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม	15
4	ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้	16
5	ภาพฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมหรือรูปตัววี (triangular weir or V-shape weir)	17
6	ภาพแสดงการไหลของน้ำแบบ Submerged Flow เมื่อน้ำท่วมท้ายบานประตู	18
7	ตำแหน่งประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม)	22
8	ตำแหน่งประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้)	25
9	แสดงปตร.โคกกระเทียม จากโปรแกรม SolidWorks	29
10	แสดงการ Mesh ปตร.โคกกระทียม โดยใช้โปรแกรม Gambit	29
11	แสดงการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent ของปตร.โคกกระเทียม	30
12	แสดงแบบปตร.พระนารายณ์ จากโปรแกรม SolidWorks	31
13	แสดงการ Mesh ปตร.พระนารายณ์ โดยใช้โปรแกรม Gambit	31
14	แสดงการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent ของปตร.พระนารายณ์	32
15	ภาพแสดงแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม กรมชลประทาน ปากเกร็ด (1:40)	33
16	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองทางกายภาพ ปตร. โคกกระเทียม	40
17	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบาประตูน้ำ 0.60 เมตร	41
18	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร	42
19	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร	42
20	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	43
21	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	44
23	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร	45
24	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร	46
25	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร	46
26	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร	47
27	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร	48
28	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร	48
29	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร	49
30	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร	50
31	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร	50
32	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร. โคกกระเทียม (Calibration)	52
33	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร	53
34	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร	53
35	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร	54
36	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	54
37	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	55
38	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	55
39	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	56
40	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	57
41	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร	57
42	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองทางกายภาพ ปตร. พระนารายณ์ (Calibration)	59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
43	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร	60
44	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร	60
45	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร	61
46	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	62
47	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	63
48	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร	64
49	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร	65
50	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร	66
51	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร	66
52	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร	67
53	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร	68
54	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร	68
55	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ปตร. โคกกระเทียม (Verification)	70
56	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร	71
57	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร	71
58	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร	72
59	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร	72
60	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร	73
61	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร	73
62	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร	74
63	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร	75
64	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร	75
65	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
66	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร	77
67	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร	77
68	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร	78
69	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร	79
70	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร	79
71	แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร	80
72	แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร	81
73	แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร	81
74	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Verification)	83
75	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม	85
76	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	86
77	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์	89
78	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	แบบประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	101
ก2	แบบตัดขวางประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	101
ก3	ประตูระบายน้ำโคกกระเทียมด้านเหนือน้ำ	102
ก4	บานประตูระบายน้ำโคกกระเทียม ด้านท้ายน้ำ	102
ข1	แบบประตูระบายน้ำพระนารายณ์	106
ข2	แบบบานประตูระบายน้ำพระนารายณ์	107
ข3	ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ด้านท้ายน้ำ	107
ข4	ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ด้านเหนือน้ำ	108
ข5	ชุดเครื่องกว้านประตูระบายน้ำพระนารายณ์	108
ข6	บานประตูระบายน้ำพระนารายณ์ด้านเหนือน้ำ	109
ค1	แบบจำลองบานประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	111
ค2	ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมที่แบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	112
ค3	การปรับระดับบานของแบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	112
ค4	เครื่องมือวัดระดับน้ำของแบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	113
ค5	แบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม	113
ง1	เครื่องวัดกระแสน้ำ แบบใบพัด ชนิดแกนนอน	117

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสอบเทียบอาคารชลประทานโดยแบบจำลองพลศาสตร์

Irrigation Structure Calibration by Computational Fluid Dynamics (CFD)

คำนำ

ในปัจจุบันพบว่า การวัดอัตราการไหล (Q) ของประตูระบายน้ำในลำน้ำสายต่างๆและในระบบชลประทานนั้น สามารถทำได้แต่เสียค่าใช้จ่ายและเวลามาก เนื่องจากต้องใช้บุคลากรและพาหนะมาก หากจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นที่น่าเชื่อถือนั้นจะต้องทำการวัดน้ำหลายครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูง โปรแกรมการคำนวณจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำและในลำน้ำ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการมากขึ้น โดยสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดได้ (ใช้ค่าที่ตรวจวัดในสนามมาปรับเทียบแบบจำลอง) แล้วนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ทางด้านชลศาสตร์ ซึ่งต่อไปเมื่อรู้ค่าการเปิด-ปิดบานประตู ระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ ก็สามารถใช้กราฟที่สร้างขึ้นหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลและนำมาคำนวณหาอัตราการไหลได้โดยไม่ต้องไปวัดในสนาม

เทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นมาอย่างมากมายให้คนเราได้สามารถเลือกใช้และนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากมาย ซึ่งจะมีวิธีการใช้การทำที่หลายๆคนต้องศึกษาทำความเข้าใจ ในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่มีอยู่ในด้านทัพยากรน้ำ ไม่ว่าจะเป็น น้ำท่วม น้ำแล้ง การใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดโปรแกรมต่างๆจะทำการวิเคราะห์หลักการไหลทางชลศาสตร์ออกมาเพื่อให้เราได้วิเคราะห์การไหลของน้ำในแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการไหลของน้ำผ่านประตูน้ำ การไหลของน้ำผ่านกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ในที่นี้จะเสนอการใช้โปรแกรมเพื่อแสดงการไหลของน้ำผ่านประตูน้ำโดยใช้หลักการคำนวณทางด้านน้ำ

หลักการคำนวณการไหลทางด้านชลศาสตร์เรียกว่า CFD (Computation Fluid Dynamics) การทำงานของโปรแกรมเป็นการทำงานแบบวนรอบเข้าใกล้ค่าที่กำหนด (ค่าระดับน้ำในแต่ละวันจากข้อมูลกรมชลประทาน)โดยการตั้งค่าในโปรแกรมและให้ตัวโปรแกรมวิเคราะห์ผลออกมาให้มีการแสดงค่าในลักษณะรูปแบบการไหล (flow patterns) ของน้ำผ่านประตูน้ำ ซึ่งเป็นการศึกษาในรูปแบบสามมิติ ด้วยกระบวนการเทคนิคเชิงตัวเลข โดยการใช้โปรแกรมสองส่วนคือ Gambit เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรแกรมใช้คำนวณโครงสร้างเชิงตาข่าย และโปรแกรม Fluent เป็นโปรแกรมพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่สามารถคำนวณการไหลของของไหลได้ ทั้งแบบราบเรียบ(laminar flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow) ซึ่งสามารถนำมาใช้กับปัญหาทางวิศวกรรมทรัพยากรน้ำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการวัดอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2. เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบาย บานโค้ง และบานตรง กรณีน้ำท่วมท้ายบานประตู (Submerged Flow) เมื่อเปิดบานประตูในระดับต่างๆ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบ CFD

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษา วิเคราะห์ อัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบาย กรณีน้ำท่วมท้ายบานประตู (Submerged Flow) ของบานโค้ง (Radial or Tainter Gate) ที่ ปตร.โคกกระเทียม (Kokathiam Regulator) และแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม ที่ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ปากเกร็ด เมื่อเปิดบานประตูในระดับต่างๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเทคนิคการวิเคราะห์แบบ CFD

2. ศึกษาอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบายกรณีน้ำท่วมท้ายบานประตู (Submerged Flow) ของบานตรง (Sluice Gate) ที่ ปตร.พระนารายณ์ (Phranarayana Regulator) เมื่อเปิดบานประตูในระดับต่างๆ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบ CFD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

พื้นที่ศึกษา

1. ลักษณะโดยทั่วไปของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

1.1 สภาพภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ พื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,125 ตารางกิโลเมตร (ไม่รวมลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน สะแกกรัง ป่าสัก และท่าจีน)

แม่น้ำเจ้าพระยามีจุดกำเนิดอยู่ที่ปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์ ไหลจากทิศเหนือลงสู่อ่าวไทย ผ่านที่ราบภาคกลาง สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดลพบุรีของลุ่ม น้ำเจ้าพระยา เป็นที่ราบสูง มีเนินเขาเตี้ย ๆ เป็นสันกั้นน้ำระหว่างลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางตอนล่างลงมาซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา จะเป็นที่ราบลาดเขาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลในเขตจังหวัดสมุทรปราการ สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนบนเป็นที่ราบและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่ม ซึ่งมีเขตติดต่อกับลุ่มน้ำท่าจีนลาดลงไปจรดชายฝั่งทะเล

ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีแม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีแม่น้ำสะแกกรังไหลมาบรรจบเหนือเขื่อนเจ้าพระยา ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่

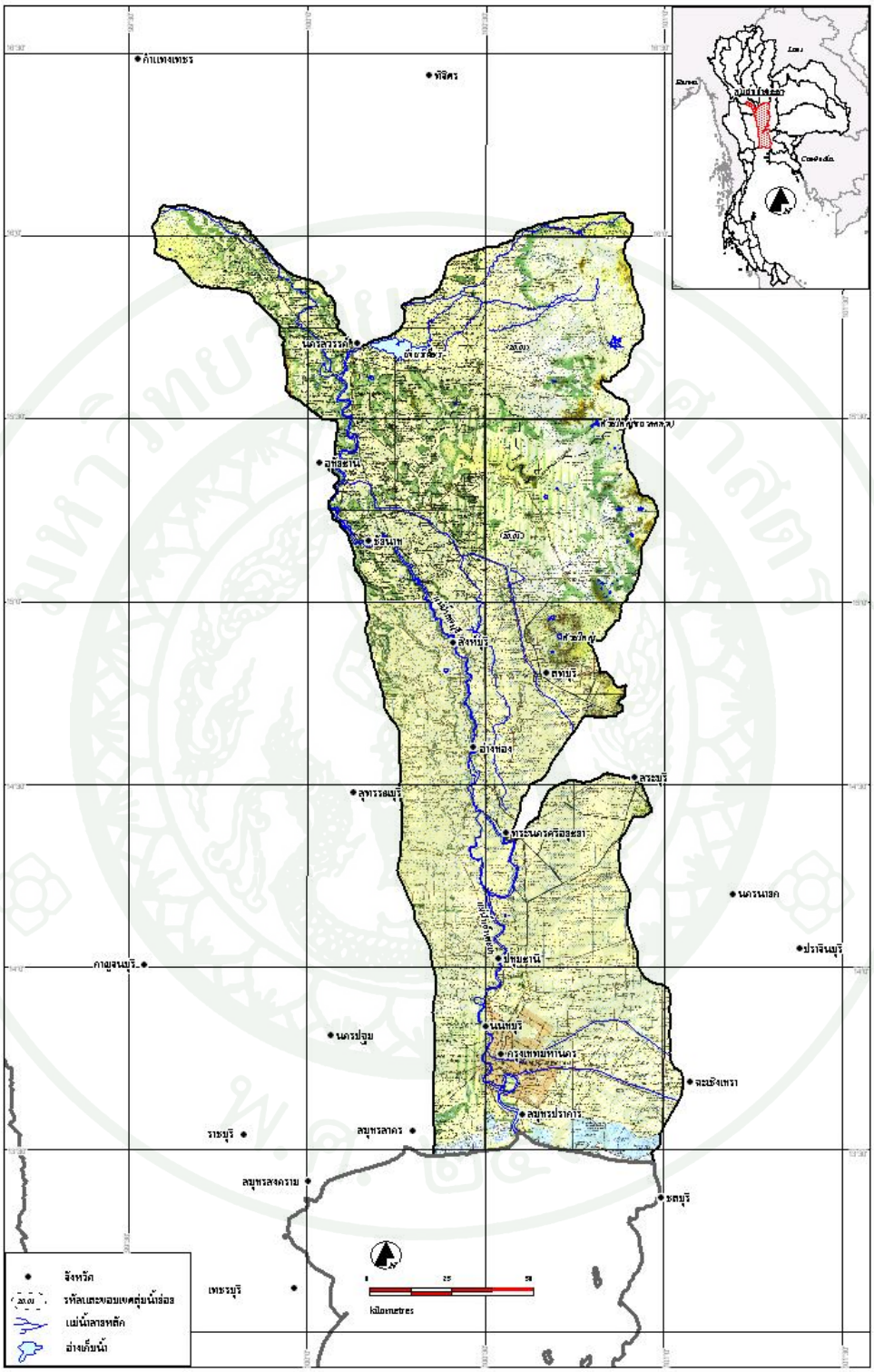
แม่น้ำน้อย แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดชัยนาท แล้วไหลกลับเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้งที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แม่น้ำสุพรรณบุรี แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาและไหลขนานคู่กันไปจนออกสู่อ่าวไทย มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไปตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ คลองมะขามเฒ่า แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำนครชัยศรี และแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลองบางแก้ว เป็นคลองสายสั้น ๆ แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดอ่างทอง แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำลพบุรี ซึ่งแยกออกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดสิงห์บุรีเช่นกัน โดยจุดบรรจบอยู่ในเขตอำเภอมหาราช จังหวัดอ่างทอง รายละเอียดดังรูปภาพที่ 1 และตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 แผนภาพสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ที่มา : กรมชลประทาน (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 สัดส่วนของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด	พื้นที่ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา		ร้อยละของ	ร้อยละของพื้นที่
	ตร.กม.	ตร.กม.	ไร่	พื้นที่จังหวัด	ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา
กรุงเทพมหานคร	1,573.52	1,112.14	695,086	70.68	5.42
กำแพงเพชร	8,541.34	699.26	437,039	8,019.00	3.41
ชัยนาท	2,500.40	853.67	533,546	34.14	4.16
นครนายก	2,141.67	216.67	135,416	10.12	1.06
นครปฐม	2,124.82	26.27	16,420	1.24	0.13
นครสวรรค์	9,567.04	6,292.77	3,932,984	65.78	30.66
นนทบุรี	637.06	633.81	396,133	99.49	3.09
ปทุมธานี	1,517.06	1,165.59	728,493	76.83	5.68
พระนครศรีอยุธยา	2,557.82	2,359.16	1,474,474	92.23	11.49
พิจิตร	4,341.96	159.81	99,883	3.68	0.78
เพชรบูรณ์	12,348.59	747.94	467,465	6.06	3.64
ลพบุรี	6,502.35	3,360.39	2,100,244	51.68	16.37
สมุทรปราการ	953.86	424.24	266,336	44.51	20.70
สมุทรสาคร	858.00	20.86	13,039	2.43	0.10
สระบุรี	3,492.18	867.34	542,087	24.84	4.23
สิงห์บุรี	830.68	821.42	513,388	98.89	4.00
สุพรรณบุรี	5,426.34	13.99	8,745	0.26	0.07
อ่างทอง	952.70	732.69	457,928	76.91	3.57
อุทัยธานี	6,621.64	15.09	9,429	0.23	0.07
รวม		20,523.11	12,828,135		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 – 1,600 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,083.8 มิลลิเมตร เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 957.0 มิลลิเมตร (คิดเป็นร้อยละ 88.30) ของปริมาณฝนทั้งปี

1.3 สภาพน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย 1,731.8 ล้านลูกบาศก์เมตร แยกเป็น ปริมาณน้ำท่าฤดูฝน 1,657.0 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 95.68) ปริมาณน้ำท่าฤดูแล้ง 74.8 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 4.32) ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน 2.73 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
ปริมาณน้ำ	1.7	42.4	20.7	22.4	91.4	871.7	608.4	37.5	17.8	13.4	3.6	0.8	1,657.00	74.8	1,731.80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ลักษณะโดยทั่วไปของลุ่มน้ำป่าสัก

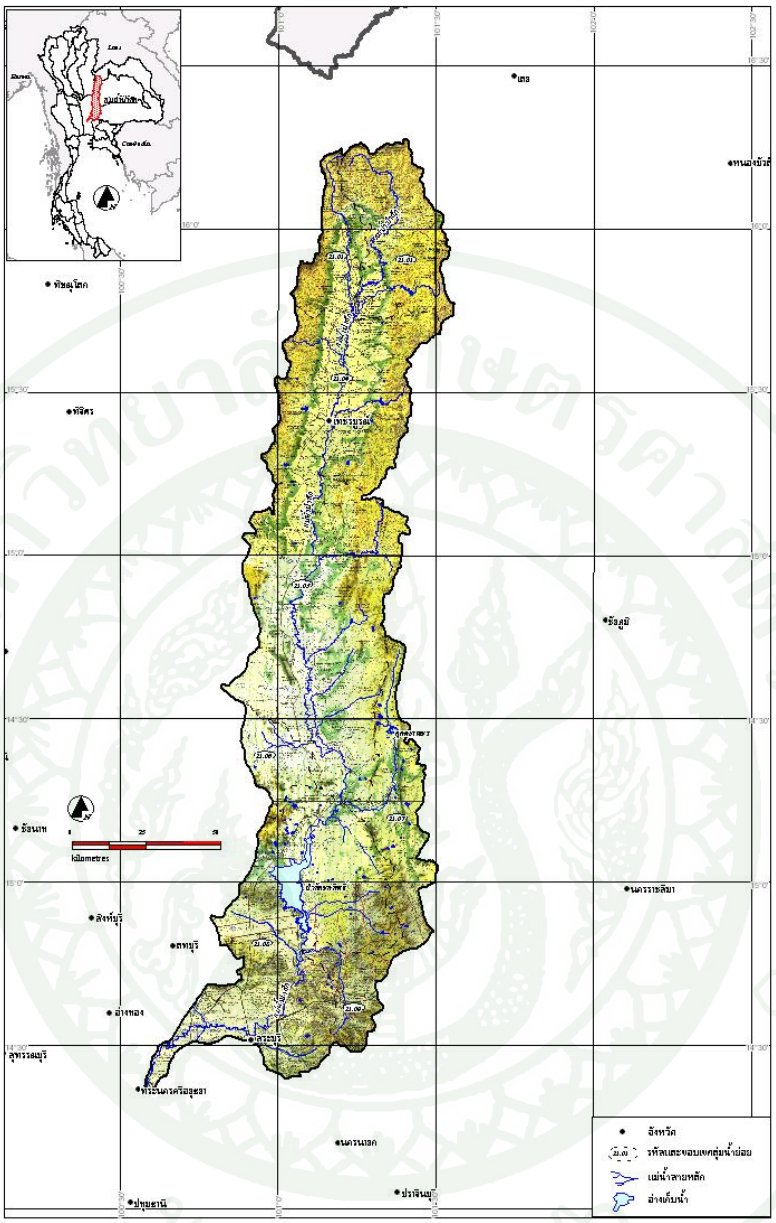
2.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำป่าสัก ตอนบนจะเป็นบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นเทือกเขาสูงล้อมบริเวณด้านเหนือ ด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของจังหวัดเพชรบูรณ์ และมีพื้นที่ราบอยู่ตอนกลาง มีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 1:1,400 จากทิศเหนือลงไปทิศใต้ พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 110-115 เมตร ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนกลางมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบสลับเนินเขาและภูเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 45-60 เมตร ลาดเทลงมาทางทิศใต้ โดยพื้นที่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบสลับเนินเขา ส่วนพื้นที่ทางทิศตะวันออกยังคงเป็นเทือกเขาและภูเขาสลับเนินเขา ครอบคลุมบริเวณตอนล่างของจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่จังหวัดลพบุรี สระบุรี ชัยภูมิ และนครราชสีมาบางส่วน

ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง บริเวณด้านตะวันออกตอนล่างและตะวันออกเฉียงใต้จะเป็นแนวเทือกเขาดงพญาเย็น เขาสามหลั่น ต่อเนื่องถึงอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 5-30 เมตร ความลาดชันเฉลี่ยตามแนวลำน้ำป่าสักประมาณ 1:7,000 ครอบคลุมบริเวณบางส่วนของจังหวัดสระบุรี นครราชสีมา และจังหวัดนครศรีอยุธยา

แม่น้ำป่าสักเป็นแม่น้ำสายหลัก มีต้นน้ำอยู่บริเวณเทือกเขาตอนบนในเขตจังหวัดเลย ไหลจากทิศเหนือลงสู่ทางใต้ โดยไหลผ่านพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี ลงเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และ ไหลผ่านจังหวัดสระบุรี สู่เขื่อนทดน้ำพระราม 6 และไหลบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดพระนครศรี-อยุธยา รวมความยาวทั้งสิ้นประมาณ 700 กิโลเมตร มีลำน้ำสาขาแยกไปทางตะวันตกและตะวันออก แต่ลำน้ำสาขาส่วนใหญ่จะสั้นและพื้นที่รับน้ำมีขนาดเล็ก ลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ ห้วยน้ำพุง ห้วยป่าแดง ห้วยขอนแก่น ลำกง ห้วยเกาะแก้ว ลำสนธิ ห้วยมวกเหล็ก เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 แผนภาพสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

ที่มา : กรมชลประทาน (2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 สัดส่วนของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำป่าสัก

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด	พื้นที่ในเขตลุ่มน้ำป่าสัก		ร้อยละของ	ร้อยละของพื้นที่
	(ตร.กม.)	(ตร.กม.)	(ไร่)	พื้นที่จังหวัด	ในลุ่มน้ำป่าสัก
เลย	10,473.34	458.90	286,811	4.38	2.94
เพชรบูรณ์	12,348.59	8,493.38	5,308,364	68.78	54.35
ชัยภูมิ	12,654.35	191.80	119,875	1.52	1.23
สระบุรี	3,492.18	2,440.35	1,525,216	69.38	15.62
ลพบุรี	6,502.35	3,139.78	1,962,360	48.29	20.09
นครราชสีมา	20,787.92	760.60	475,378	3.66	4.87
พระนครศรีอยุธยา	2,557.82	141.06	88,163	5.51	0.90
รวม		15,625.87	9,766,167		100.00

2.2 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 – 1,800 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,213.2 มิลลิเมตร เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,058.8 มิลลิเมตร (คิดเป็นร้อยละ 87.28) ของปริมาณฝนทั้งปี

2.3 สภาพน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย 2,897.3 ล้านลูกบาศก์เมตร แยกเป็น ปริมาณน้ำท่าฤดูฝน 2,519.1 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 86.94) ปริมาณน้ำท่าฤดูแล้ง 378.2 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 13.06) ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน 5.64 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
ปริมาณน้ำ	38.2	106.3	180.2	244.3	502.7	928.3	557.2	145.5	76.8	50.7	33.6	33.4	2,519.10	378.2	2,897.30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม เป็นประตูระบายน้ำชนิดบานโค้ง ตั้งอยู่ที่ กม.86+107 ของคลองชัยนาท-ป่าสัก (คลองอนุศาสนนันทน์) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตำบลเขาพระงาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สร้างขึ้นเพื่อกักน้ำจากคลองชัยนาท-ป่าสัก เพื่อช่วยเหลือเกษตรกร ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม ซึ่งมีพื้นที่ในความรับผิดชอบจำนวน 228,300 ไร่

ข้อมูลทางกายภาพของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร : ปตร.โคกกระเทียม
- โครงการ : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม
- ตำแหน่งที่ตั้ง : จังหวัดลพบุรี
- ลักษณะคลอง : คลองดิน

ข้อมูลอาคาร

- ประเภทบาน : บานโค้ง (Radial or Tainter Gate)
- ขนาดบานกว้าง : 6.00 เมตร
- จำนวน : 4 ช่อง
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด : 157.63 ลบ.ม./วินาที
- ระดับเก็บกักสูงสุด : +11.20 ม.รทก.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม

ประตูระบายน้ำพระนารายณ์

ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ เป็นประตูระบายน้ำชนิดบานตรง ตั้งอยู่ที่ ตำบลท่าหลวง อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สร้างขึ้นเพื่อกักน้ำจากแม่น้ำป่าสักด้านเหนือเขื่อนพระราม 6 เข้าคลองระพีพัฒน์สายใหญ่ ซึ่งมีความยาวทั้งสิ้น 32.00 กม. เพื่อช่วยพื้นที่นาในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ จำนวน 272,000 ไร่ ซึ่งอยู่ในเขตท้องที่อำเภอท่าเรือภาชี อุทัย วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา และอำเภอหนองแค หนองแซง วิหารแดง จ.สระบุรี และนอกจากนี้ยังส่งน้ำไปช่วยเหลือโครงการตอนล่างและแถบทุ่งชายทะเล ซึ่งมีเนื้อที่อีกประมาณ 1,500,000 ไร่ อีกด้วย การปิดเปิดประตูระบายแห่งนี้ เปิด-ปิดด้วยเครื่องกว้านมือหมุนโดยใช้แรงคน จำนวน 2 คน และมอเตอร์ไฟฟ้า

ข้อมูลทางกายภาพของประตูระบายน้ำพระนารายณ์

ข้อมูลระบบส่งน้ำที่ตั้งของอาคาร

- ข้อมูลทั่วไปของอาคาร : ปตร.พระนารายณ์
- โครงการ : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ตำแหน่งที่ตั้ง : จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- ลักษณะคลอง : คลองดิน

ข้อมูลอาคาร

- ประเภทบาน : บานตรง (Sluice Gate)
- ขนาดบานกว้าง : 4.20 เมตร
- จำนวน : 8 ช่อง
- ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด : 150.00 ลบ.ม./วินาที
- ระดับเก็บกักสูงสุด : +7.80 ม.รทก.

ภาพที่ 4 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้

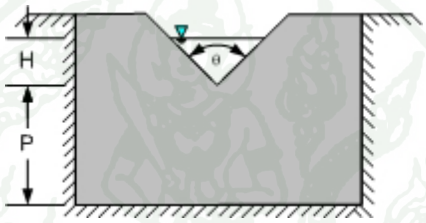
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้การวิเคราะห์ด้านชลศาสตร์

1. ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม (triangular-notch weir)

ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมจะมีรอยบากเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายตัววีดังภาพที่ 5 ซึ่งบางครั้งนิยมเรียกว่าฝายรูปตัววีโดยที่มุมบากจะมีผลต่อสัมประสิทธิ์ของสมการอัตราการไหลผ่านฝายและสามารถหาอัตราการไหลได้ดังสมการที่ (Bos, 1989)



ภาพที่ 5 ภาพฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมหรือรูปตัววี (triangular weir or V-shape weir)

ที่มา: Bos (1989)

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

เมื่อ Q คืออัตราการไหลผ่านฝาย (ม^3/วินาที)

C_d คือสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหล

θ คือมุมของฝาย

H คือระดับน้ำเหนือสันฝาย (ม.)

g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที^{2})

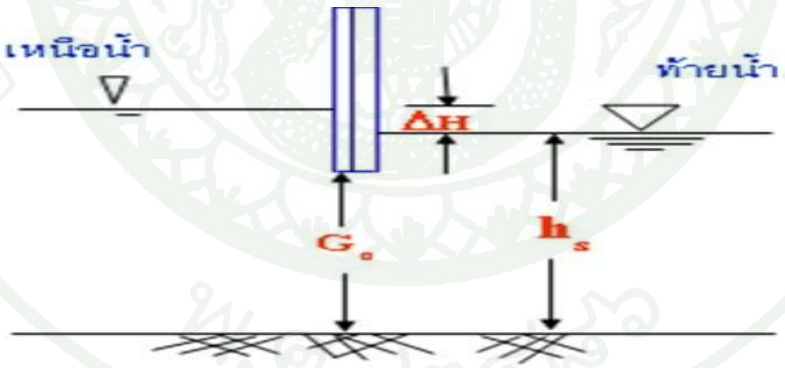
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การไหลของน้ำผ่านอาคารชลศาสตร์แบบ Submerged Flow

การคำนวณการไหลผ่านประตูระบายน้ำเมื่อท้ายน้ำเป็น Submerged Flow ซึ่งเป็นกรณีที่เกิดขึ้นทั่วไป เช่น โครงการชลประทานต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากความลาดเทของคลองส่งน้ำมีน้อย จึงทำให้การ operate อาคารที่อยู่ในคลองส่งน้ำสายเดียวกันมีผลกระทบไปถึงท้ายน้ำของอาคาร

U.S. Army Engineer Waterway Experiment Station ได้พัฒนาสูตรสำหรับคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลผ่านบานประตูระบายน้ำแบบ Submerged Flow โดยได้ดัดแปลงมาจากสูตรของ Standard Orifice

$$Q = CLG_0\sqrt{2g\Delta H}$$
$$Q(G_0/h_s) = CLG_0(G_0/h_s)\sqrt{2g\Delta H}$$
$$Q = C_sLG_0(h_s/G_0)\sqrt{2g\Delta H}$$
$$Q = C_sLh_s\sqrt{2g\Delta H}$$
$$\therefore\ C_s = \left(\frac{Q}{Lh_s\sqrt{2g\Delta H}}\right)$$



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการไหลของน้ำแบบ Submerged Flow เมื่อน้ำท่วมท้ายบานประตู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

G_0 = การเปิดบานประตู (ม.)

C_s = สัมประสิทธิ์ปริมาณน้ำเมื่อการไหลเป็น Submerged Flow

L = ความกว้างของช่องประตูระบาย (ม.)

h_s = ระดับน้ำท้ายน้ำ-ระดับน้ำธรณีประตู (ม.)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (ม./วินาที^{2})

ΔH = ผลต่างของHead ระหว่างด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ม.)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lin and Tsai. (2002) Influence of Sluice Gate Contraction Coefficient on Distinguishing Condition : ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรสำหรับสมการคำนวนหาค่าอัตราการไหลเนื่องจากบานระบายน้ำทั้งในกรณีบานจมน้ำและบานลอยพ้นน้ำ โดยนั้นขึ้นอยู่กับสมการ hydraulic jump (สำหรับกรณีบานจมน้ำ) และสมการ free flow (สำหรับกรณีบานลอยพ้นน้ำ) ซึ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์และตัวแปรนั้นมีค่าแตกต่างกันแล้วแต่กรณี

Kim and Park. (2005) Analysis of Flow Structure over Ogee-Spillway in Consideration of scale and Roughness Effects by Using CFD Model : ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์การไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้น(Ogee spillway)โดยใช้เทคนิค Computational Fluid Dynamic (CFD)

พิเชษฐ์ (2551) ได้ทำการศึกษาการคำนวณน้ำผ่านประตูระบายน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยทำการสอบทานค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำของประตูระบายน้ำหน้าเขื่อนจำนวน 7 บาน เพื่อให้ทราบค่าปริมาณน้ำที่ระบายผ่านประตูระบายน้ำอย่างถูกต้อง และ ให้การประเมินปริมาณน้ำไหลลงเขื่อนมีความถูกต้องแม่นยำ อีกทั้งยังช่วยให้การเตือนภัยน้ำท่วมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะลดการสูญเสียจากการเกิดอุทกภัยได้มาก ในปัจจุบันนี้วิทยาการได้พัฒนาไปมาก การคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ จึงใช้วิธีกระบวนการพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ในการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์โดยใช้หลักการ การวิวัฒนาการแปรเปลี่ยนตามสิ่งแวดล้อมของ Darwin ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ มีค่า 0.464 โดยมีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่ำสุดเป็น 78.65 ลบ.ม./วินาที และเทียบเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่อข้อมูล ได้เป็น 1.40 ลบ.ม./วินาที

สมเกียรติ และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งเครื่องผลักดันน้ำที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการไหลของน้ำภายใต้การผลักดันของเครื่องผลักดันน้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ 3 มิติ ซึ่งใช้ระเบียบวิธีทางตัวเลขด้านพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics, CFD) และทฤษฎีการคำนวณการไหลแบบของไหลมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป (Multiphase) ทั้งนี้ แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นการไหลของของไหลในลักษณะการไหลในช่องเปิด (Open Chanel Flow) โดยมีการไหลของของไหลสองชนิดคือ น้ำและอากาศ ภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆพบว่าตำแหน่งติดตั้งเครื่องผลักดันน้ำในทางน้ำเปิดที่เหมาะสม คือบริเวณคอคอดของลำน้ำ เนื่องจากคอคอดลำน้ำ เป็นบริเวณที่น้ำสูญเสียพลังงานมากกว่าบริเวณอื่น ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่งผลให้ปริมาณการไหลลดลงอย่างมาก ดังนั้นการผลักดันน้ำในบริเวณนี้ จึงเป็นการเพิ่มพลังงานให้กับระบบเพื่อไปชดเชยพลังงานที่สูญเสียไป ทำให้ปริมาณการไหลเพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจน และ บริเวณใต้ผิวน้ำ ทั้งนี้พบว่าการผลักดันน้ำในบริเวณผิวน้ำ ก่อให้เกิดการไหลวนของน้ำเมื่อน้ำไหลไปได้ระยะทางหนึ่งผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณการไหลไม่มากนัก ในขณะที่การผลักดันในบริเวณใต้ผิวน้ำ ช่วยให้ปริมาณการไหลเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หากผลักดันในตำแหน่งที่ลึกมาก จะได้รับอิทธิพลจากก้นท้องน้ำ ก่อให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผลระดับสูง
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Window 7 หรือสูงกว่า
3. โปรแกรม SolidWorks 2012 Gambit v2.3.16 ANSYS v13.0-FLUENT
4. แบบก่อสร้าง ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง)
5. แบบก่อสร้าง ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)
6. แบบจำลองทางกายภาพ ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม กรมชลประทาน (1:40)
7. ข้อมูลทางชลศาสตร์ ประตูระบายน้ำโคกกระเทียมและประตูระบายน้ำพระนารายณ์

วิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

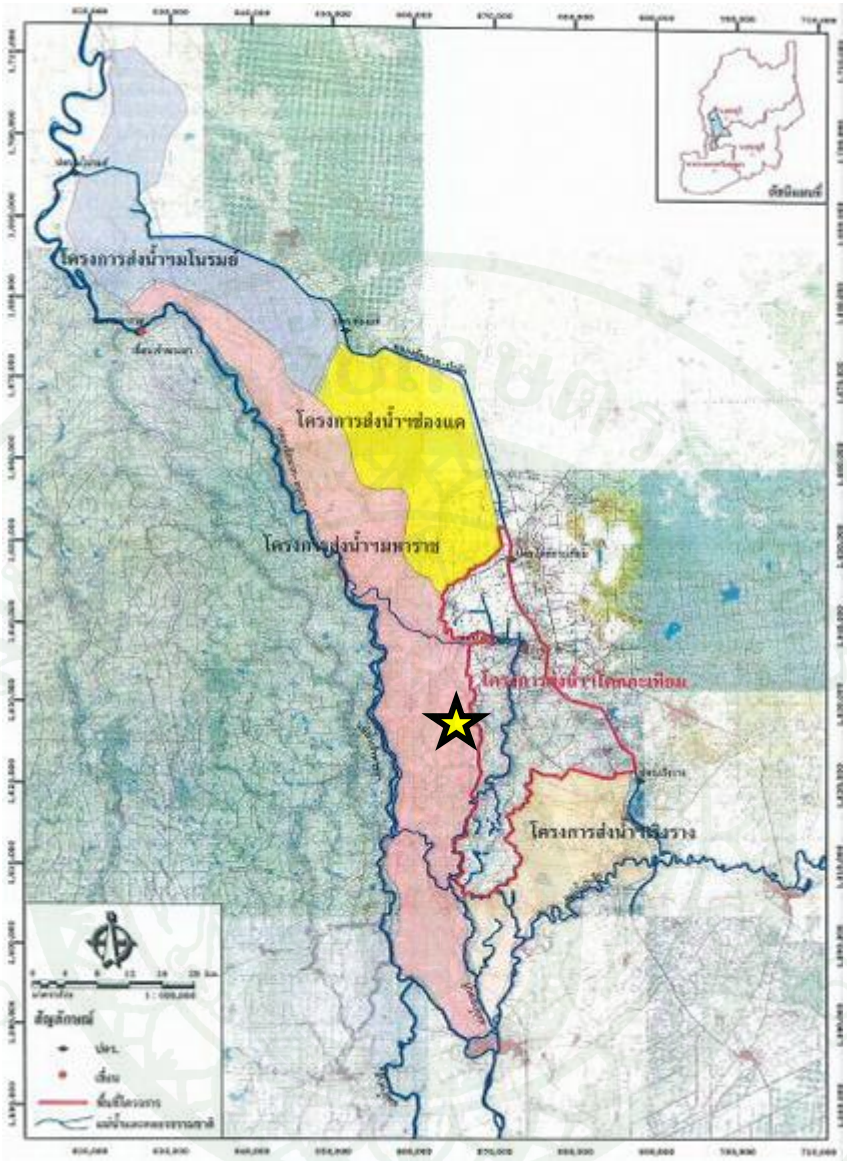
1.1 ศึกษาแบบก่อสร้างประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง) และประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)

1.2 ข้อมูลอุทกวิทยา

รวบรวมข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำและระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำซึ่งการตรวจวัดค่าอัตราการไหลของอาคารชลประทาน จำนวน 2 จุด ดังนี้

1) ค่าระดับน้ำและค่าอัตราการไหลปตร.โคกกระเทียม ตั้งอยู่ที่ กม.86+107 ของคลองชัยนาท-ป่าสัก (คลองอนุศาสนนันทน์) ตำบลเขาพระงาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 ตำแหน่งประตูระบายน้ำโคกกระเทียม
(จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 แสดงการวัดอัตราการไหล ปตร.โคกกระเทียม

ตารางแสดงการสำรวจปริมาณน้ำ สอบเทียบอาคารฯ

แม่น้ำ	ชัยนาท-ป่าสัก	โครงการ	ส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกะเทียม			สชป.	10		
ตำบล	เขาพระงาม		โคกกะเทียม			จังหวัด	ลพบุรี		
ระดับธรณีประตู	+ 6.771	ม.	ระดับ เป็น เมตร (M.S.L.)						
บานกว้าง	6.00	ม.	จำนวน	4	บาน				

ที่	วันที่	ระดับน้ำ		เวลาทำการ	ยกบาน	ปริมาณน้ำ	ความกว้าง	เนื้อที่รูปตัด	ความเร็ว	ปริมาณน้ำ
		เหนือ	ท้าย	สำรวจ	ม. X บาน	โครงการ	ผิวน้ำ ม.	ตร.ม.	เฉลี่ย ม./วิ.	ลบ.ม./วิ.
1	18 มิ.ย. 56	10.37	8.80	12.55-13.30	0.30 X 4		50.80	100.430	0.305	30.604
2	18 มิ.ย. 56	10.12	9.09	14.05-14.25	0.80 X 4		46.90	167.250	0.436	72.949
3	18 มิ.ย. 56	11.14	9.80	14.35-15.05	1.00 X 4		55.00	151.380	0.603	91.318
4	18 มิ.ย. 56	10.96	10.01	15.35-16.10	1.50 X 4		55.60	161.74	0.737	119.239
5	18 มิ.ย. 56	10.73	10.23	16.45-17.15	2.00 X 4		56.40	172.515	0.751	129.630
6	19 มิ.ย. 56	11.71	9.84	10.45-11.16	0.60x4		49.92	147.40	0.414	61.078
7	19 มิ.ย. 56	11.50	10.98	11.33-12.00	2.20x4		56.14	202.10	0.702	141.837

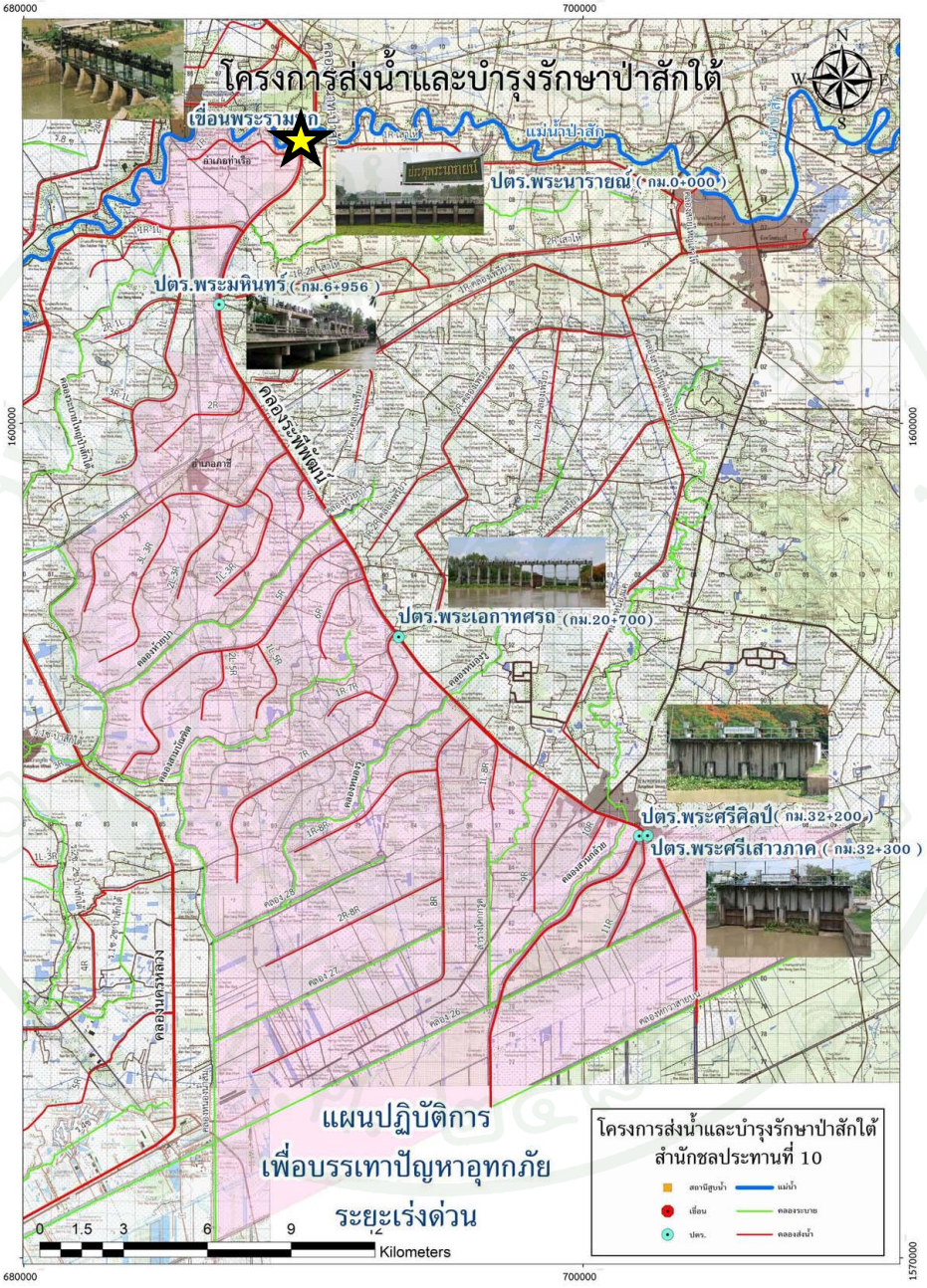
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ที่	วันที่	ระดับน้ำ		เวลาทำการ	ยกบาน	ปริมาณน้ำ	ความกว้าง	เนื้อที่รูปตัด	ความเร็ว	ปริมาณน้ำ
		เหนือ	สำรวจ	สำรวจ	ม. X บาน	โครงการ	ผิวน้ำ ม.	ตร.ม.	เฉลี่ย ม./วิ.	ลบ.ม./วิ.
8	19 มิ.ย. 56	11.49	10.97	14.00-14.40	2.40x4		55.43	201.40	0.760	153.034
9	19 มิ.ย. 56	11.43	10.99	14.50-15.33	2.60x4		57.45	204.60	0.749	153.288

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) ค่าระดับน้ำและค่าอัตราการไหล ปตร.พระนารายณ์ ตั้งอยู่ที่ ตำบลท่าหลวง อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้



ภาพที่ 8 ตำแหน่งประตูระบายน้ำพระนารายณ์
(จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แสดงการวัดอัตราการไหล ปตร.พระนารายณ์

การสำรวจน้ำ ปตร.พระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้				
ระดับธรณีประตู	4.2 ม.รทก.			
ขนาดประตู	กว้าง 4.2 ม.		สูง 3.56 ม.	
ลำดับที่	ระดับ		ระยะเปิด /ม.	ปริมาณน้ำ ผ่าน ม.3/วิ.
	เหนือ	ท้าย		
1	6.20	5.90	0.50x8	39.90
2	6.18	5.92	0.60x8	41.96
3	6.21	5.98	0.65x8	43.10
4	6.24	6.06	0.75x8	45.18
5	6.00	5.87	0.80x8	45.67
6	6.13	6.01	0.85x8	46.18
7	6.19	6.06	0.95x8	51.70
8	6.33	6.21	1.10x8	54.00
9	6.26	6.21	1.50x8	60.38

2. การปรับเทียบค่า (Calibration)

การจำลองสภาพของปตร.โคกกระเทียม และปตร.พระนารายณ์ พารามิเตอร์เฉพาะถิ่นต่างๆ ที่ใช้ในแบบจำลองแต่ละส่วน จะเป็นค่าที่ไม่ทราบค่าแน่นอน นอกจากจะทำ การวัดจริงในสนาม ในเบื้องต้นจึงใช้ค่าพารามิเตอร์เฉพาะถิ่นตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้กำหนดค่าพารามิเตอร์เฉพาะถิ่นเอาไว้ ที่คำนวณได้จากแบบจำลองกับข้อมูลจากการวัดจริงในสนามโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ของปตร.โคกกระเทียม และปตร.พระนารายณ์ เช่น ข้อมูลทางกายภาพ ข้อมูลทางชลศาสตร์ และข้อมูลการวัดน้ำในสนาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

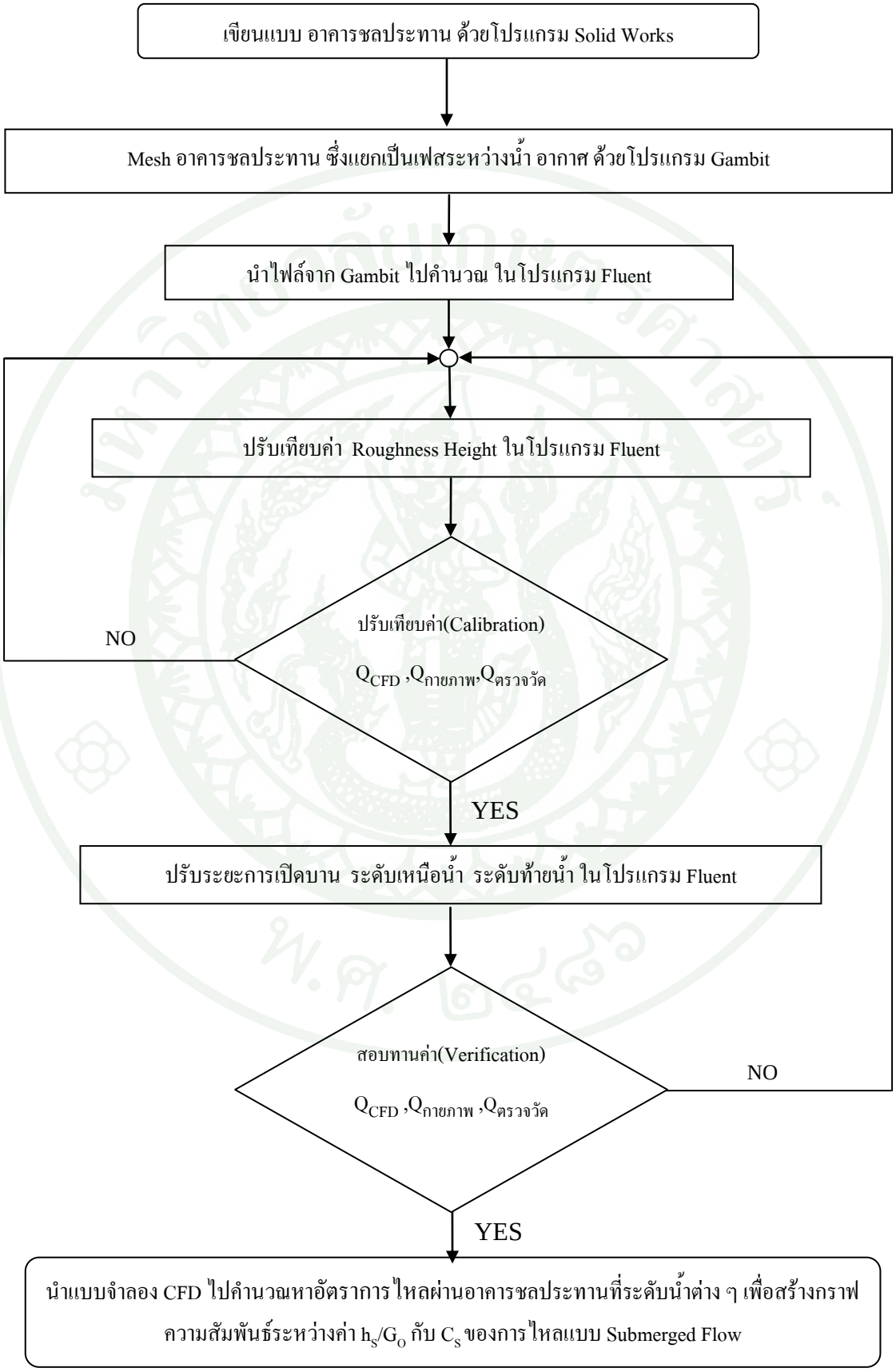
2. เขียนแบบ อาคารประกอบ ด้วยโปรแกรม Solid Works จากแบบก่อสร้างปตร.โคกกระเทียม และปตร.พระนารายณ์ แล้วทำการ Mesh ซึ่งแยกเป็นเฟสระหว่างน้ำ อากาศ (ทางน้ำเปิด) ด้วยโปรแกรม Gambit นำไฟล์จาก Gambit ไปคำนวณ ในโปรแกรม Fluent

3. การจำลองการไหลทางพลศาสตร์ สภาพคลองลงในแบบจำลอง โดยนำข้อมูลเข้าป้อนไปในแบบจำลอง ซึ่งในส่วนของ Intial Conditions กำหนดให้เป็น Volum of Fluid ซึ่งสามารถดึงข้อมูลได้จาก Fluent database ในโปรแกรม Fluent และใส่ค่าระดับเหนือน้ำ ท้ายน้ำ ความเร็วของน้ำ ค่าRoughtness hight ในส่วนของ Boundary Conditions

4. ทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองพลศาสตร์กับค่าปริมาณน้ำที่ได้จากการตรวจวัดปรับเทียบ ในโปรแกรม Fluent จำลองการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านปตร.โคกกระเทียม และปตร.พระนารายณ์ โดยใช้ค่าของระดับน้ำและอัตราการไหล แล้วทำการคำนวณ ซึ่งผลการคำนวณจะแสดงออกมาเป็นกราฟฟิกแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการไหลซึ่งได้จากการคำนวณกับอัตราการไหลจริงที่วัดได้จากสนาม โดยการใช้ค่า Roughness Height ชุดเดิมที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองพลศาสตร์ แต่เปลี่ยนข้อมูลค่าระดับน้ำและค่าอัตราการไหล เป็นข้อมูลอื่น โดยในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลค่าระดับน้ำและค่าอัตราการไหลที่สำรวจจากสนาม ตามตารางที่ 5 และ6

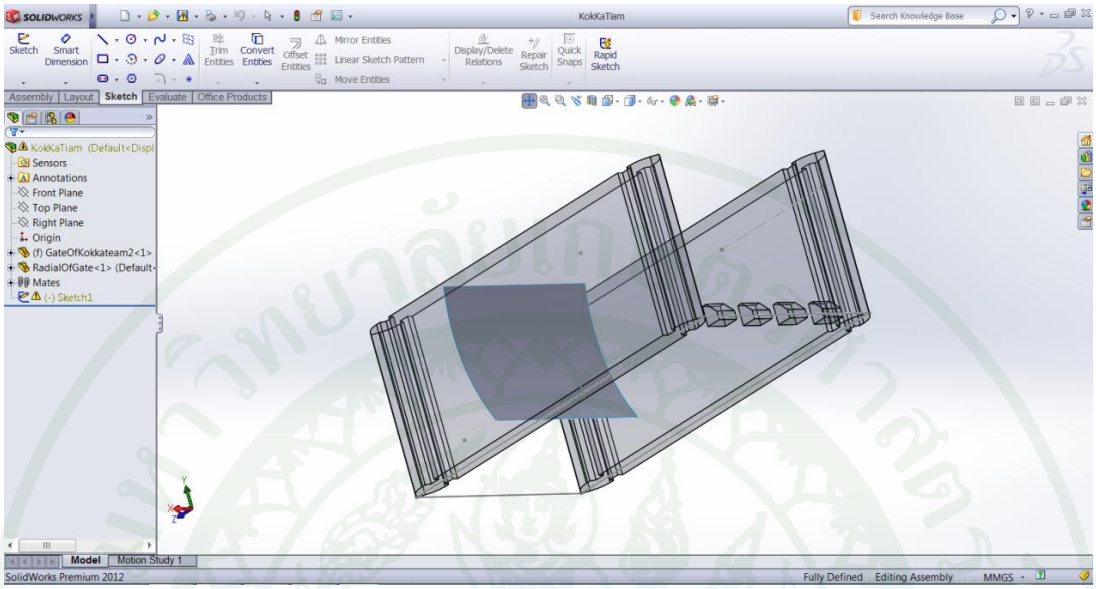
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการศึกษา



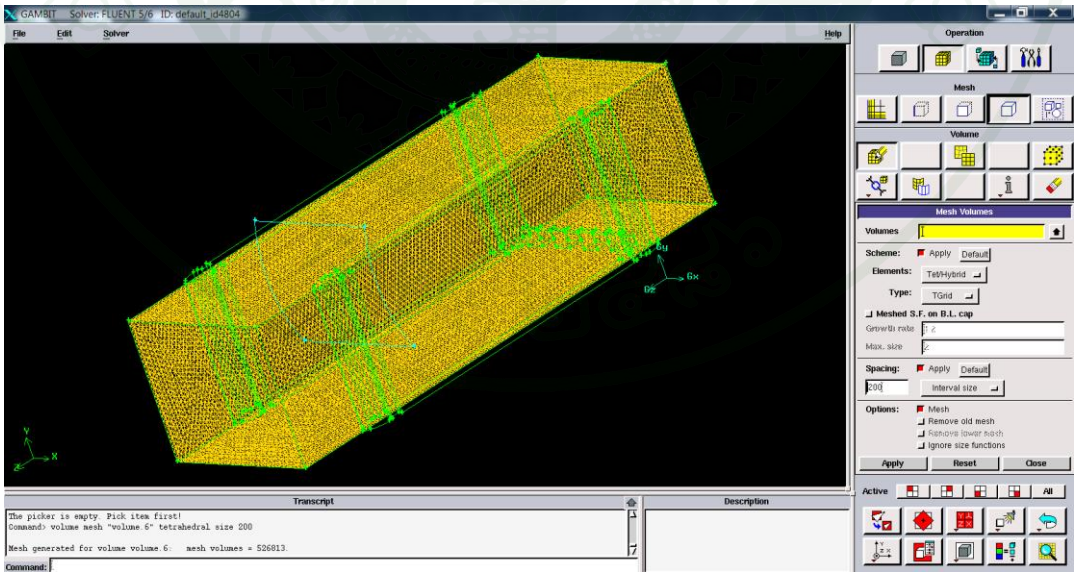
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบปตร.โคกกระเทียม จากโปรแกรม SolidWorks



ภาพที่ 9 แสดงปตร.โคกกระเทียม จากโปรแกรม SolidWorks

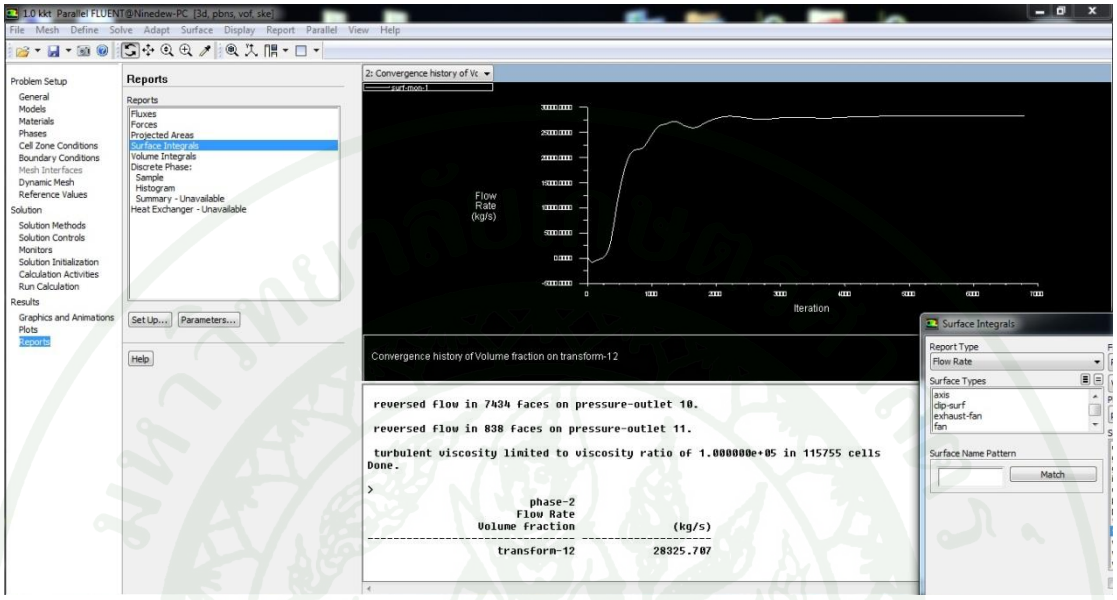
การ Mesh ปตร.โคกกระทียม โดยใช้โปรแกรม Gambit



ภาพที่ 10 แสดงการ Mesh ปตร.โคกกระทียม โดยใช้โปรแกรม Gambit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

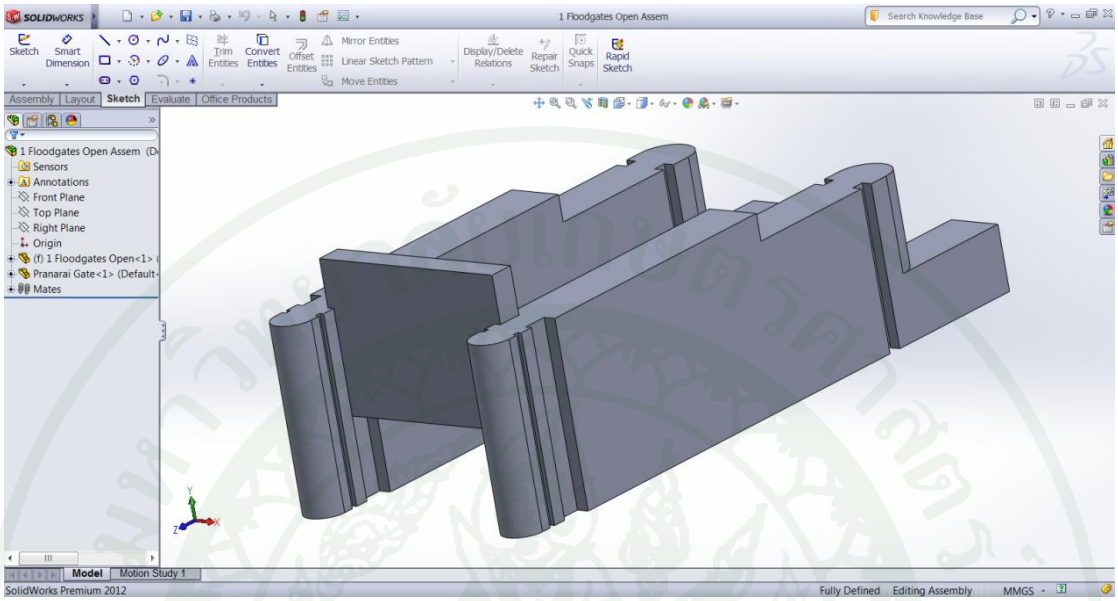
การคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent (Module Ansys) ของ ปตร.โคกกระเทียม



ภาพที่ 11 แสดงการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent ของปตร. โคกกระเทียม

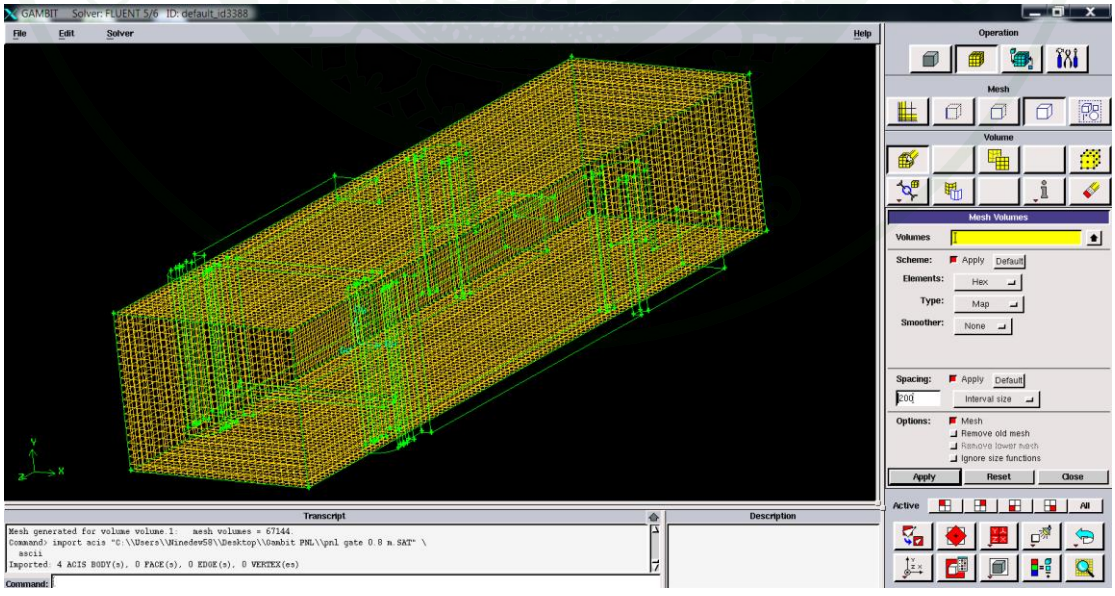
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบปตร.พระนารายณ์ จากโปรแกรม SolidWorks



ภาพที่ 12 แสดงแบบปตร.พระนารายณ์ จากโปรแกรม SolidWorks

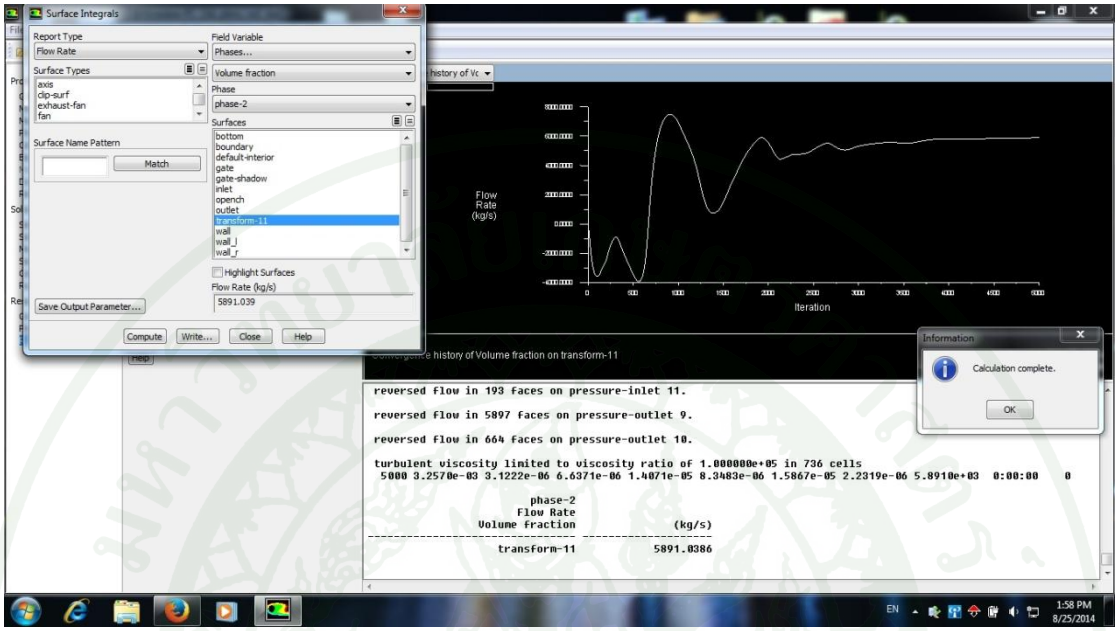
การ MESH ปตร.พระนารายณ์ โดยใช้โปรแกรม GAMBIT



ภาพที่ 13 แสดงการ Mesh ปตร.พระนารายณ์ โดยใช้โปรแกรม Gambit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent (Module Ansys) ของปตร.พระนารายณ์

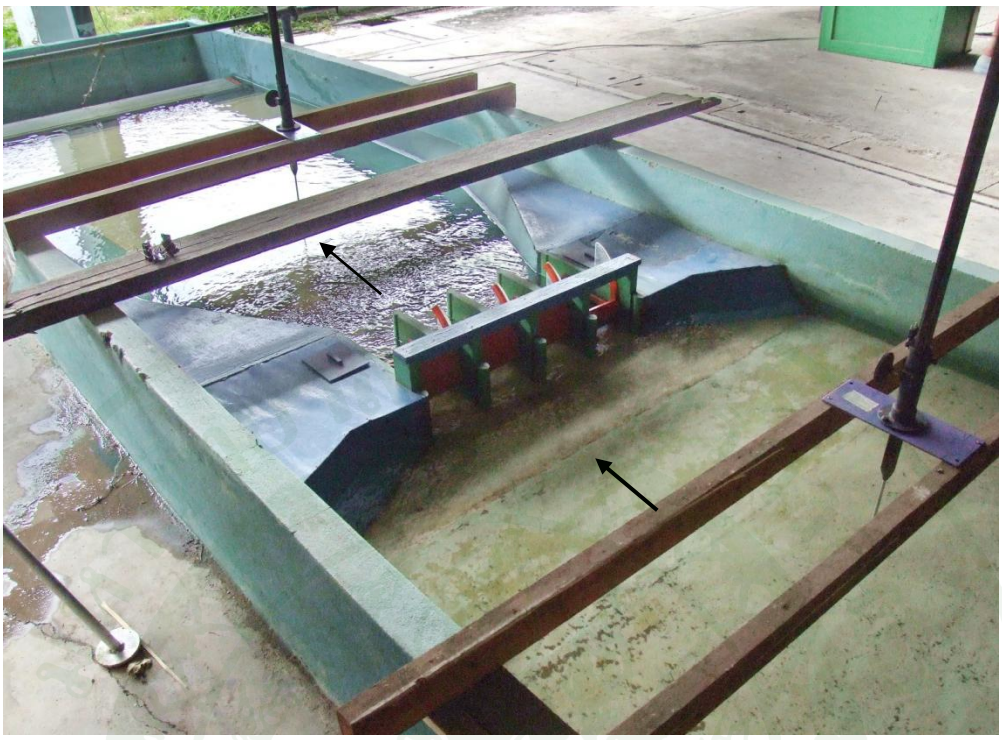


ภาพที่ 14 แสดงการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Fluent ของปตร. พระนารายณ์

แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) ปตร.โคกกระเทียม

แบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม จ.ลพบุรี เป็นแบบจำลองเพื่อศึกษาการควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ ตรวจสอบผลกระทบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำด้านเหนือ-ท้ายและพฤติกรรมการไหลของน้ำที่ผ่านประตูระบายน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการกัดเซาะ การตกตะกอน โดยแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) ของกรมชลประทาน ที่ สำนักวิจัยและพัฒนา ปากเกร็ด ซึ่งมีมาตราส่วนของแบบจำลอง 1:40 ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำโดยใช้ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม (triangular-notch weir)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ภาพแสดงแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม กรมชลประทาน ปากเกร็ด (1:40)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลการทดสอบโดยแบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ใช้ข้อมูลการวัดอัตราการไหล เดือนมิถุนายน 2556 จำนวน 5 ครั้ง ตามตารางที่ 5ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.60 1.50 2.20 2.40 และ 2.60 เมตร นำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางกายภาพที่สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ปากเกร็ด ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม

แม่น้ำ	ชัยนาท-ป่าสัก		โครงการ	ส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกะเทียม	สชป.	10
ตำบล	เขาพระงาม		อำเภอ	โคกกะเทียม		
		+				
ระดับธรณีประตู		6.771	ม.	ระดับ เป็น เมตร (M.S.L.)		
บานกว้าง		6.00	ม.	จำนวน 4		
แบบจำลอง 1	:	40	ซม.			
ระดับท้องน้ำ เหนือน้ำ	+	6.79	ม.	ระดับ เป็น เมตร (M.S.L.)		
ระดับท้องน้ำ ท้ายน้ำ	+	6.29	ม.	ระดับ เป็น เมตร (M.S.L.)		

ที่	วันที่	ระดับน้ำ เหนือ (ม.)	ระดับน้ำ แบบจำลอง (ซม.)	ระดับน้ำ ท้าย (ม.)	ระดับน้ำ แบบจำลอง (ซม.)	เวลาทำการ สำรวจ	ยกบาน ม.	ยกบาน แบบจำลอง (ซม.)	ปริมาณน้ำ ลบ.ม./วิ.	ปริมาณน้ำ (แบบจำลอง) ลิตร./วิ.
1	19 มิ.ย. 56	11.71	*29.28*	9.84	*24.60*	10.45-11.16	0.6	*1.5*	61.078	*6.04*
2	18 มิ.ย. 56	10.96	*27.40*	10.01	*25.03*	15.35-16.10	1.5	*3.75*	119.239	*11.78*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ที่	วันที่	ระดับน้ำ				เวลาทำการ	ยกบาน	ยกบาน	ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำ (แบบจำลอง)
		เหนือ (ม.)	แบบจำลอง (ซม.)	ท้าย (ม.)	แบบจำลอง (ซม.)	สำรวจ	ม.	แบบจำลอง (ซม.)	ลบ.ม./วิ.	ลิตร./วิ.
3	19 มิ.ย. 56	11.50	*28.75*	10.98	*27.45*	11.33-12.00	2.2	*5.5*	141.837	*14.02*
4	19 มิ.ย. 56	11.49	*28.73*	10.97	*27.43*	14.00-14.40	2.4	*6*	153.034	*15.12*
5	19 มิ.ย. 56	11.43	*28.58*	10.99	*27.48*	14.50-15.33	2.6	*6.5*	153.288	*15.15*

ระดับน้ำผ่านฝายสามเหลี่ยม	ระดับน้ำท้ายน้ำแบบจำลอง			ระดับน้ำเหนือน้ำแบบจำลอง			ต่าง	%	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก LAB ($Q, m^3/s$)
ซม.	ท้องน้ำ (ซม.)	ผิวน้ำ (ซม.)	ผลต่าง (ซม.)	ท้องน้ำ (ซม.)	ผิวน้ำ (ซม.)	ผลต่าง (ซม.)	จากการคำนวณ			
10.12	14.36	5.49	8.87	12.30	0.40	*11.90*	*12.30*	0.40	3.25	59.10
13.78	14.36	5.06	9.30	12.30	2.30	*10.00*	*10.42*	0.42	4.03	114.43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ระดับน้ำผ่านฝายสามเหลี่ยม ซม.	ระดับน้ำท้ายน้ำแบบจำลอง			ระดับน้ำเหนือน้ำแบบจำลอง				ต่าง	%	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก LAB (Q, m^3/s)
	ท้องน้ำ (ซม.)	ผิวน้ำ (ซม.)	ผลต่าง (ซม.)	ท้องน้ำ (ซม.)	ผิวน้ำ (ซม.)	ผลต่าง (ซม.)	จากการคำนวณ			
14.94	14.36	2.64	11.72	12.30	0.60	*11.70*	*11.77*	0.07	0.59	140.99
15.53	14.36	2.66	11.70	12.30	0.65	*11.65*	*11.75*	0.10	0.85	151.73
15.50	14.36	2.61	11.75	12.30	0.65	*11.65*	*11.60*	0.05	0.43	153.95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการทดสอบแบบจำลองทางกายภาพของปตร.โคกกระเทียม ที่สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ปากเกร็ด จะเห็นได้ว่าค่าระดับน้ำ เหนือน้ำและค่าอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำ ในแบบจำลองทางกายภาพ มีค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูน้ำที่ทำการสำรวจ น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองทางกายภาพ ปตร.โคกกระเทียม

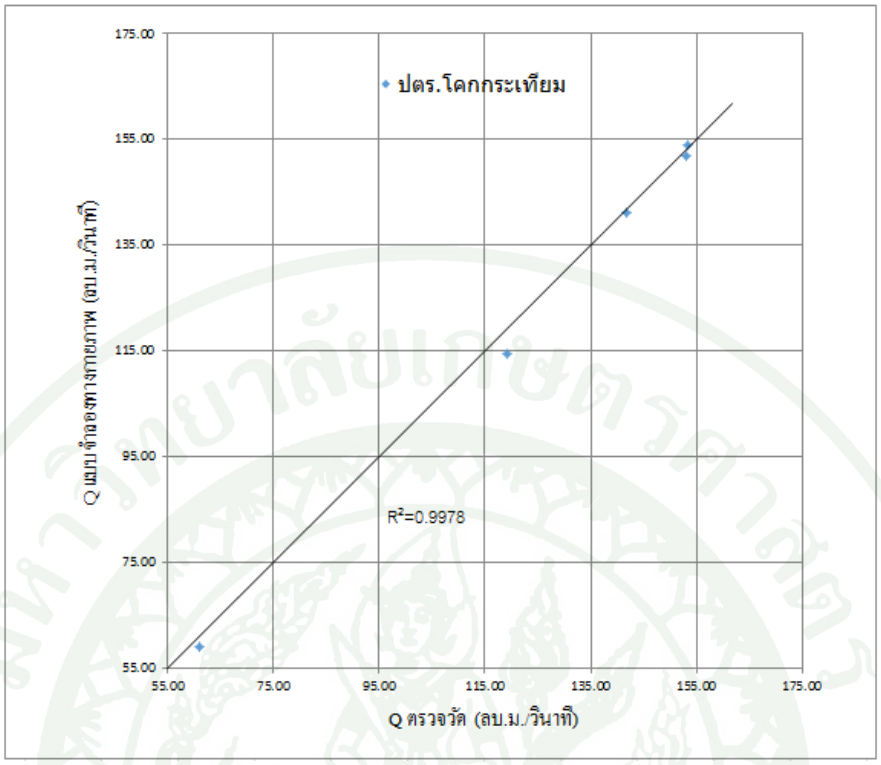
แบบจำลองทางกายภาพ

ระดับธรณีประตู 6.77 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 6.00 m

ที่	ระดับน้ำ		ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_s, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_o, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก LAB (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
	ด้านเหนือน้ำ (msl)	ด้านท้ายน้ำ (msl)											
1	11.71	9.84	1.87	6.06	3.07	0.60	5.12	4.00	24.00	59.10	0.13	61.08	3.25
2	10.96	10.01	0.95	4.32	3.24	1.50	2.16	4.00	24.00	114.43	0.34	119.24	4.03
3	11.50	10.98	0.52	3.19	4.21	2.20	1.91	4.00	24.00	140.99	0.44	141.84	0.59
4	11.49	10.97	0.52	3.19	4.20	2.40	1.75	4.00	24.00	151.73	0.47	153.03	0.85
5	11.43	10.99	0.44	2.94	4.22	2.60	1.62	4.00	24.00	153.95	0.52	153.29	0.43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองทางกายภาพ ปตร. โคกกระเทียม

ผลการทดสอบโดยแบบจำลองพลศาสตร์

1. การปรับเทียบค่า (Calibration)

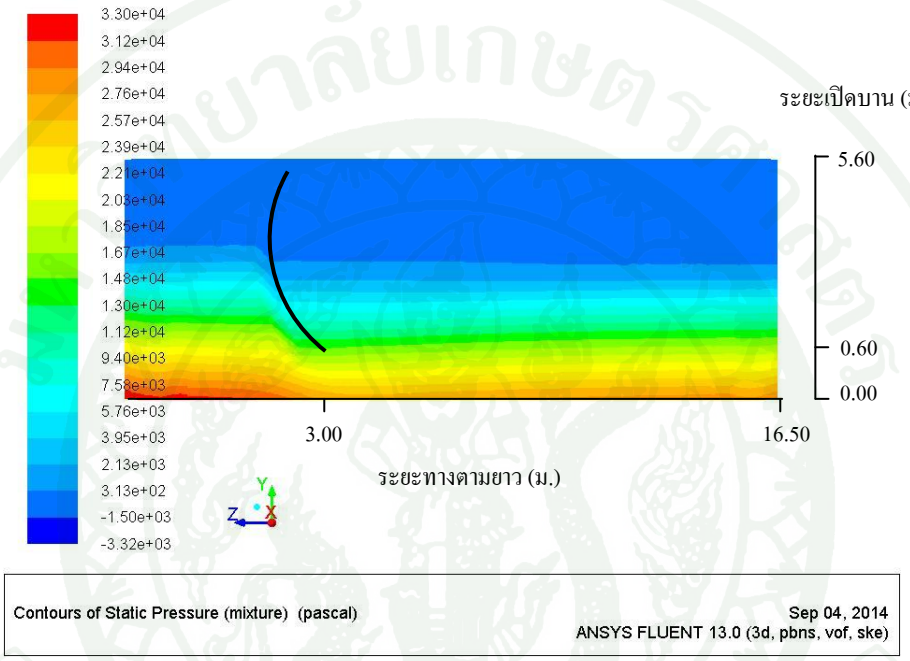
1.1 ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง)

ใช้ข้อมูลการวัดอัตราการไหล เดือนมิถุนายน 2556 จำนวน 5 ครั้ง ตามตารางที่ 5 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.60 1.50 2.20 2.40 และ 2.60 เมตร แล้วนำมาทดสอบโดยแบบจำลองพลศาสตร์ ดังภาพที่ 17 ถึง ภาพที่ 31 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ดังตารางที่ 9 และภาพที่ 32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

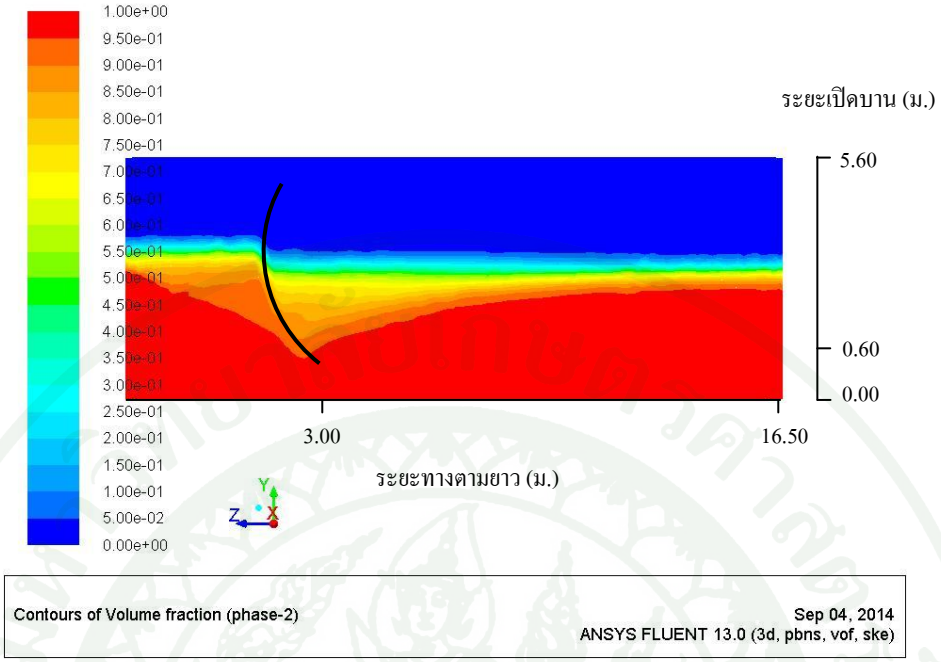
ผลการวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำผ่าน ปตร.โคกกระเทียม โดย CFD

1. เปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร ระดับเหนือน้ำ 11.71 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 9.84 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 60.67 ลบ.ม./วินาที

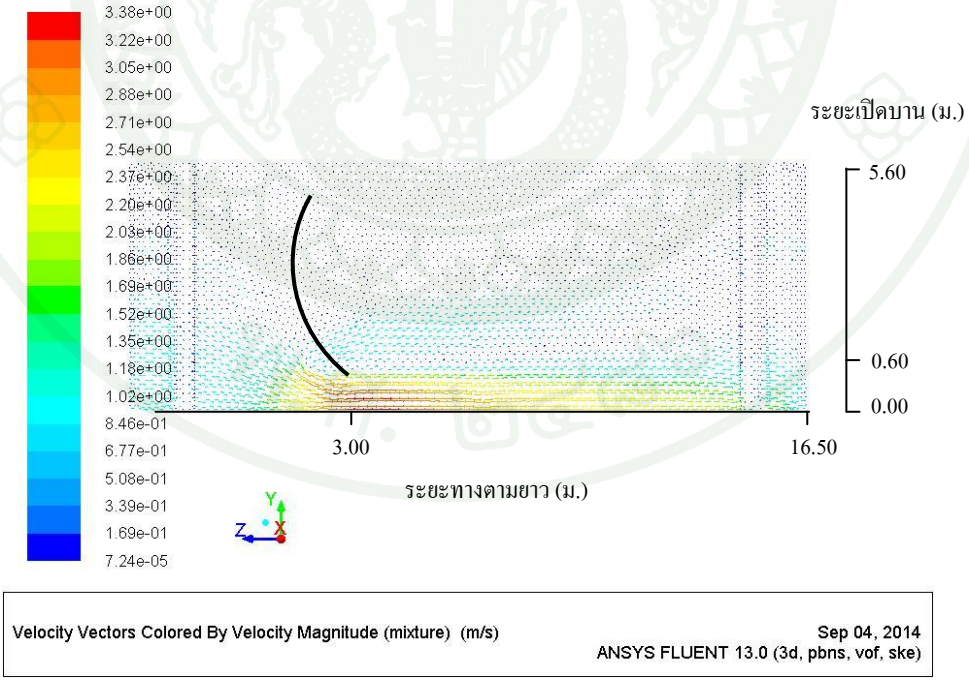


ภาพที่ 17 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



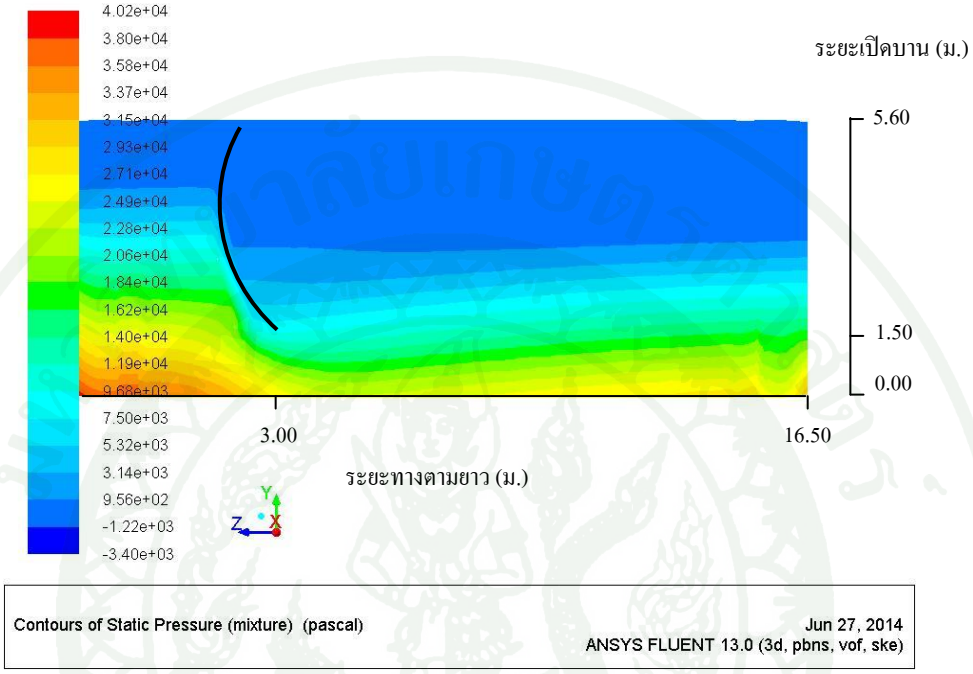
ภาพที่ 18 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร



ภาพที่ 19 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร

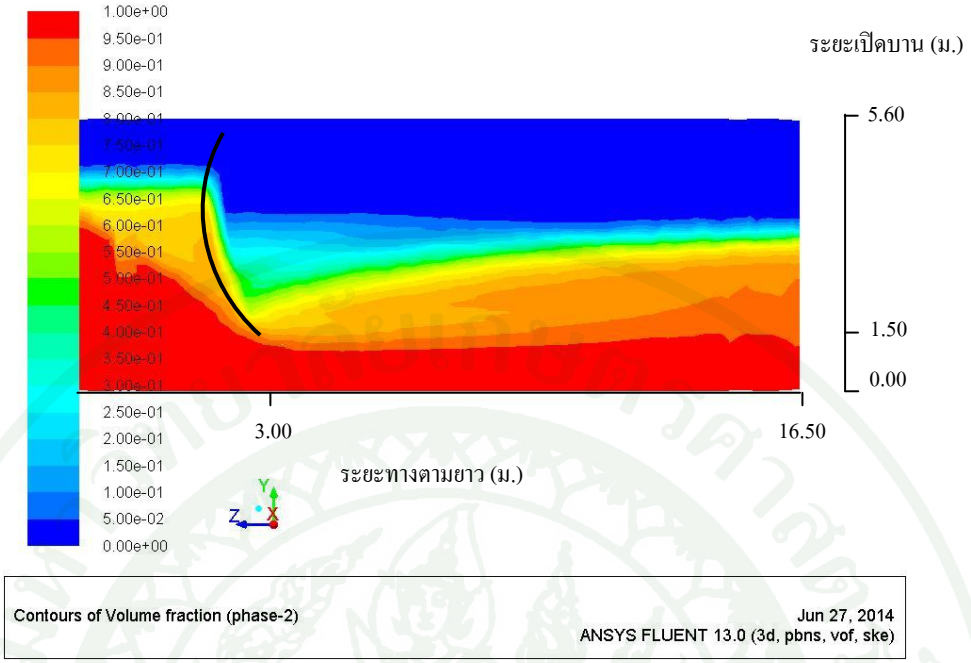
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร ระดับเหนือน้ำ 10.96 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 10.01 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 113.30 ลบ.ม./วินาที

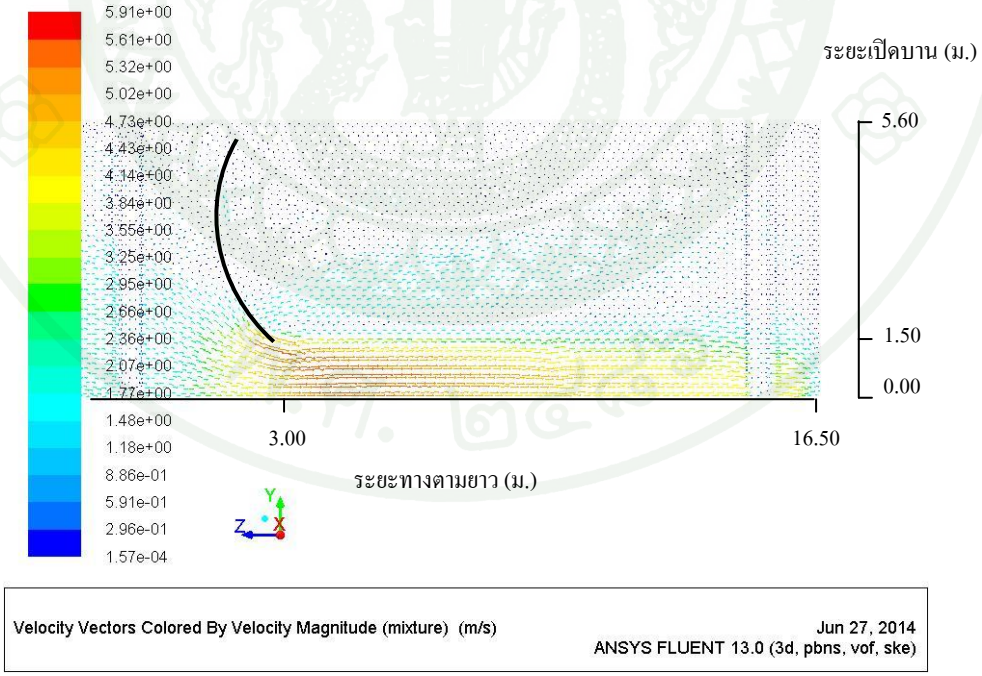


ภาพที่ 20 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



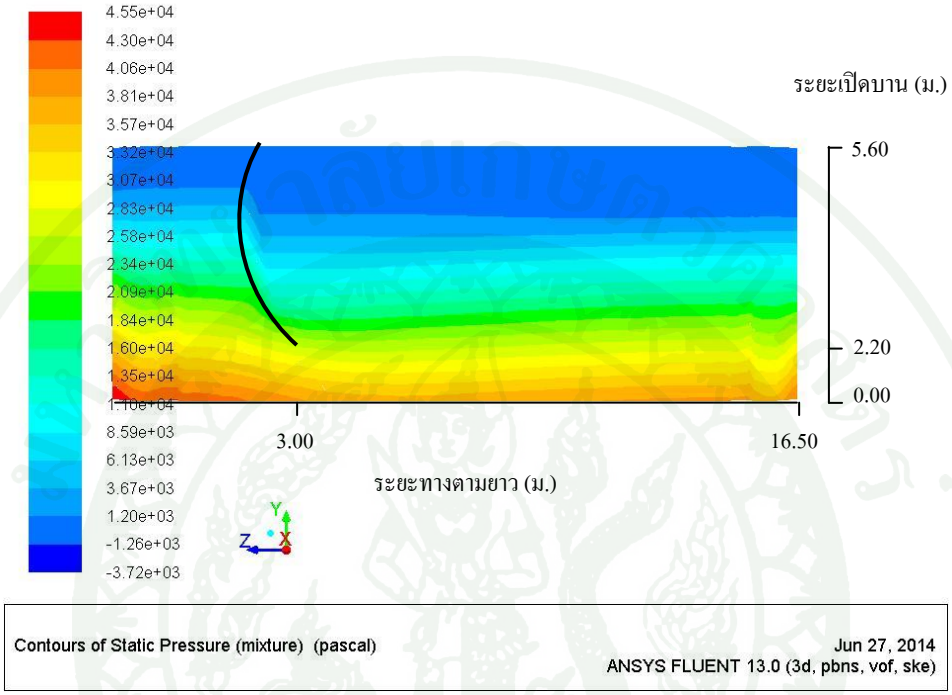
ภาพที่ 21 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร



ภาพที่ 22 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร

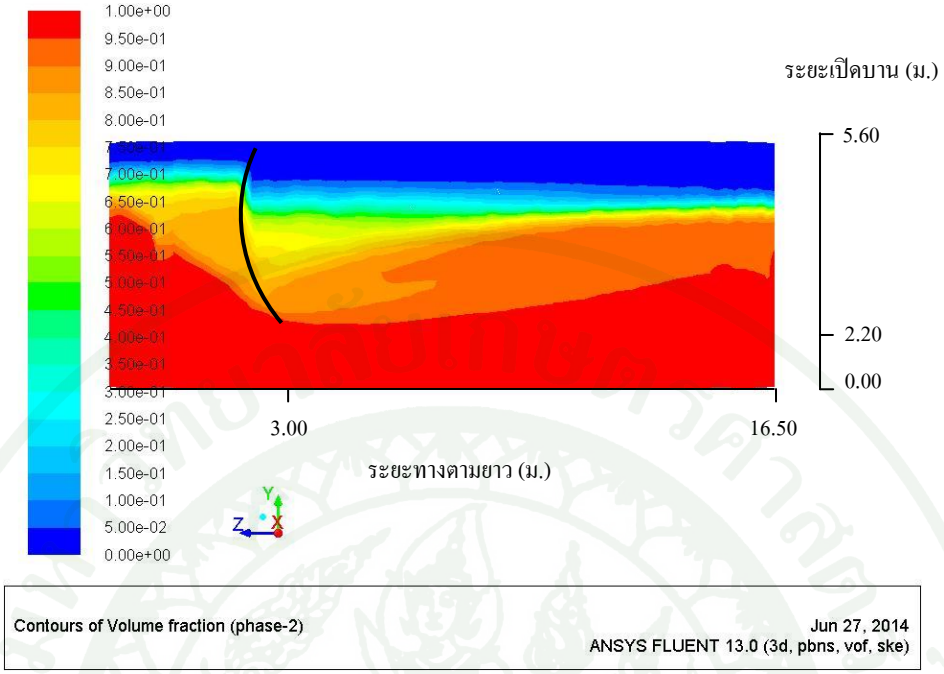
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร ระดับเหนือน้ำ 11.50 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 10.98 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 142.64 ลบ.ม./วินาที

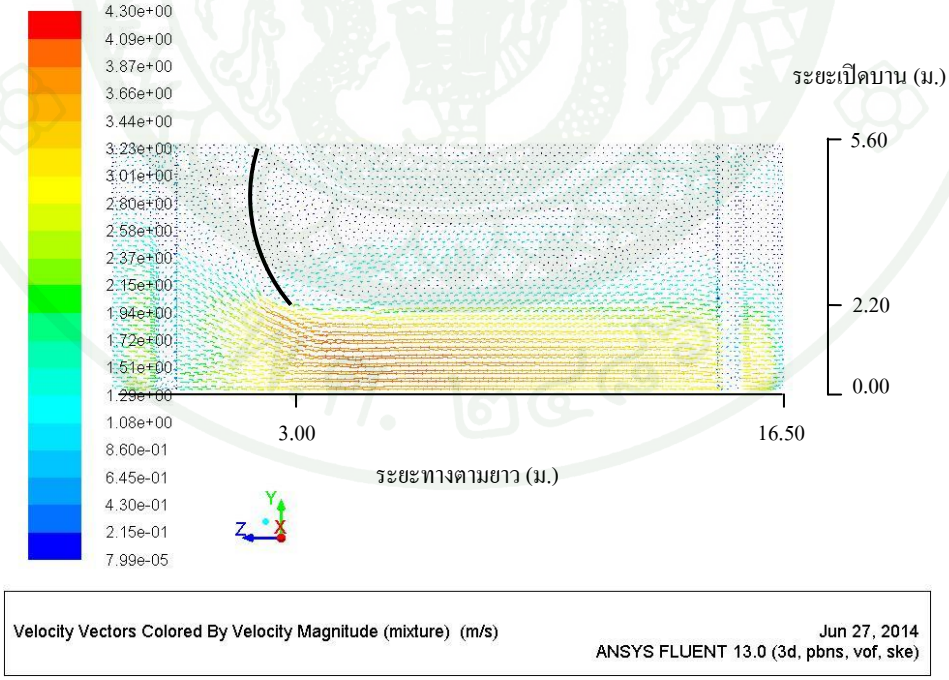


ภาพที่ 23 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



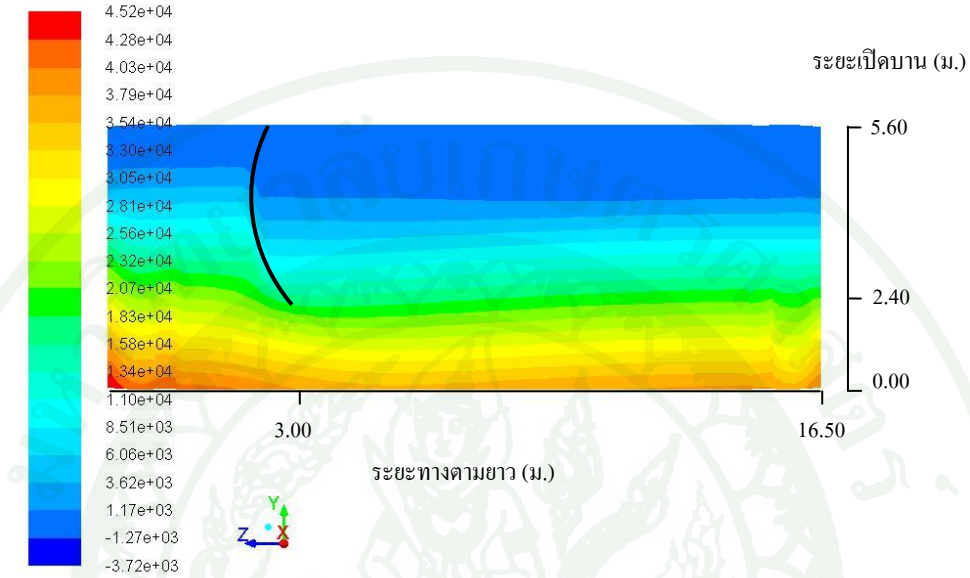
ภาพที่ 24 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร



ภาพที่ 25 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.20 เมตร

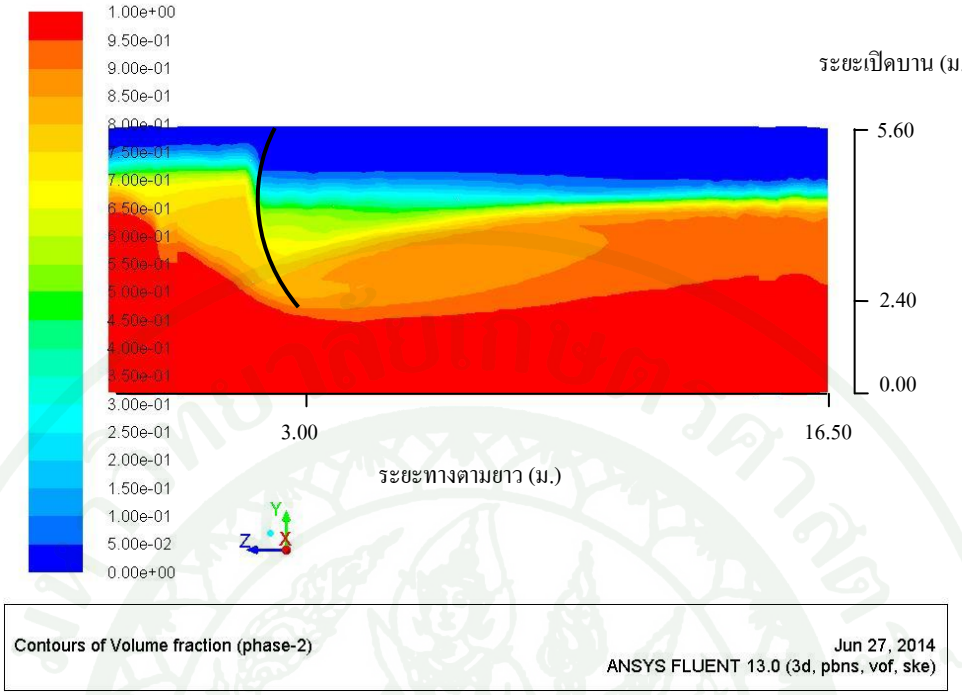
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร ระดับเหนือน้ำ 11.49 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 10.97 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 151.15 ลบ.ม./วินาที

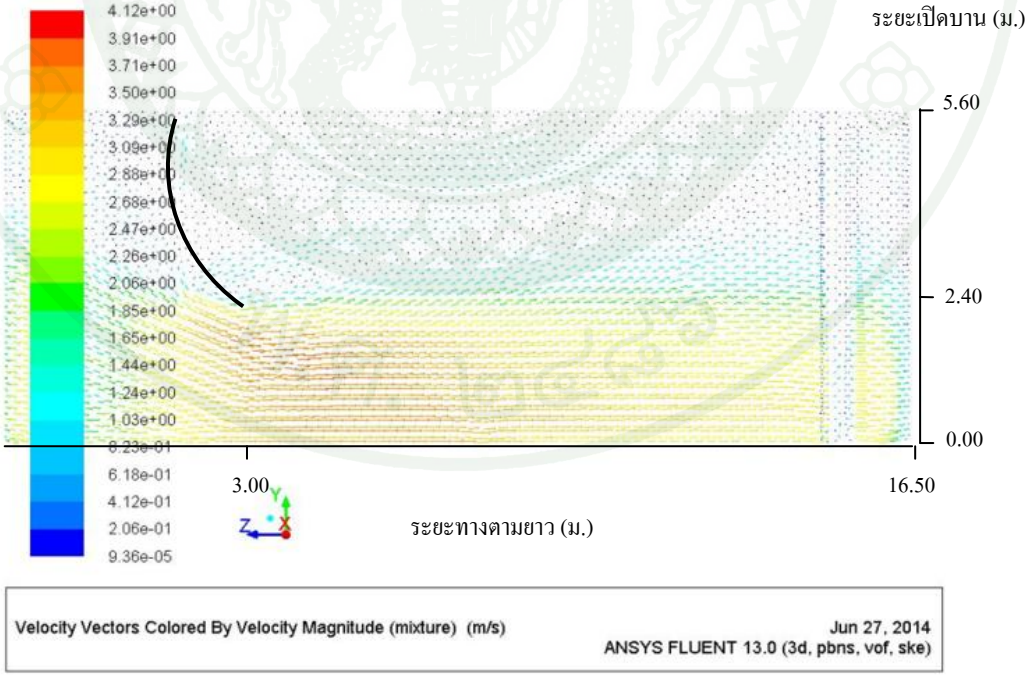


ภาพที่ 26 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



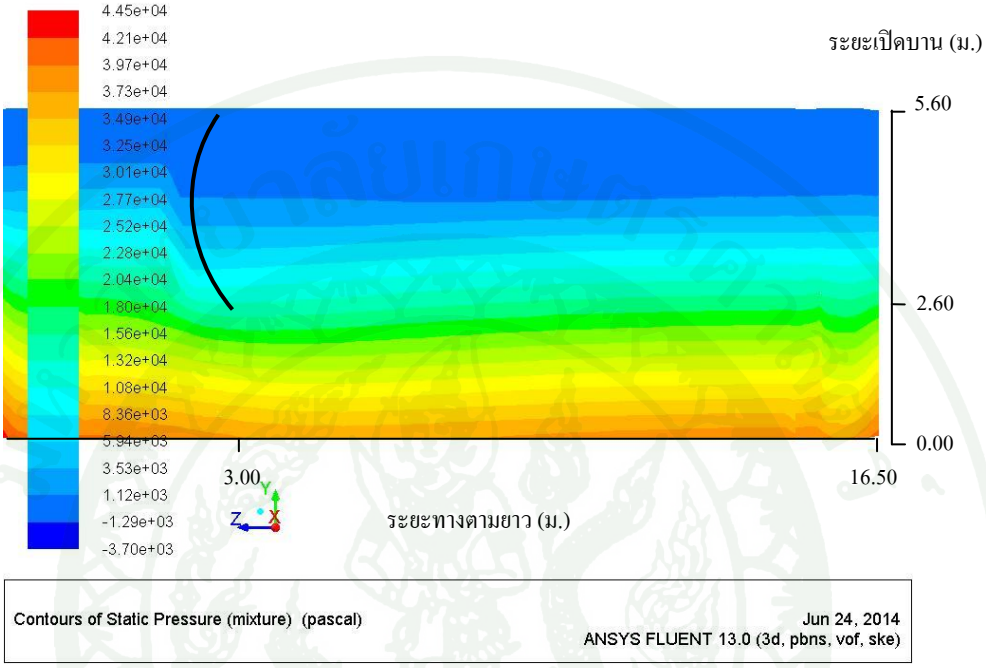
ภาพที่ 27 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร



ภาพที่ 28 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.40 เมตร

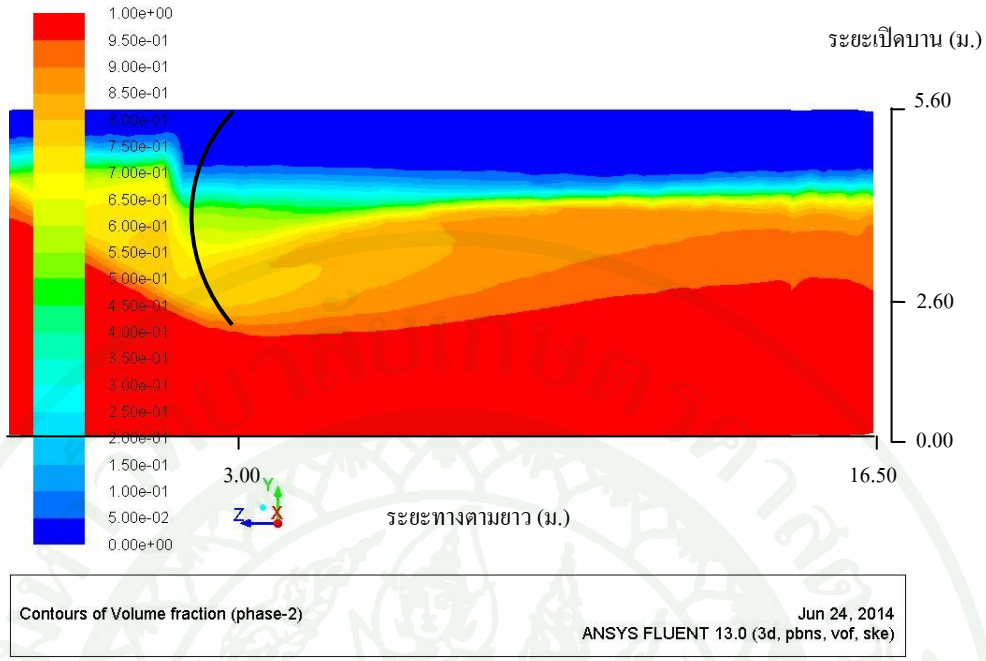
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร ระดับเหนือน้ำ 11.43 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 10.99 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 157.62 ลบ.ม./วินาที

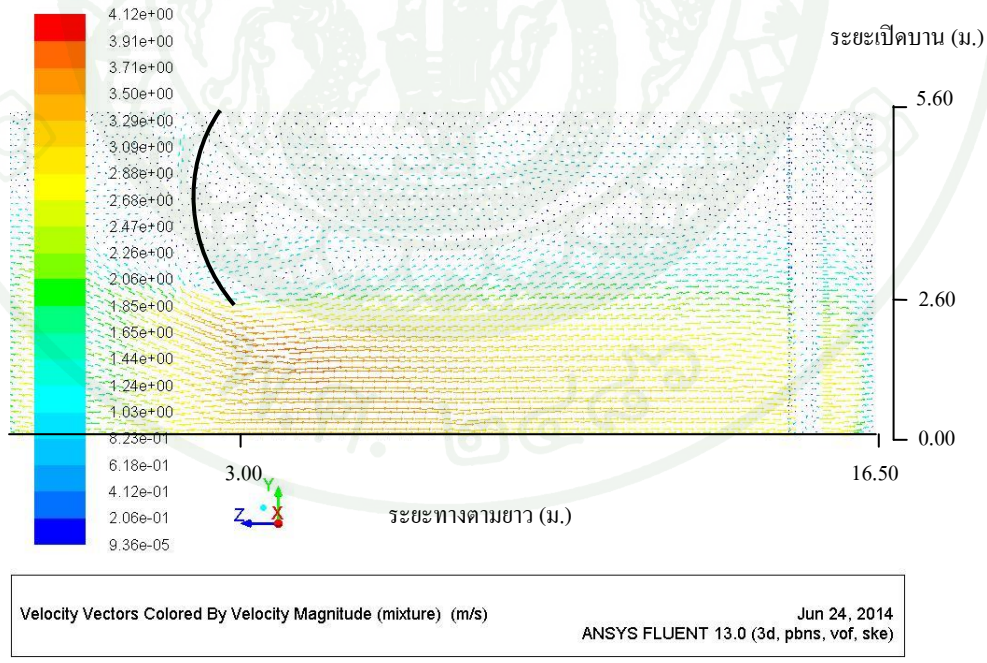


ภาพที่ 29 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร



ภาพที่ 31 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.60 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม (Calibration)

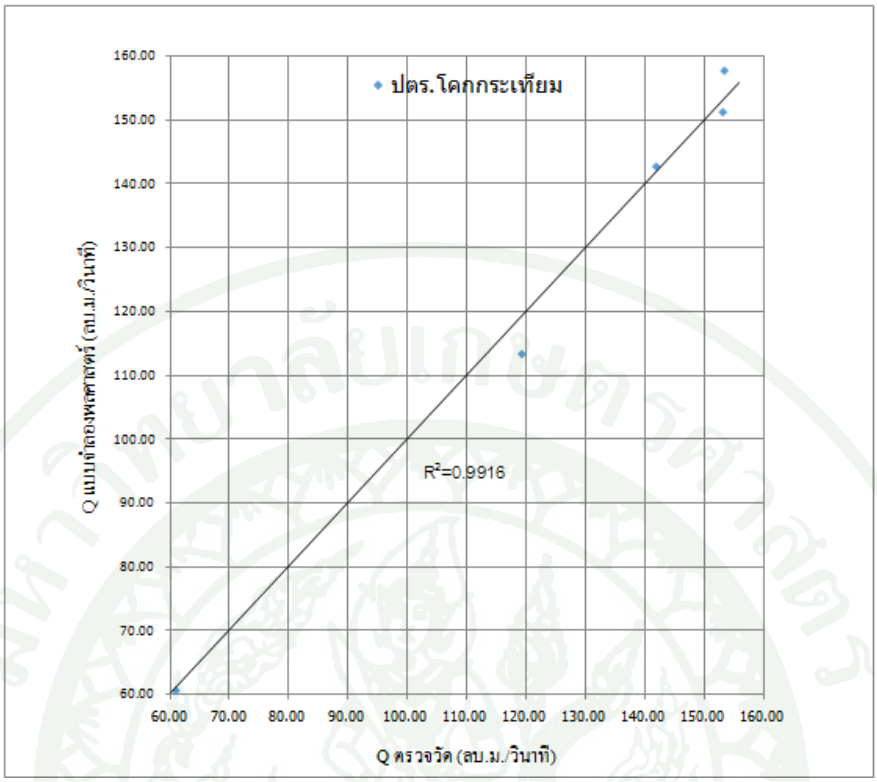
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 6.77 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 6.00 m

ที่	ระดับน้ำ		ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_S, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_0, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
	ด้านเหนือน้ำ (msl)	ด้านท้ายน้ำ (msl)											
1	11.71	9.84	1.87	6.06	3.07	0.60	5.12	4.00	24.00	60.67	0.14	61.08	0.67
2	10.96	10.01	0.95	4.32	3.24	1.50	2.16	4.00	24.00	113.30	0.34	119.24	4.98
3	11.50	10.98	0.52	3.19	4.21	2.20	1.91	4.00	24.00	142.64	0.44	141.84	0.57
4	11.49	10.97	0.52	3.19	4.20	2.40	1.75	4.00	24.00	151.15	0.47	153.03	1.23
5	11.43	10.99	0.44	2.94	4.22	2.60	1.62	4.00	24.00	157.62	0.53	153.29	2.83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร. โคกกระเทียม (Calibration)

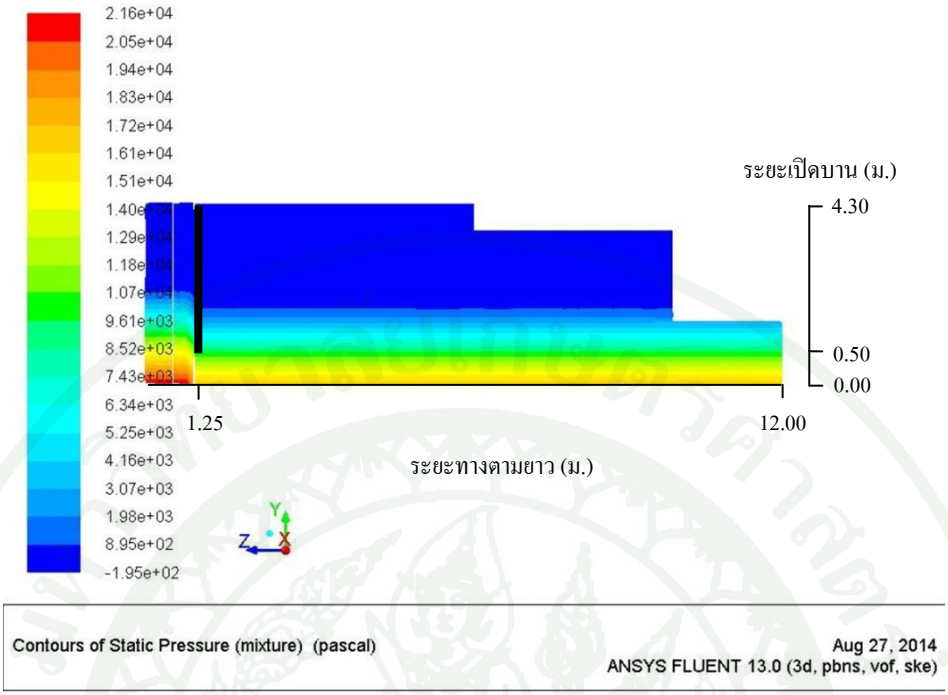
1.2 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)

ใช้ข้อมูลการวัดน้ำ เดือนมกราคม 2557 จำนวน 3 ครั้ง ตามตารางที่ 6 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.50 0.80 และ 1.5 เมตร แล้วนำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางพลศาสตร์ ดังภาพที่ 33 ถึง ภาพที่ 41 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 10 และภาพที่ 42

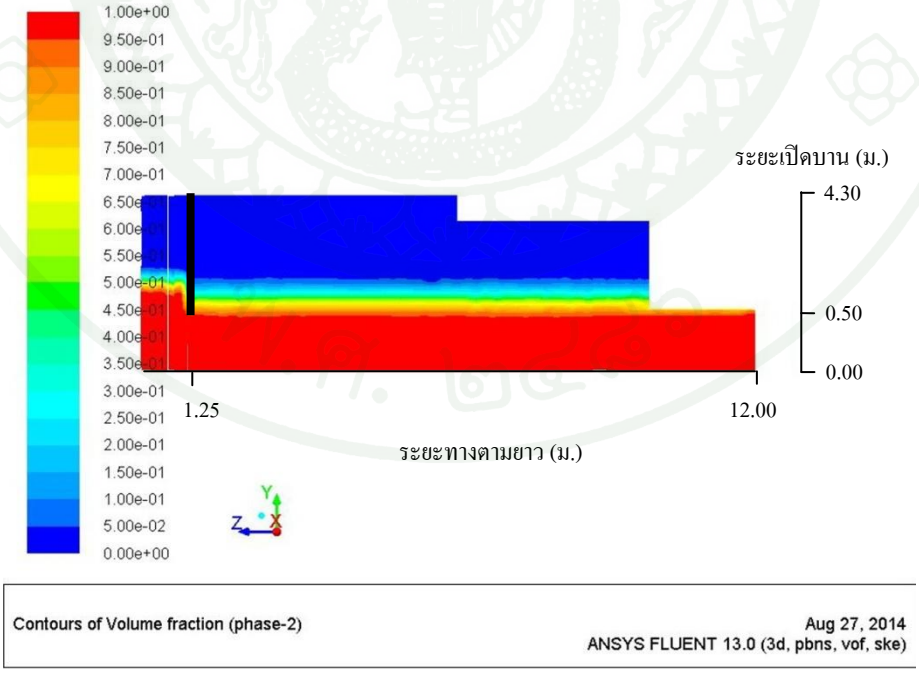
ผลการวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำผ่าน ปตร.พระนารายณ์ โดย CFD

1. เปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.20 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 5.90 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 41.56 ลบ.ม./วินาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

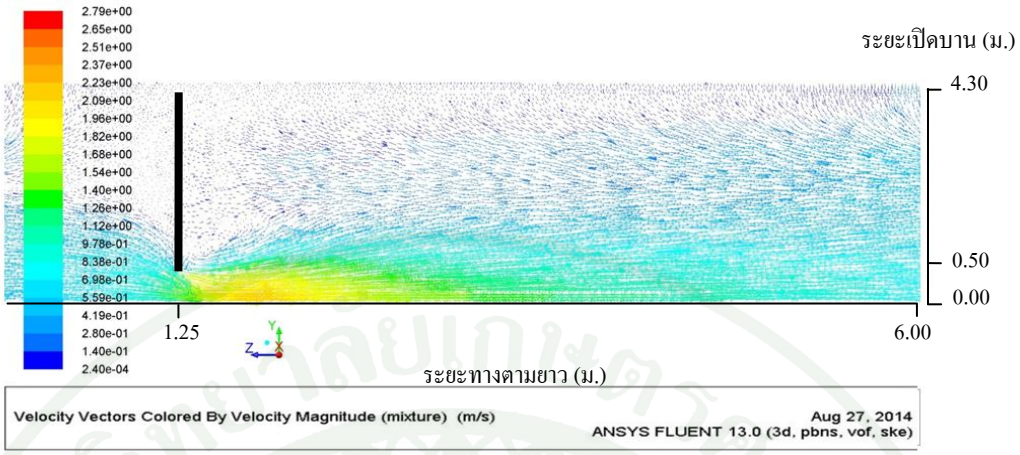


ภาพที่ 33 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร



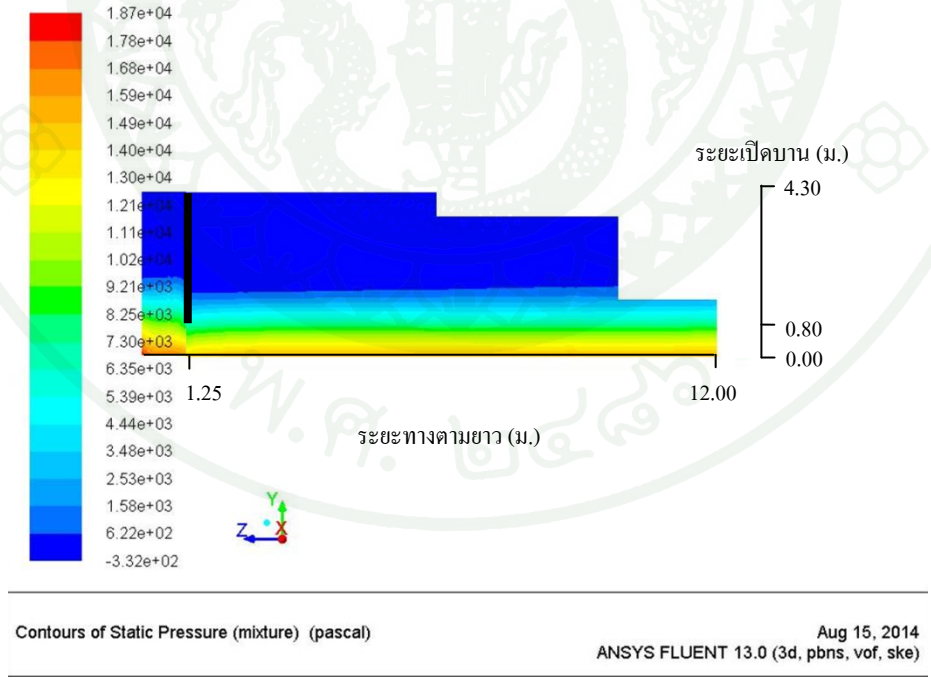
ภาพที่ 34 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



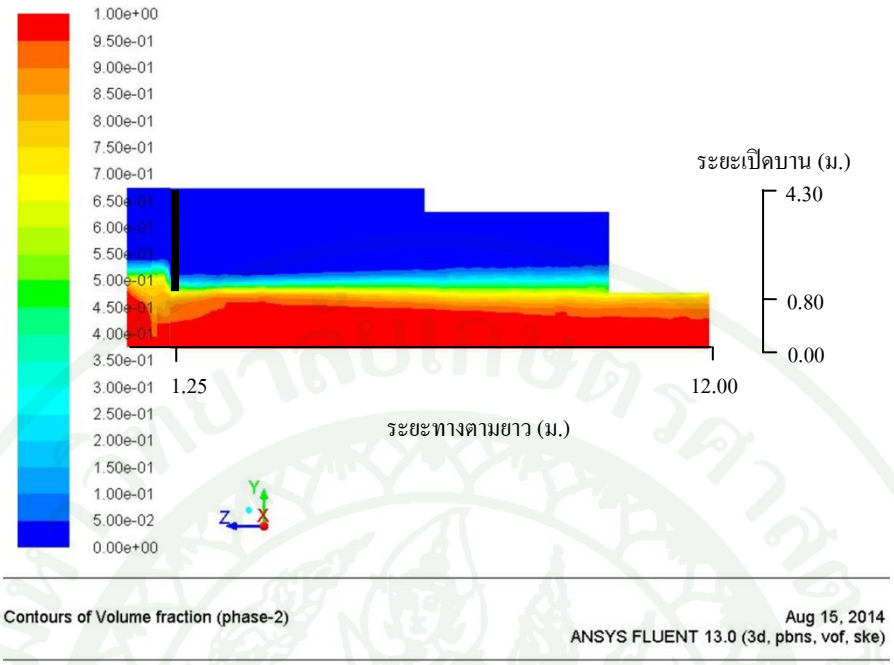
ภาพที่ 35 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.50 เมตร

2. เปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.00 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 5.87 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 46.34 ลบ.ม./วินาที

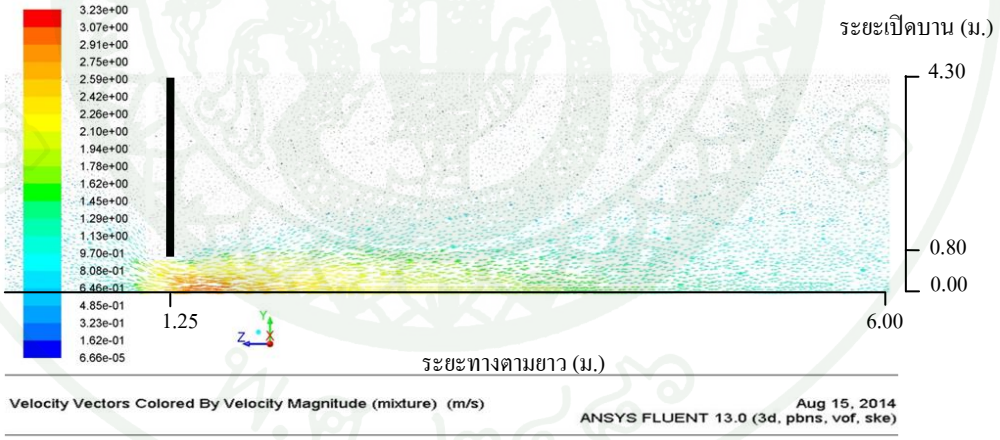


ภาพที่ 36 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



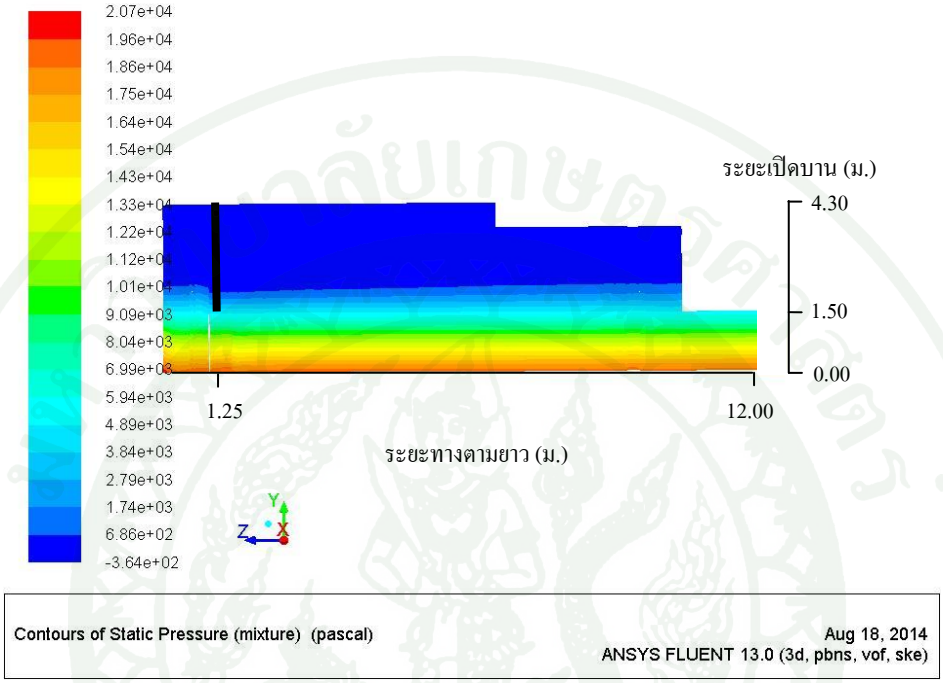
ภาพที่ 37 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร



ภาพที่ 38 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร

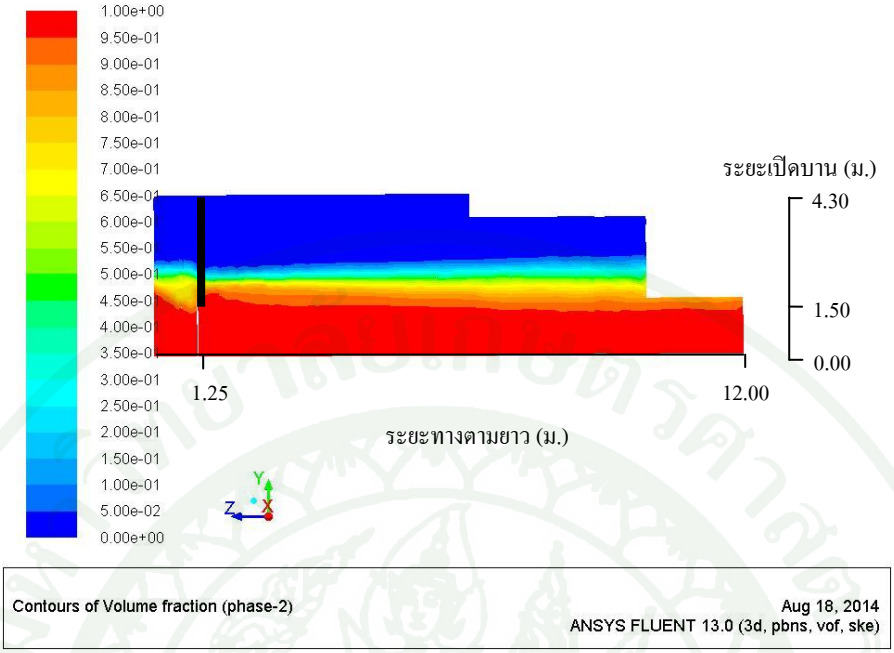
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.36 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 6.25 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 62.74 ลบ.ม./วินาที

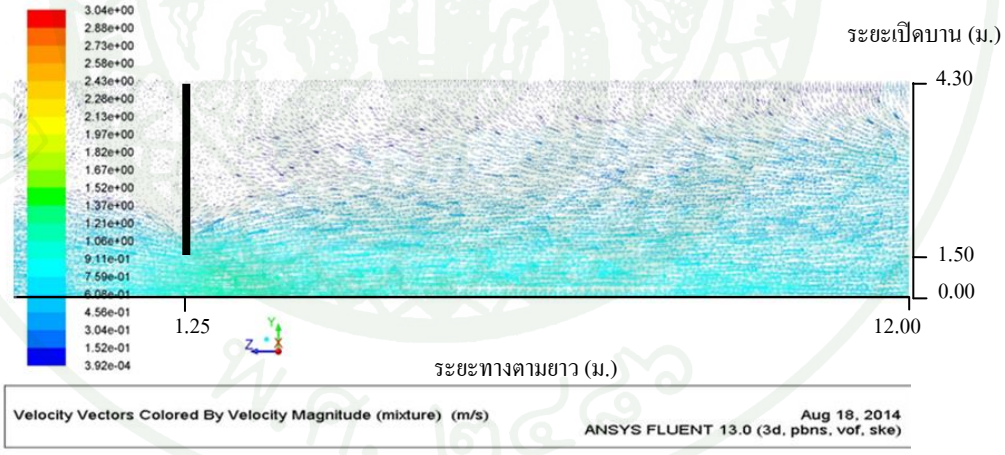


ภาพที่ 39 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร



ภาพที่ 41 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.50 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Calibration)

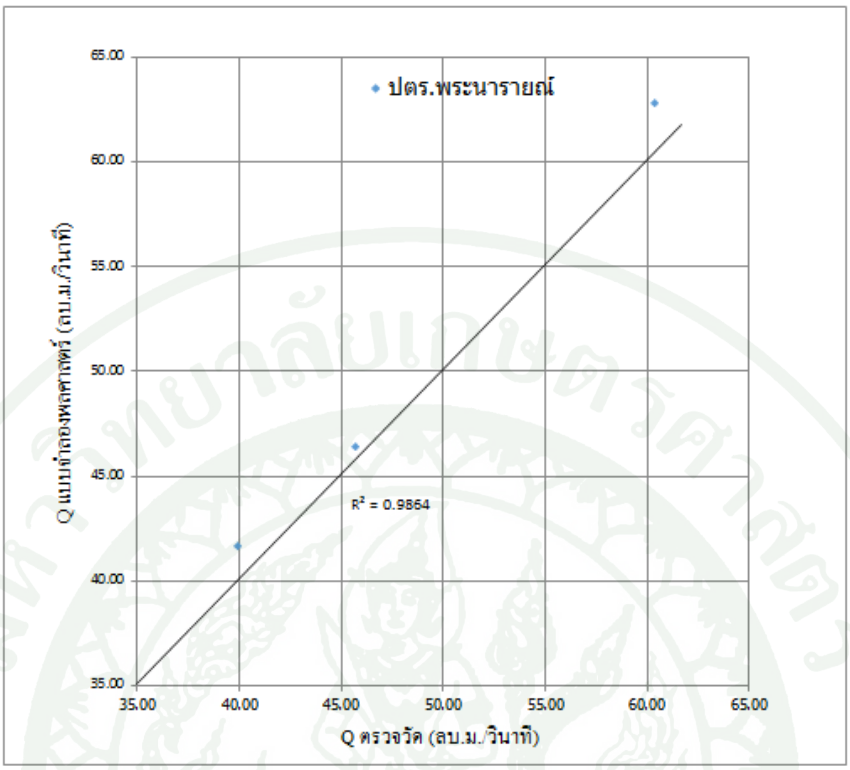
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 4.20 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 4.20 m

ที่	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ (msl)	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ (msl)	ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_S, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_0, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD ($Q, m^3/s$)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม ($Q, m^3/s$)	% ความคลาดเคลื่อน
1	6.20	5.90	0.30	2.43	1.70	0.50	3.40	8.00	33.60	41.56	0.30	39.90	4.16
2	6.00	5.87	0.13	1.60	1.67	0.80	2.09	8.00	33.60	46.34	0.52	45.67	1.48
3	6.36	6.25	0.11	1.47	2.05	1.50	1.37	8.00	33.60	62.74	0.62	60.38	3.90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Calibration)

2. การสอบทานค่า (Verification)

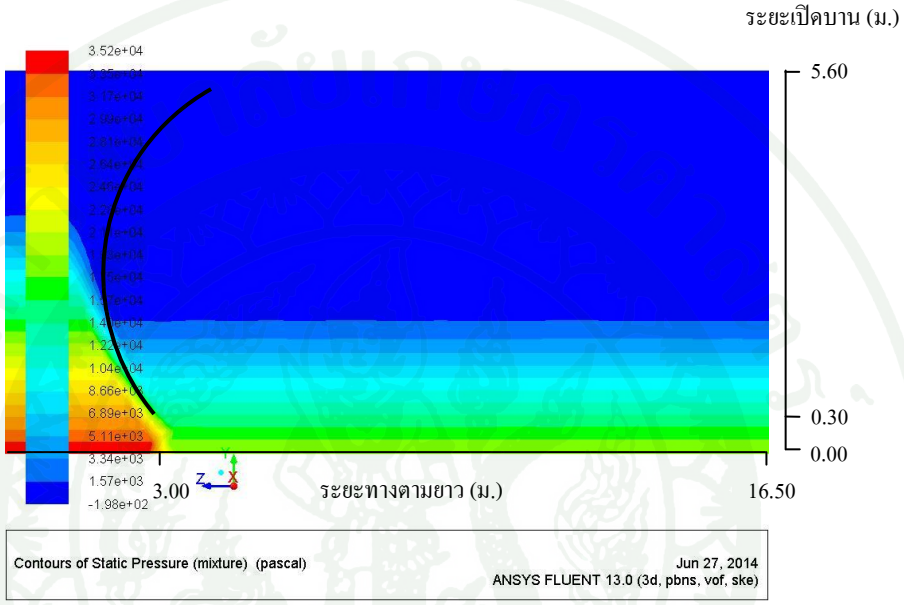
2.1 ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง)

ใช้ข้อมูลการวัดอัตราการไหล เดือนมิถุนายน 2556 จำนวน 4 ครั้ง ตามตารางที่ 5 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.30 0.80 1.00 และ 2.00 เมตร แล้วนำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางพลศาสตร์ ดังภาพที่ 43 ถึง ภาพที่ 54 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 55

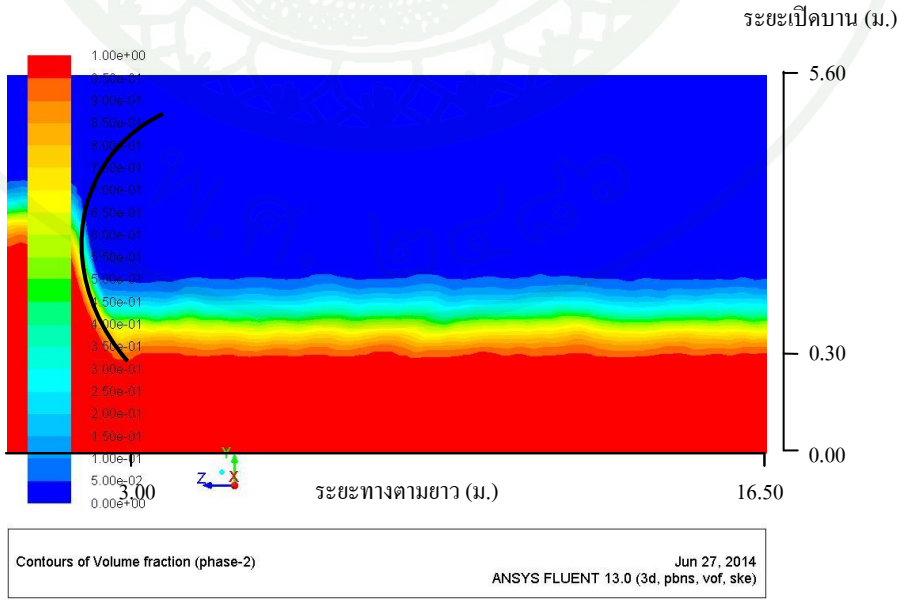
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำผ่าน ปตร.โคกกระเทียม โดย CFD

1. เปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร ระดับเหนือน้ำ 10.37 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 8.80 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 30.56 ลบ.ม./วินาที

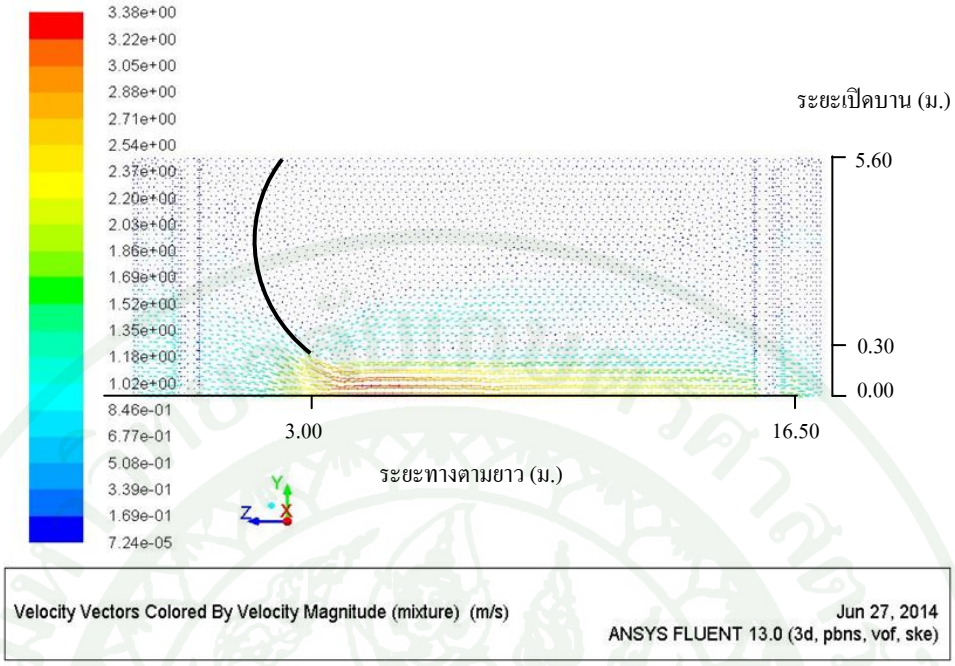


ภาพที่ 43 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร



ภาพที่ 44 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร

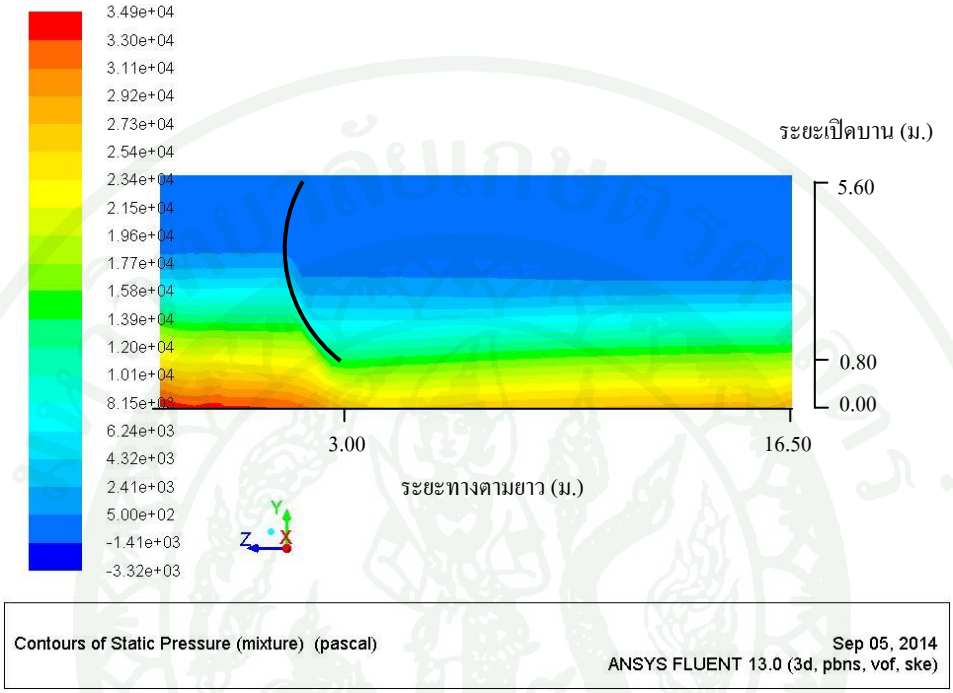
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 45 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.30 เมตร

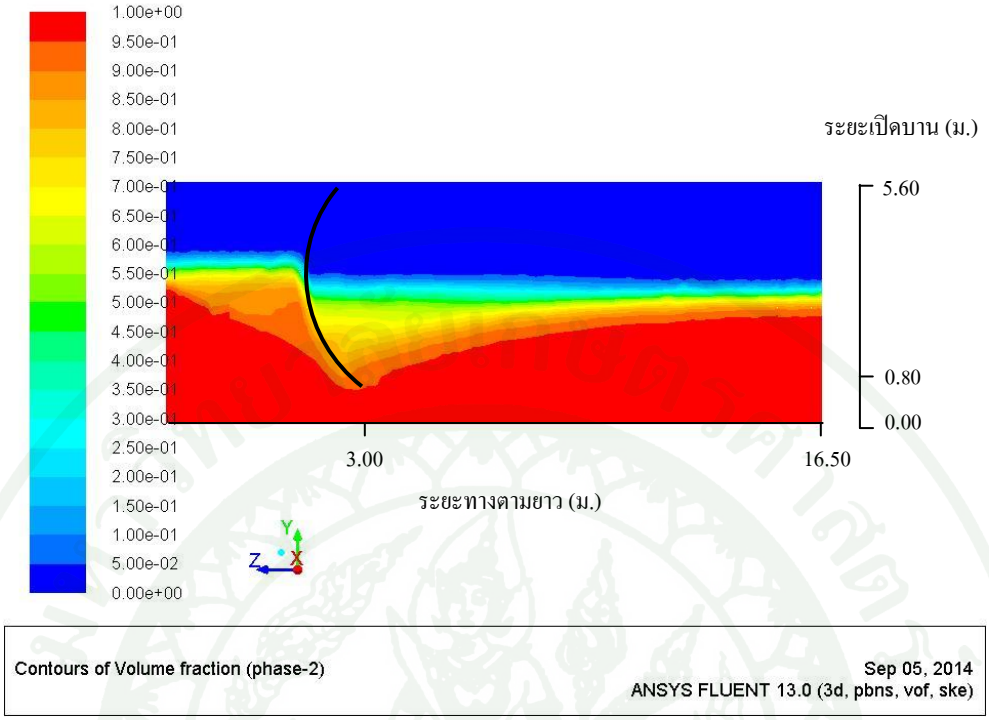
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร ระดับเหนือน้ำ 10.12 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 9.09 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 74.70 ลบ.ม./วินาที



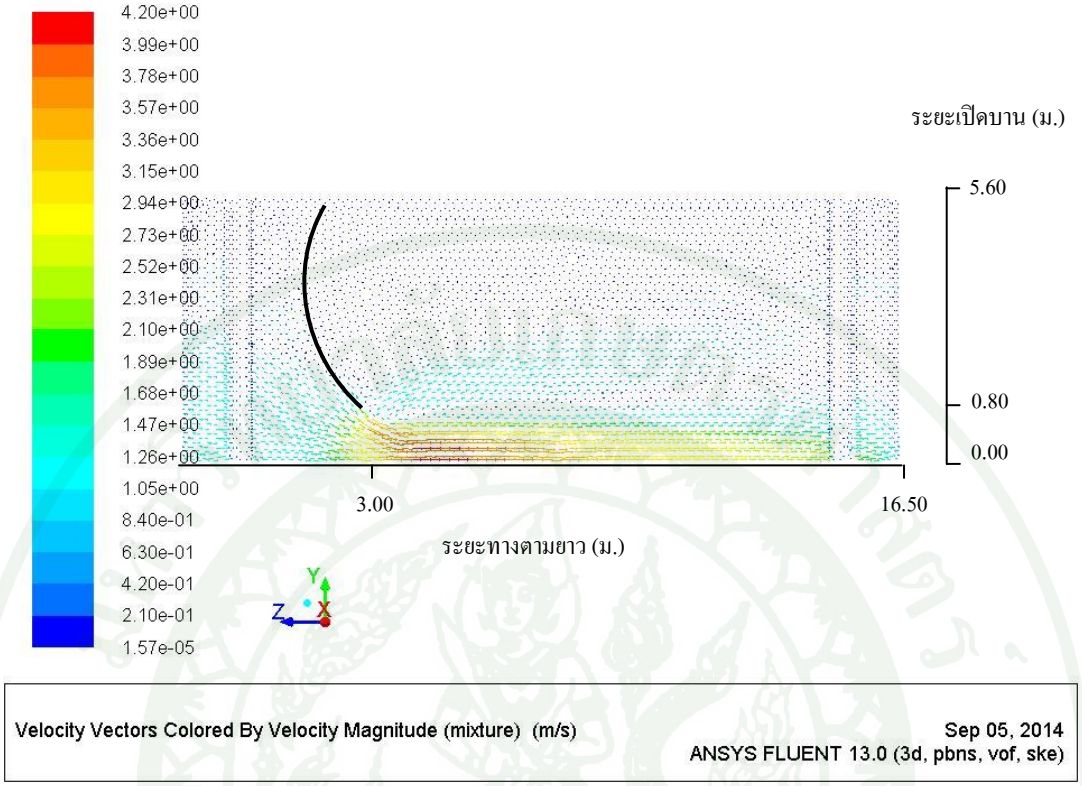
ภาพที่ 46 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร

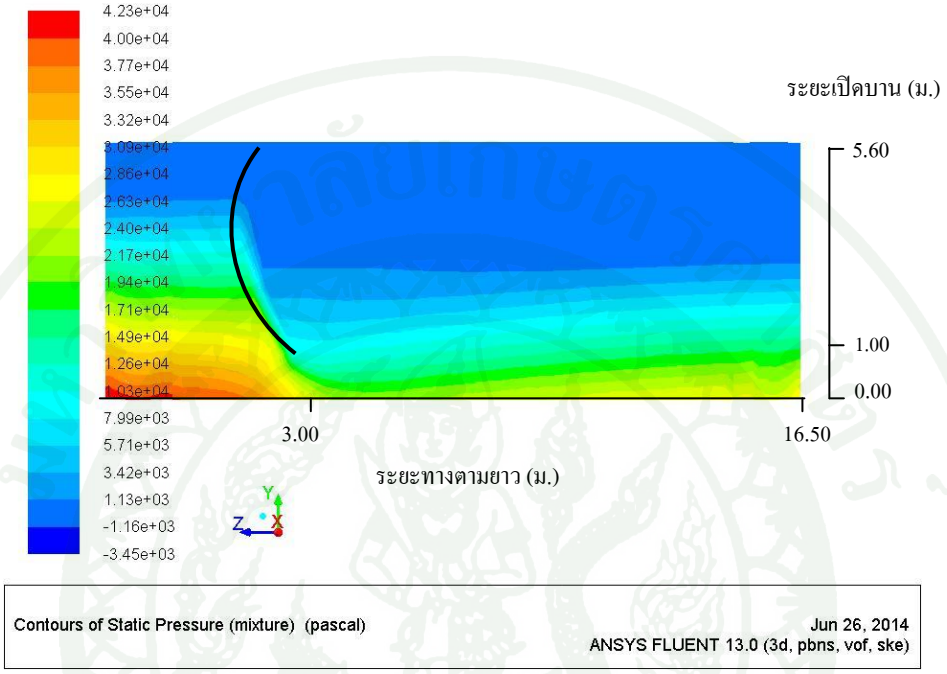
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.80 เมตร

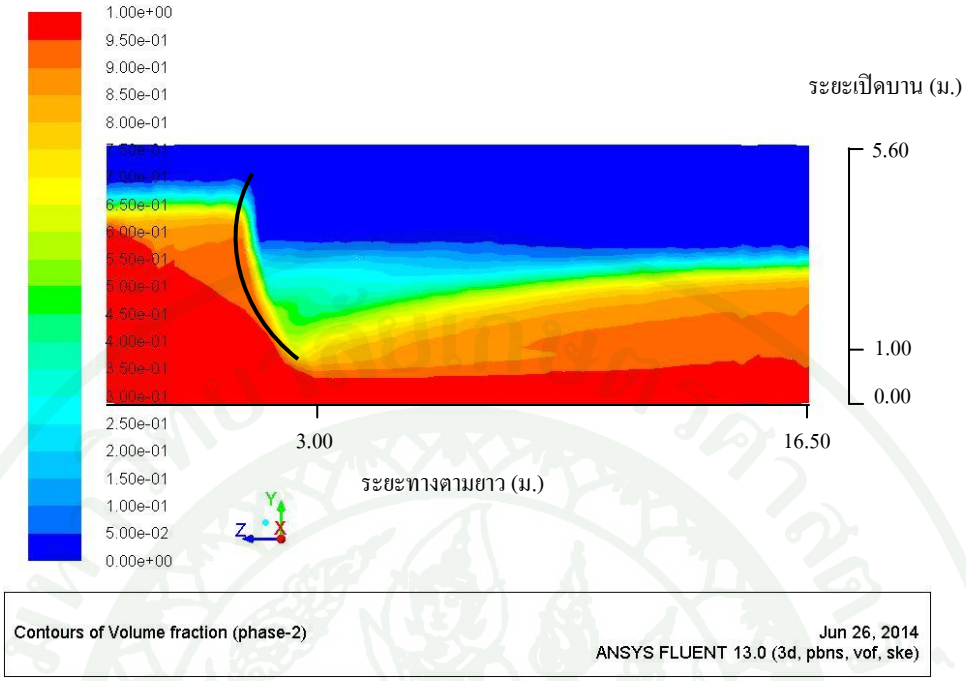
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร ระดับเหนือน้ำ 11.14 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 9.80 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 90.96 ลบ.ม./วินาที

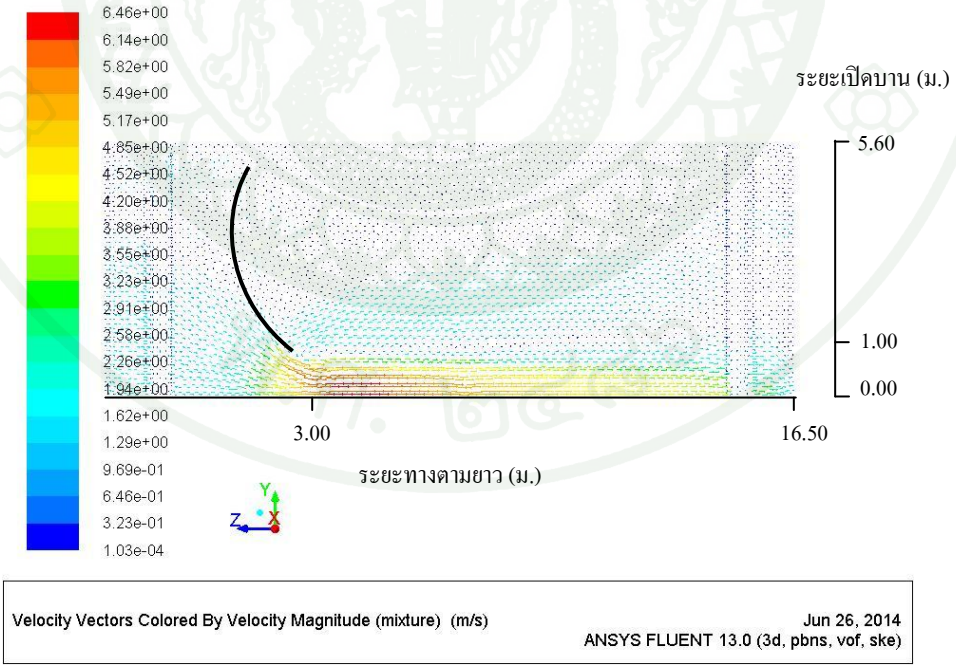


ภาพที่ 49 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



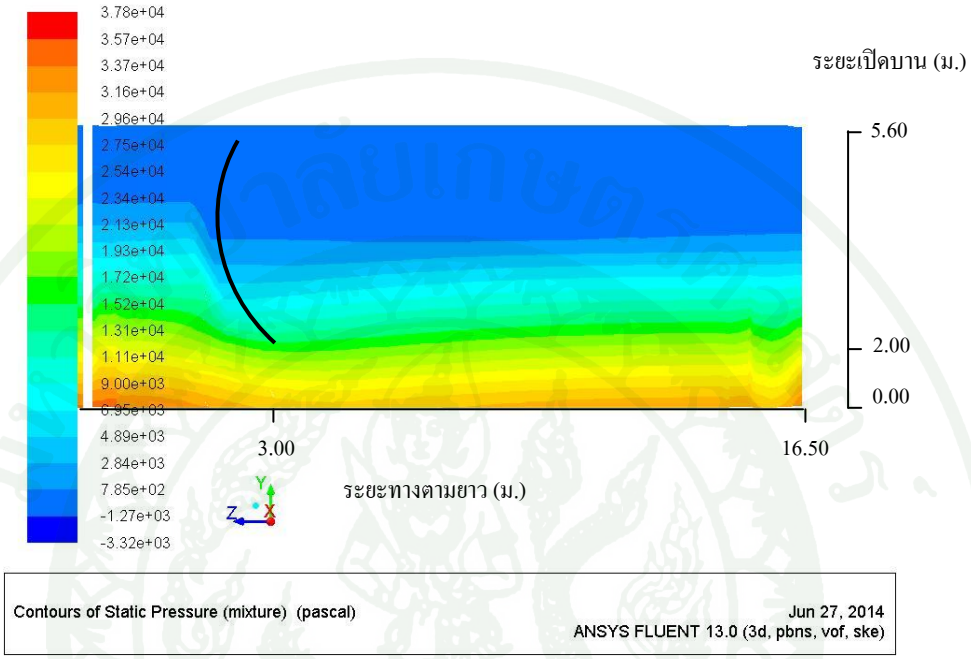
ภาพที่ 50 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร



ภาพที่ 51 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.00 เมตร

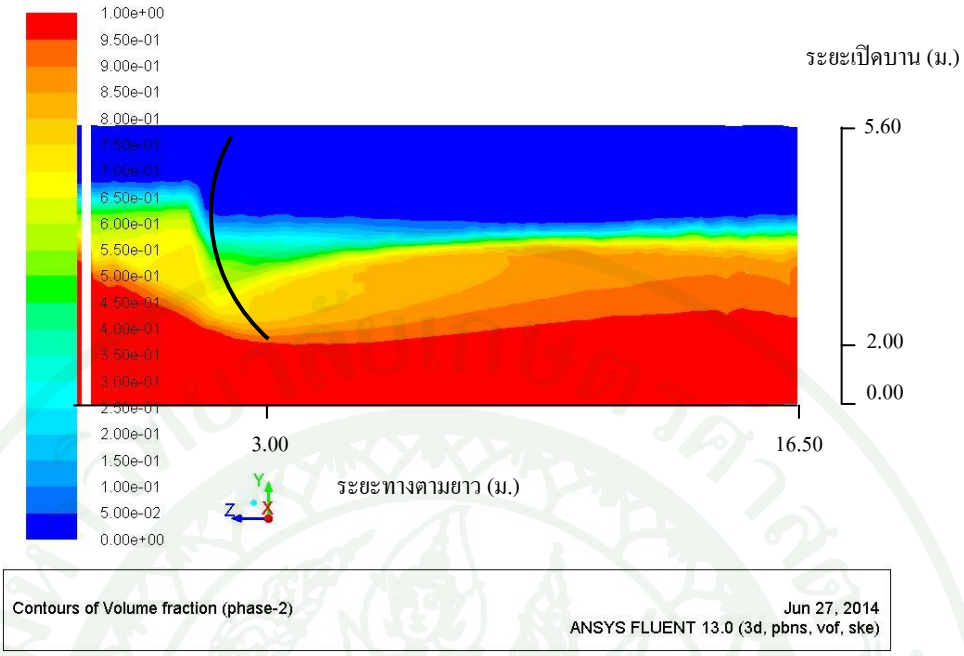
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร ระดับเหนือน้ำ 10.73 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 10.23 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 124.52 ลบ.ม./วินาที

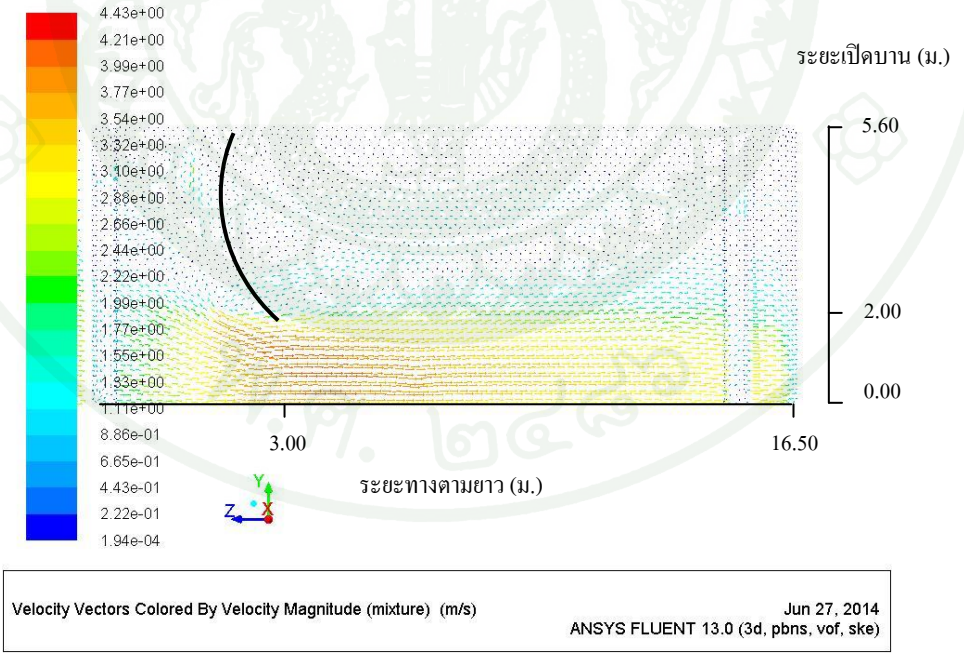


ภาพที่ 52 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 53 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร



ภาพที่ 54 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 2.00 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม (Verification)

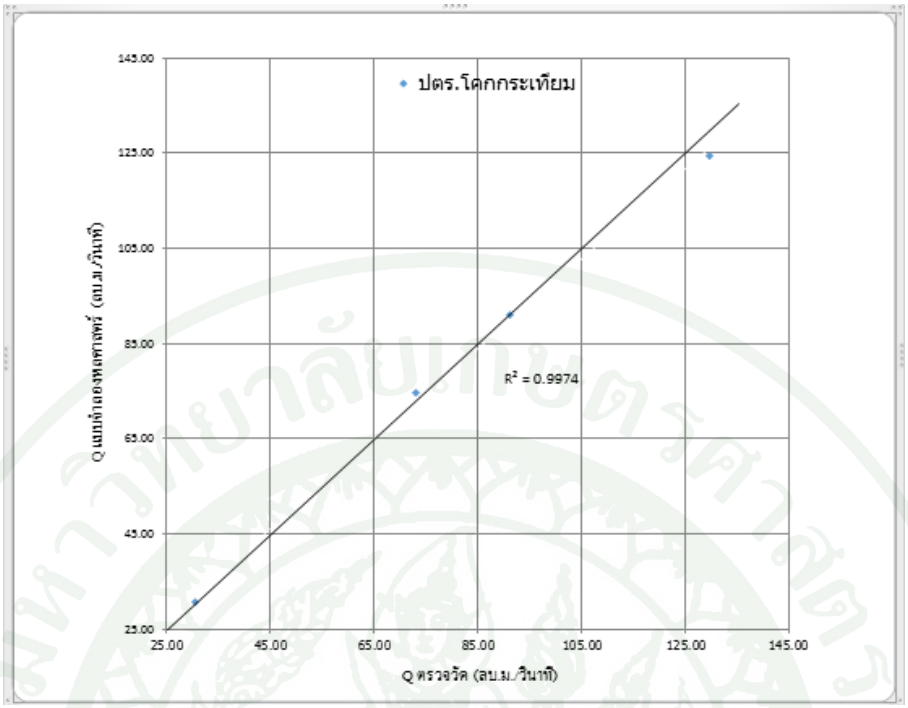
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 6.77 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 6.00 m

ที่	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ (msl)	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ (msl)	ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_s, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_0, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
1	10.37	8.80	1.57	5.55	2.03	0.30	6.76	4.00	24.00	30.56	0.11	30.60	0.14
2	10.12	9.09	1.03	4.50	2.32	0.80	2.90	4.00	24.00	74.70	0.30	72.95	2.40
3	11.14	9.80	1.34	5.13	3.03	1.00	3.03	4.00	24.00	90.96	0.24	91.32	0.40
4	10.73	10.23	0.50	3.13	3.46	2.00	1.73	4.00	24.00	124.52	0.48	129.63	3.94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร. โคกกระเทียม (Verification)

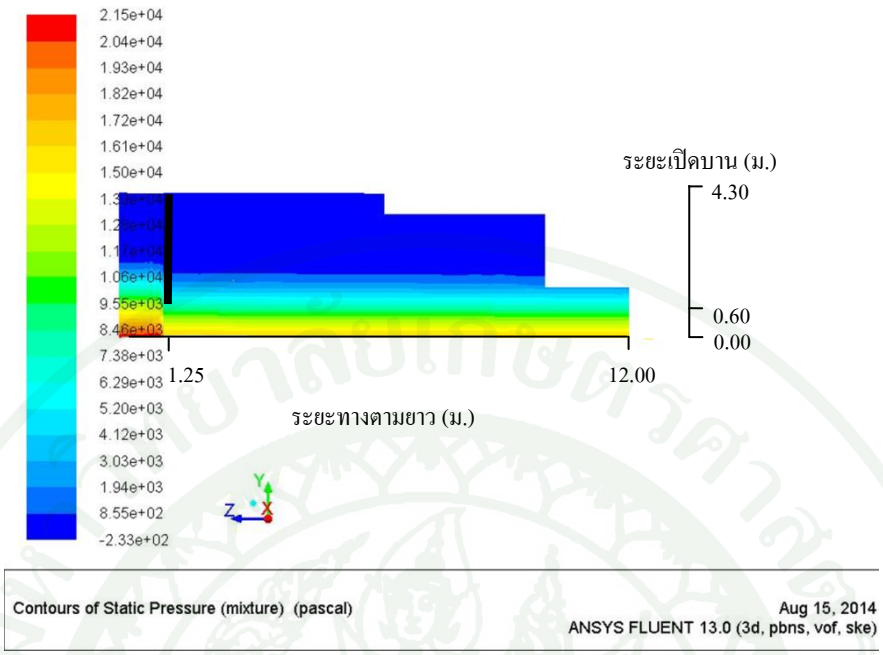
2.2 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)

ใช้ข้อมูลการวัดน้ำ เดือนมกราคม 2557 จำนวน 6 ครั้ง ตามตารางที่ 6 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.60 0.65 0.75 0.85 0.95 และ 1.10 เมตร แล้วนำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางพลศาสตร์ ดังภาพที่ 56 ถึง ภาพที่ 73 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 12 และภาพที่ 74

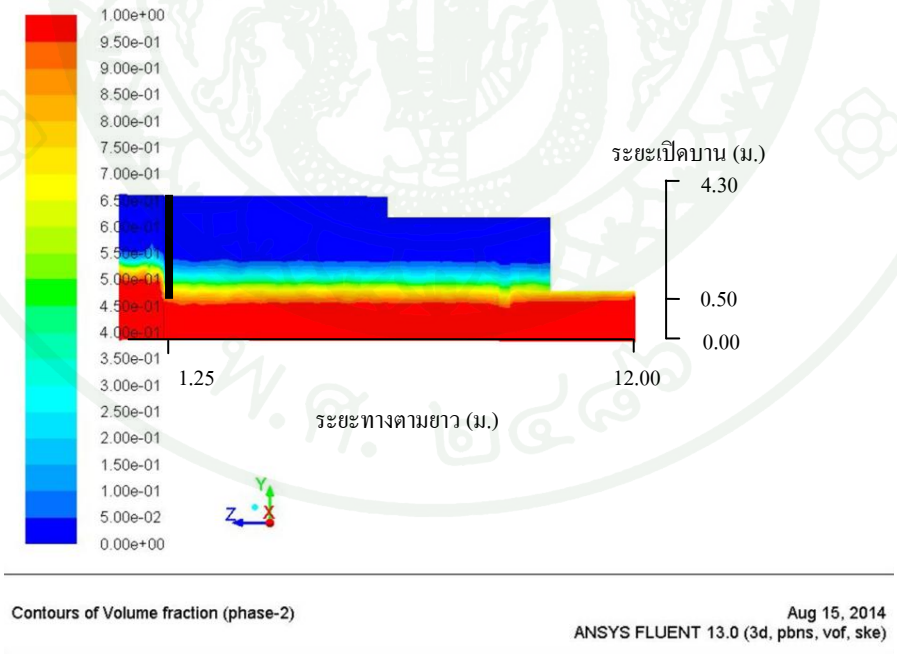
ผลการวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำผ่าน ปตร.พระนารายณ์ โดย CFD

1. เปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.18 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 5.92 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 42.05 ลบ.ม./วินาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

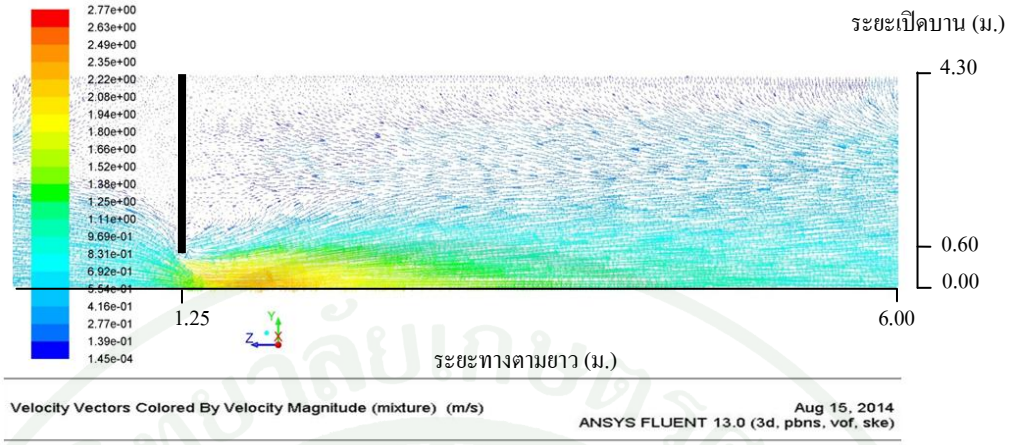


ภาพที่ 56 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร



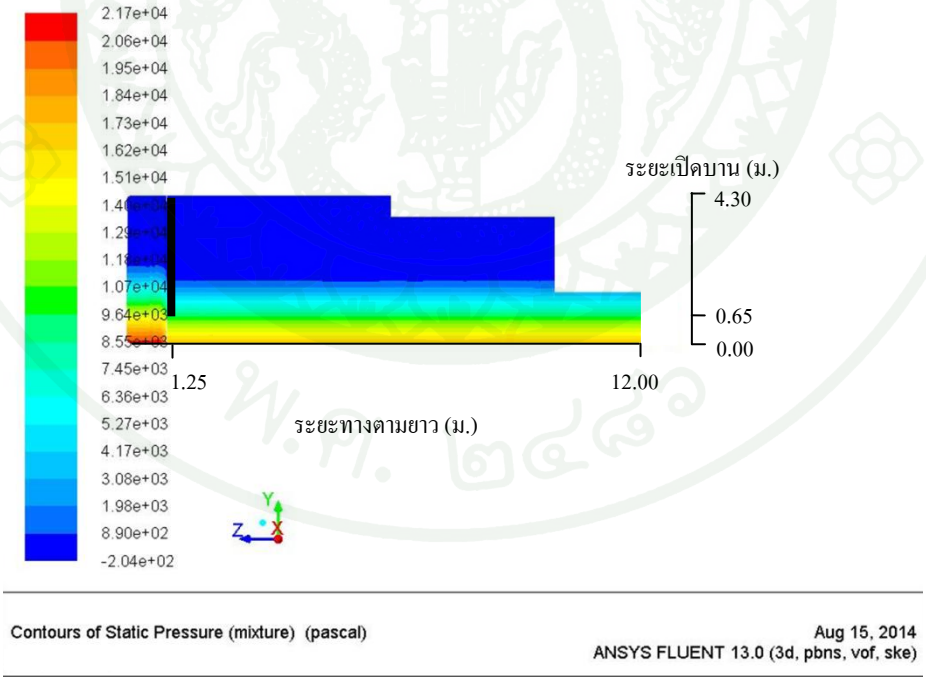
ภาพที่ 57 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



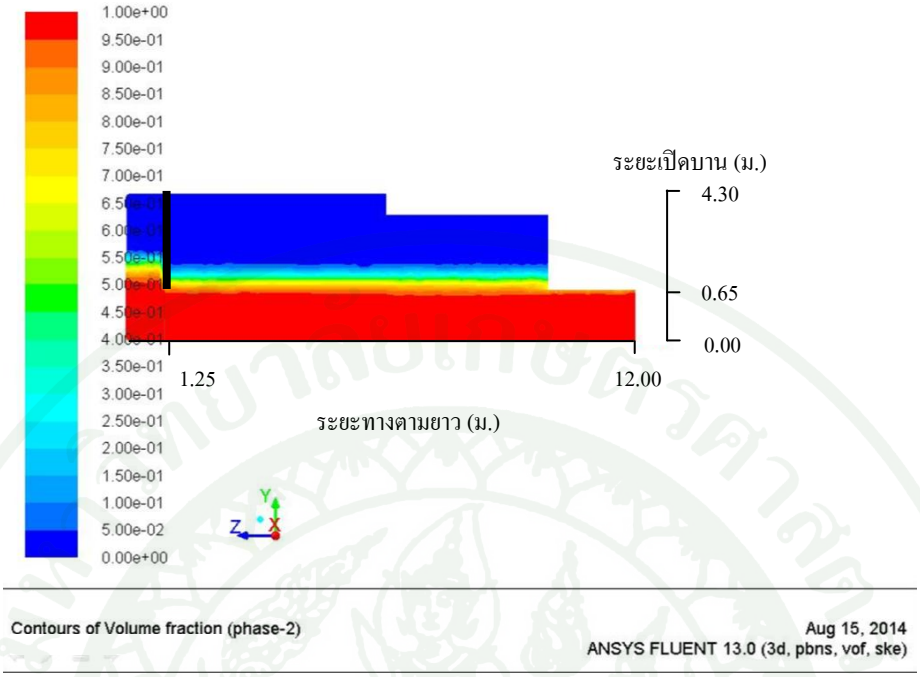
ภาพที่ 58 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.60 เมตร

2. เปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.21 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 5.98 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 42.78 ลบ.ม./วินาที

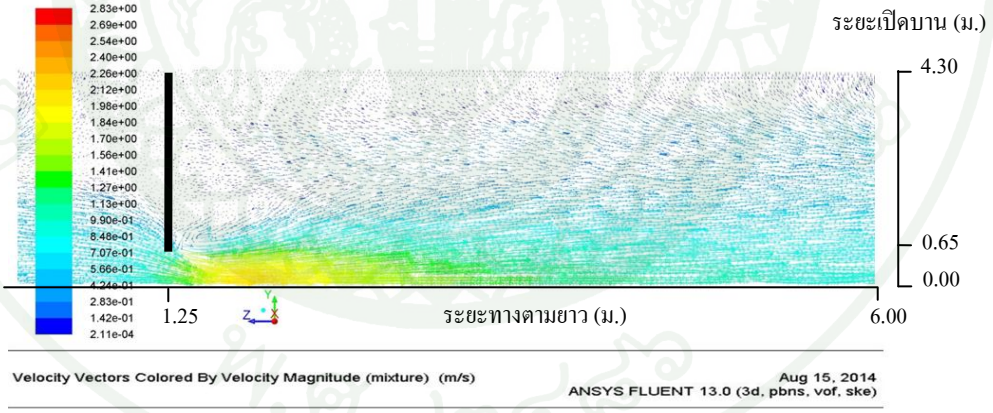


ภาพที่ 59 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



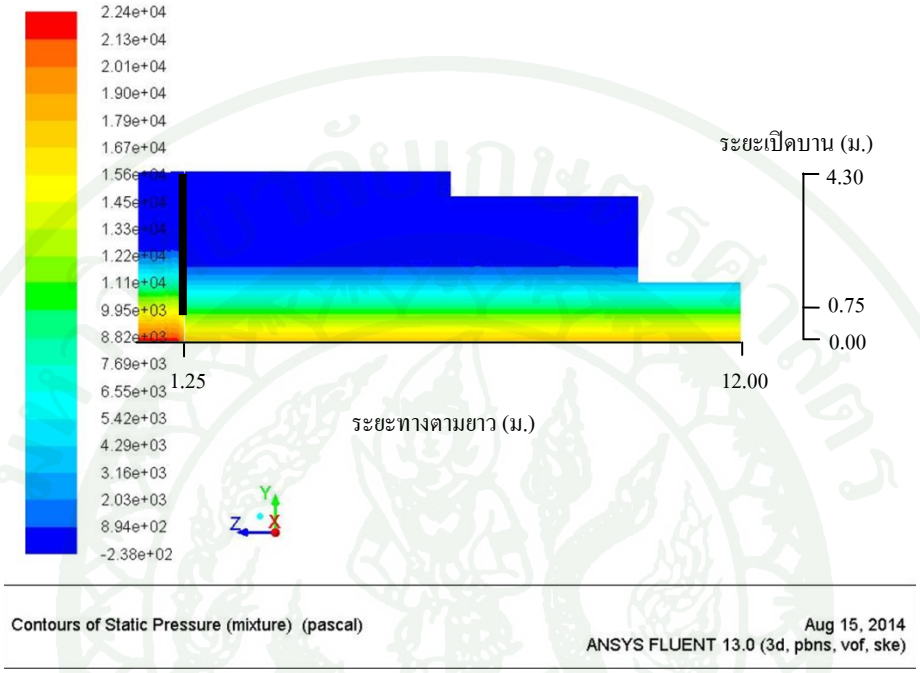
ภาพที่ 60 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร



ภาพที่ 61 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.65 เมตร

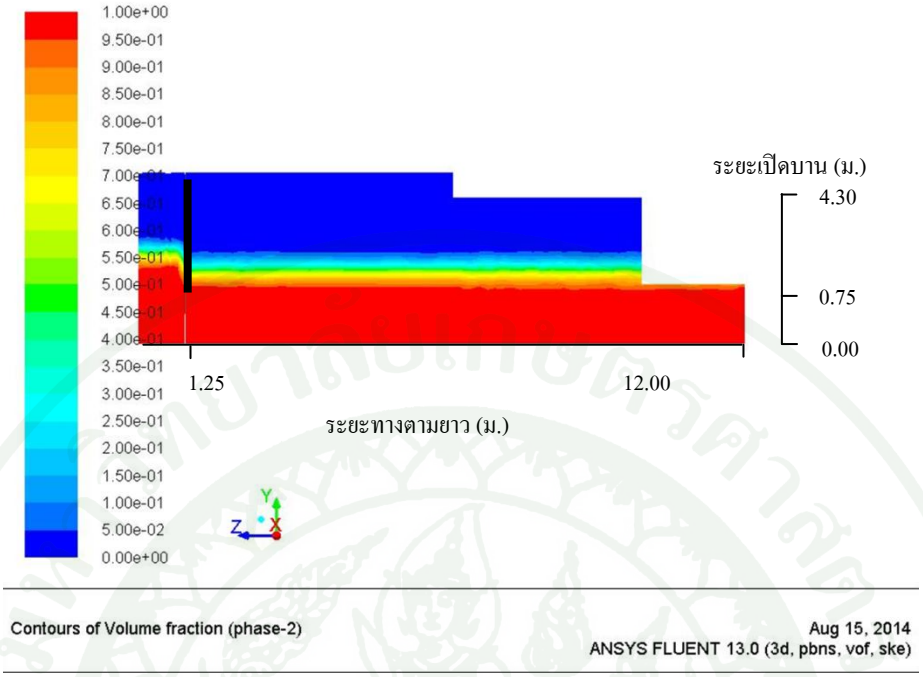
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.24 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 6.06 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 44.02 ลบ.ม./วินาที

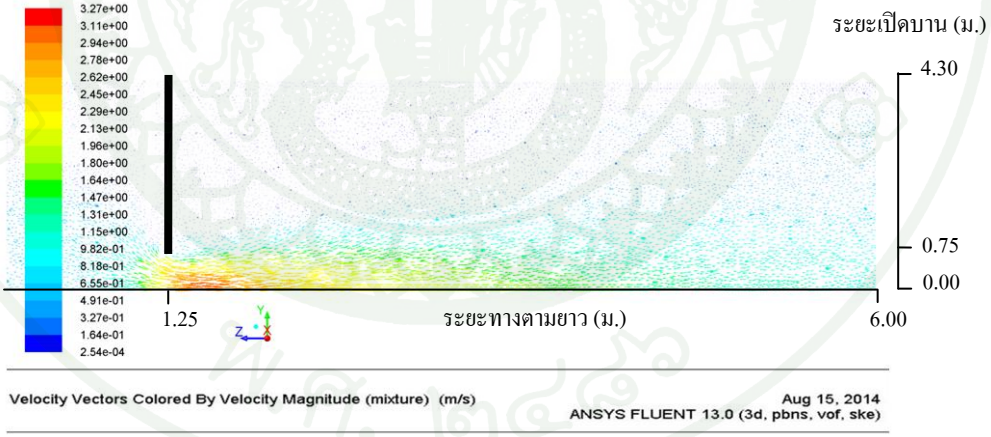


ภาพที่ 62 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



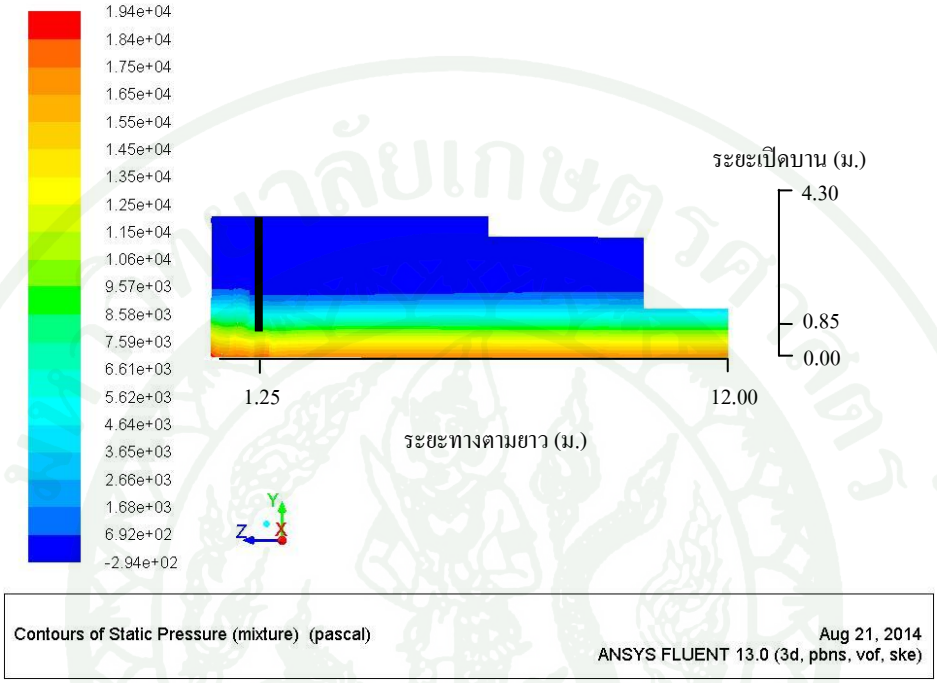
ภาพที่ 63 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร



ภาพที่ 64 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.75 เมตร

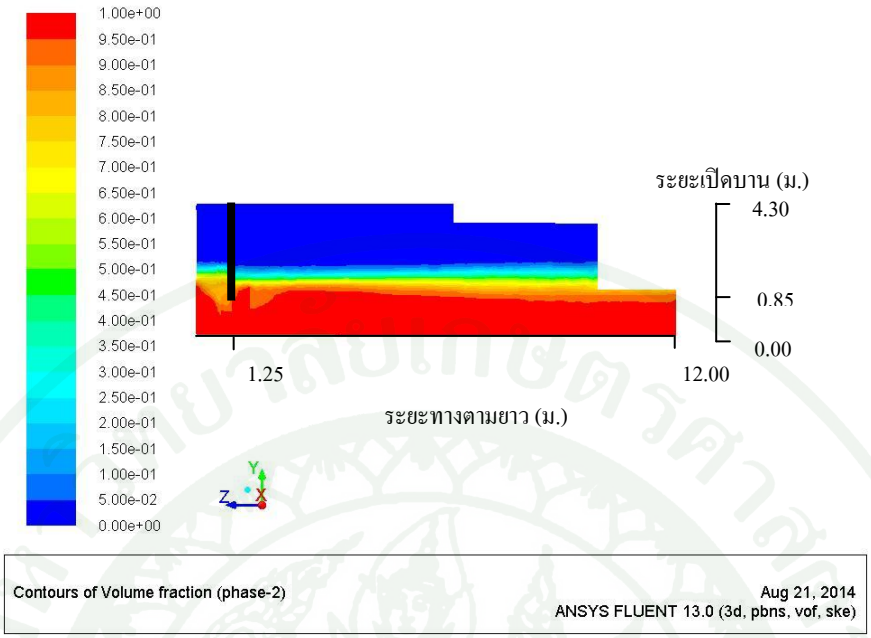
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. เปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.13 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 6.01 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 47.13 ลบ.ม./วินาที

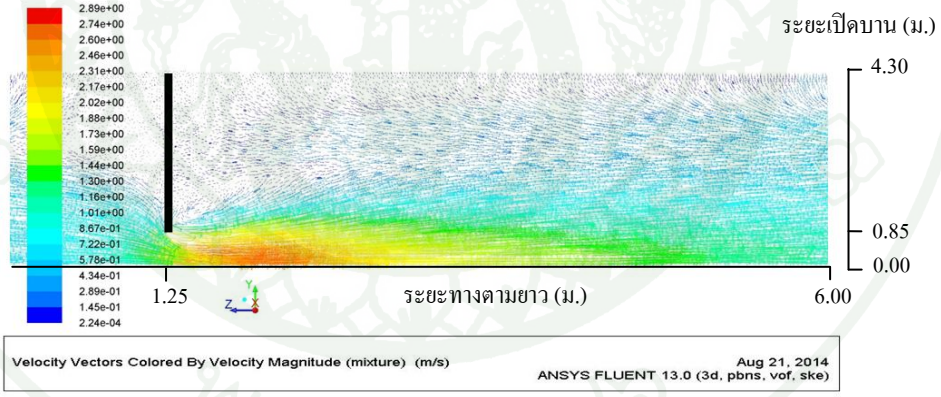


ภาพที่ 65 แสดงเส้นชั้นของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



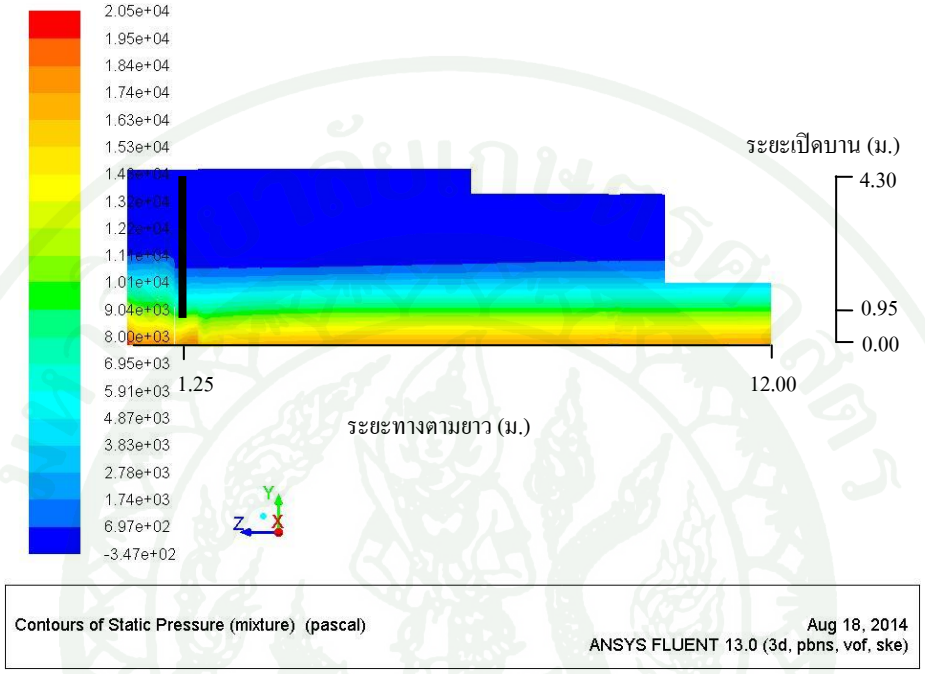
ภาพที่ 66 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร



ภาพที่ 67 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.85 เมตร

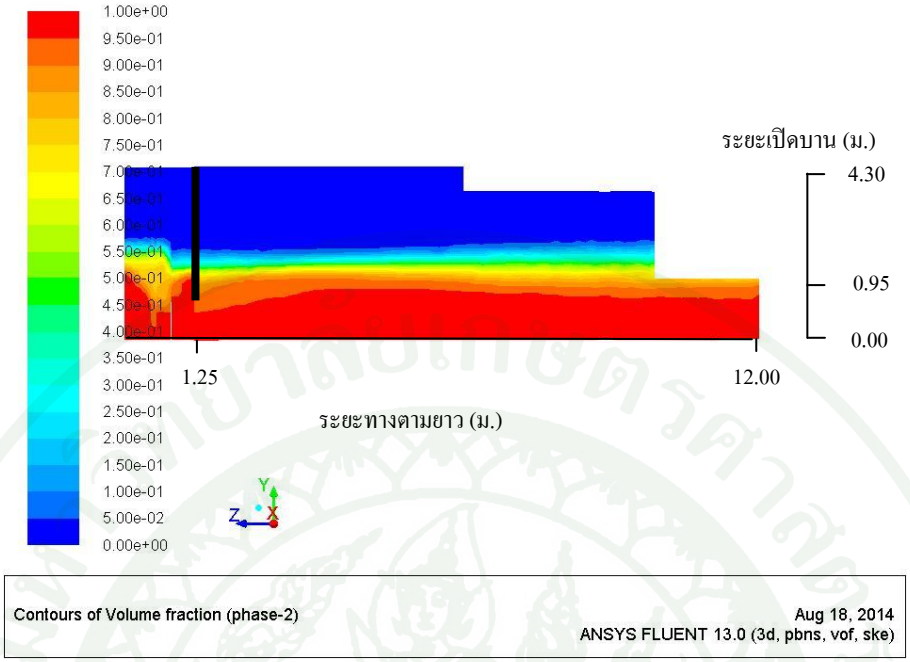
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.19 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 6.06 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 51.91 ลบ.ม./วินาที

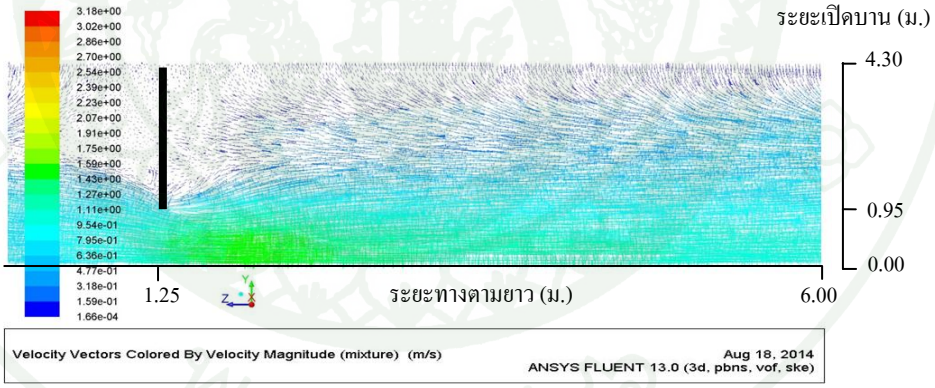


ภาพที่ 68 แสดงการกระจายตัวของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



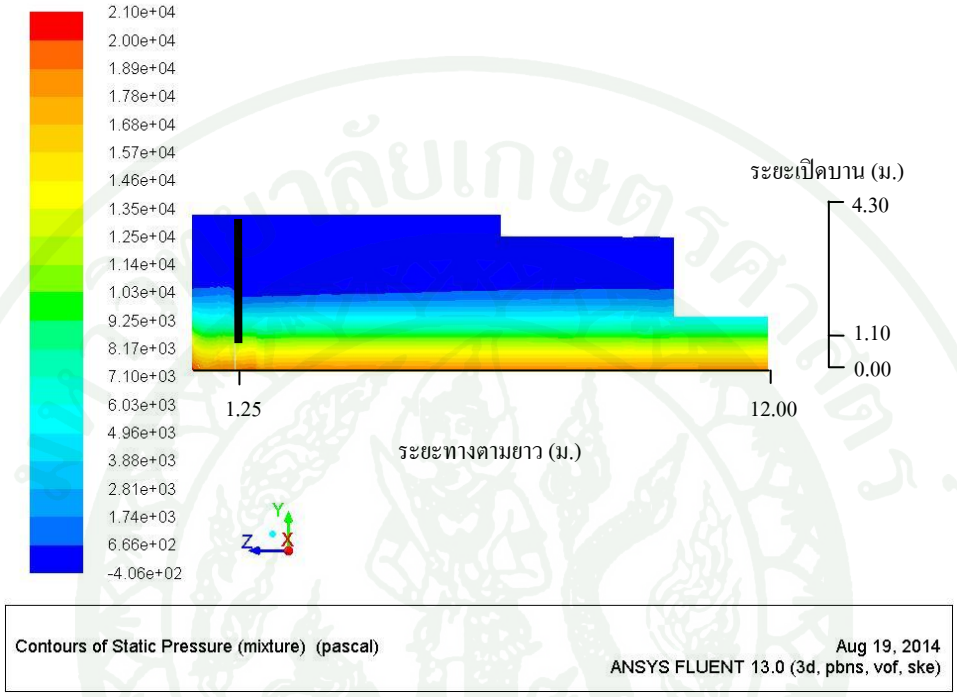
ภาพที่ 69 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร



ภาพที่ 70 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 0.95 เมตร

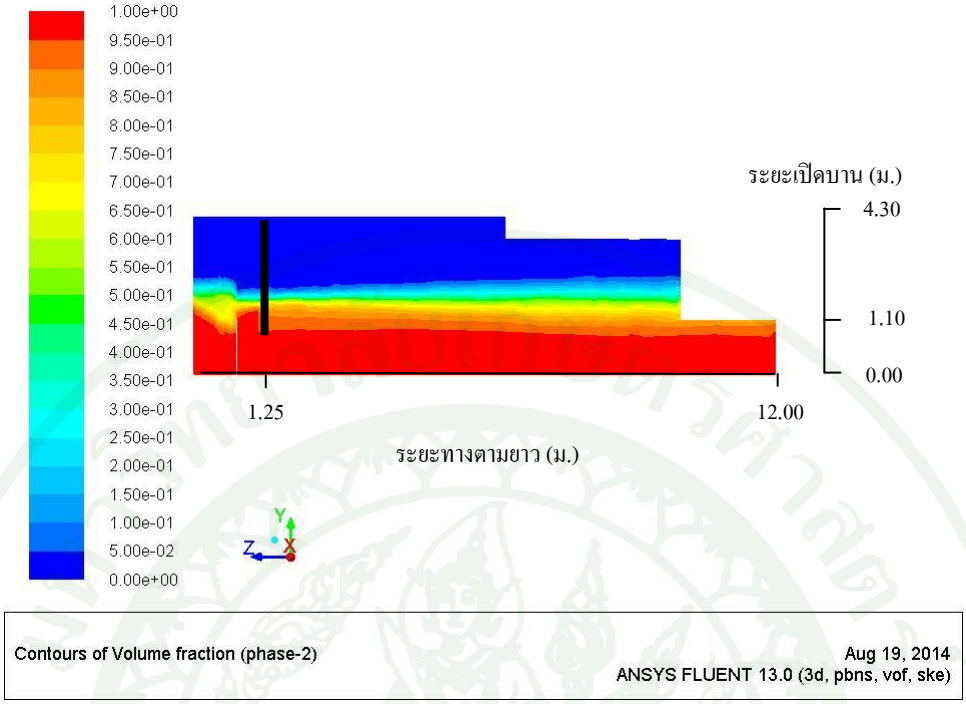
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร ระดับเหนือน้ำ 6.33 ม.รทก. และระดับท้ายน้ำ 6.21 ม.รทก. ปริมาณน้ำผ่านประตูน้ำ 54.13 ลบ.ม./วินาที

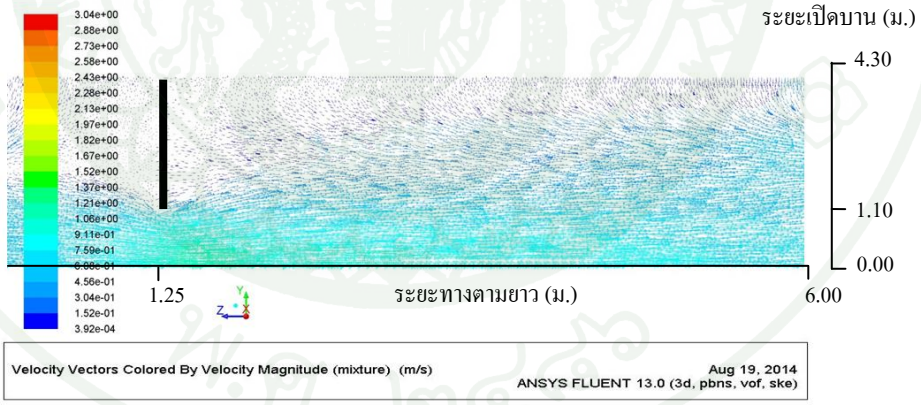


ภาพที่ 71 แสดงการกระจายตัวของความดันบริเวณประตูน้ำเมื่อเปิดบานประตูน้ำระดับ 1.10 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 72 แสดงเส้นชั้นระหว่างน้ำกับอากาศเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร



ภาพที่ 73 แสดงทิศทางของความเร็วเมื่อเปิดบานประตูน้ำ 1.10 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 แสดงการคำนวณการหาค่าอัตราการไหล โดยแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์ (Verification)

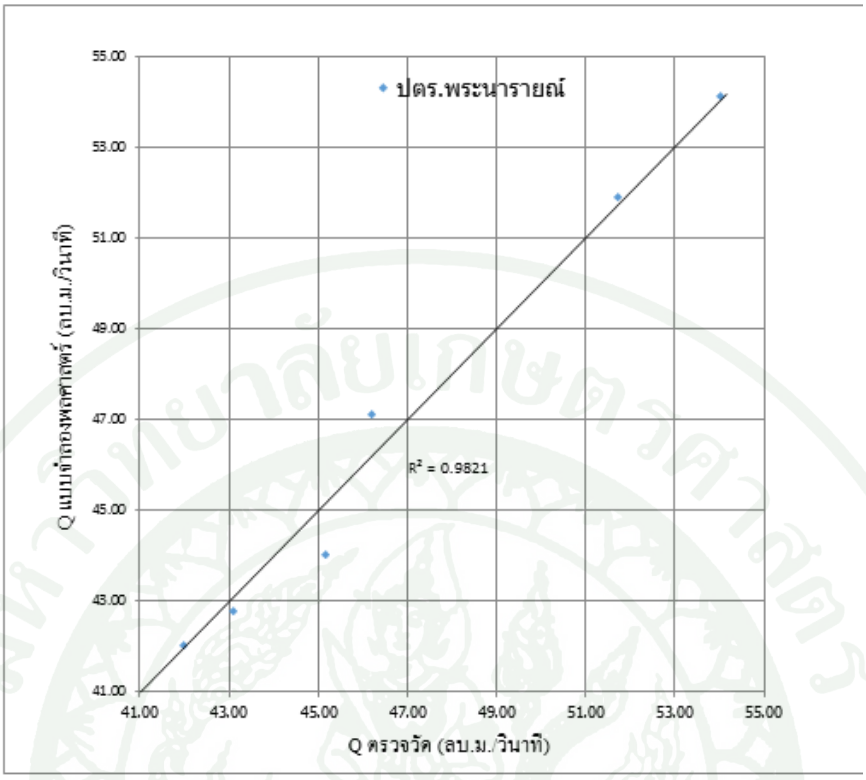
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 4.20 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 4.20 m

ที่	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ (msl)	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ (msl)	ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_s, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_o, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
1	6.18	5.92	0.26	2.26	1.72	0.60	2.87	8.00	33.60	42.05	0.32	41.96	0.21
2	6.21	5.98	0.23	2.12	1.78	0.65	2.74	8.00	33.60	42.78	0.34	43.10	0.73
3	6.24	6.06	0.18	1.88	1.86	0.75	2.48	8.00	33.60	44.02	0.37	45.18	2.56
4	6.13	6.01	0.12	1.53	1.81	0.85	2.13	8.00	33.60	47.13	0.51	46.18	2.05
5	6.19	6.06	0.13	1.60	1.86	0.95	1.96	8.00	33.60	51.91	0.52	51.70	0.41
6	6.33	6.21	0.12	1.53	2.01	1.10	1.83	8.00	33.60	54.13	0.52	54.00	0.24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 74 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร. พระนารายณ์ (Verification)

3. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0

3.1 ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง)

ใช้ข้อมูลการวัดอัตราการไหล เดือนมิถุนายน 2556 จำนวน 9 ครั้ง ตามตารางที่ 5 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.30 0.60 0.80 1.00 1.50 2.00 2.20 2.40 และ 2.60 เมตร ซึ่งนำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางพลศาสตร์ ดังภาพที่ 17 - 31 และ ภาพที่ 43 - 54 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.91 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 แสดงการคำนวณการหาค่า C_s ของปตร.โคกกระเทียมโดย CFD

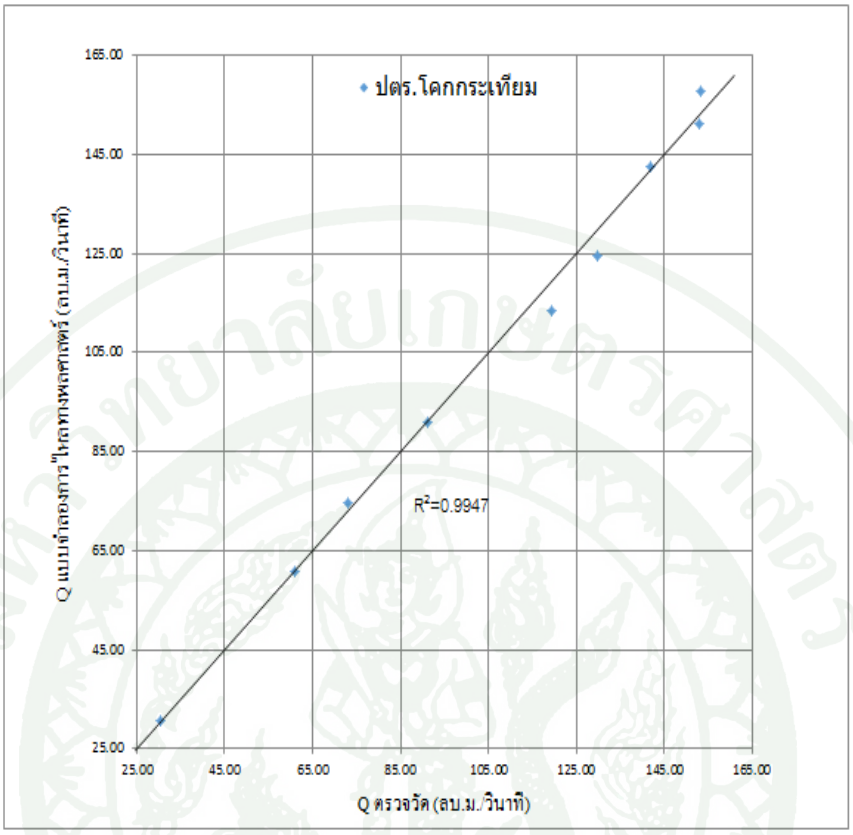
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 6.77 msl

ความกว้างปะตูระบายน้ำ 6.00 m

ที่	ระดับน้ำ ด้านเหนือน้ำ (msl)	ระดับน้ำ ด้านท้ายน้ำ (msl)	ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_S, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_0, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
1	10.37	8.80	1.57	5.55	2.03	0.30	6.76	4.00	24.00	30.56	0.11	30.60	0.14
2	11.71	9.84	1.87	6.06	3.07	0.60	5.12	4.00	24.00	60.67	0.14	61.08	0.67
3	10.12	9.09	1.03	4.50	2.32	0.80	2.90	4.00	24.00	74.70	0.30	72.95	2.40
4	11.14	9.80	1.34	5.13	3.03	1.00	3.03	4.00	24.00	90.96	0.24	91.32	0.40
5	10.96	10.01	0.95	4.32	3.24	1.50	2.16	4.00	24.00	113.30	0.34	119.24	4.98
6	10.73	10.23	0.50	3.13	3.46	2.00	1.73	4.00	24.00	124.52	0.48	129.63	3.94
7	11.50	10.98	0.52	3.19	4.21	2.20	1.91	4.00	24.00	142.64	0.44	141.84	0.57
8	11.49	10.97	0.52	3.19	4.20	2.40	1.75	4.00	24.00	151.15	0.47	153.03	1.23
9	11.43	10.99	0.44	2.94	4.22	2.60	1.62	4.00	24.00	157.62	0.53	153.29	2.83

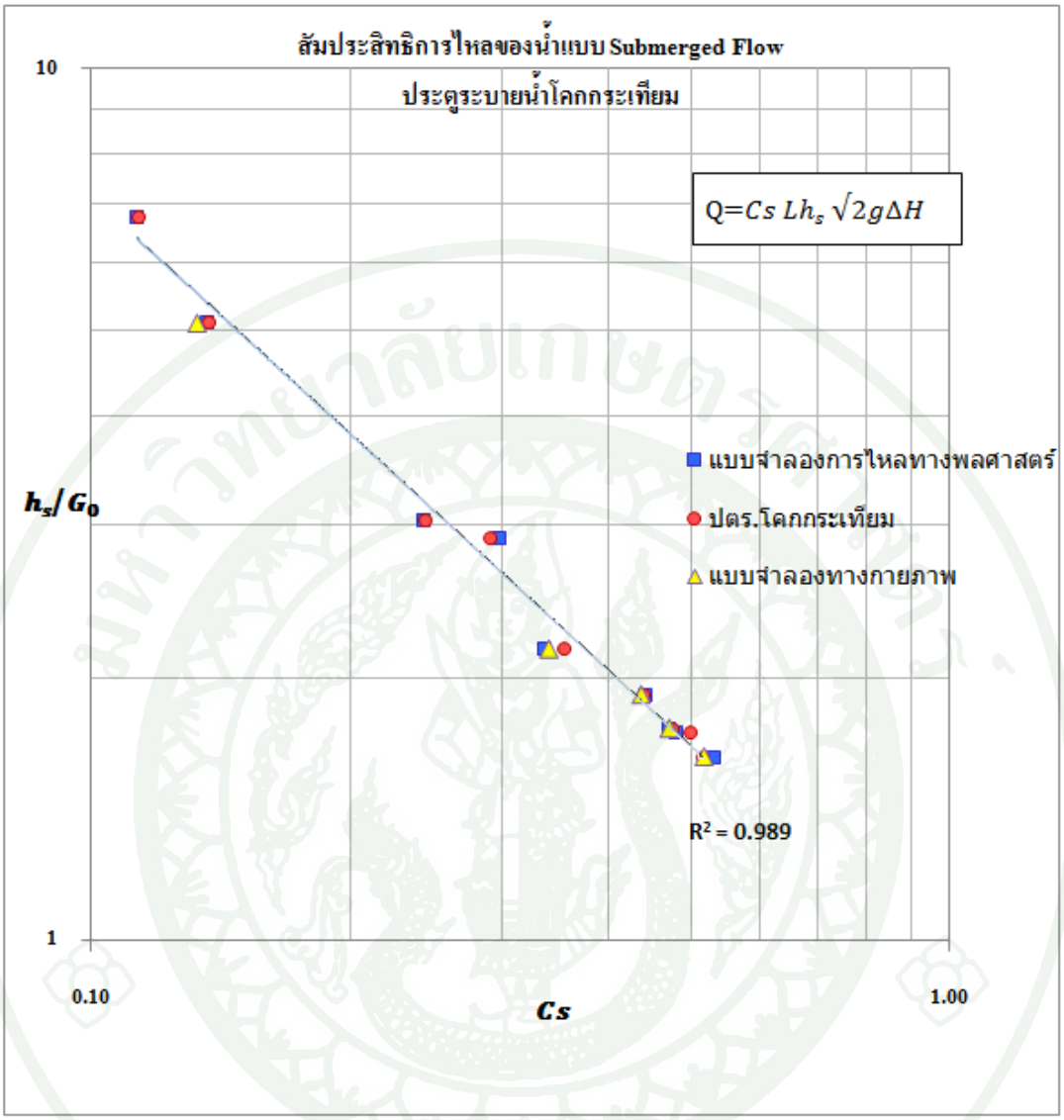
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 75 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.โคกกระเทียม

จากตารางที่ 13 นำมาพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของค่าเฉลี่ยของแบบจำลอง CFD แบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม และค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดในสนาม ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม ดังภาพที่ 76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 76 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)

ใช้ข้อมูลการวัดน้ำ เดือนมกราคม 2557 จำนวน 9 ครั้ง ตามตารางที่ 6 ได้แก่ ค่าการยกบานระบายที่ 0.50 0.60 0.65 0.75 0.80 0.85 0.95 1.10 และ 1.50 เมตร ซึ่งนำมาทดสอบโดยแบบจำลองทางพลศาสตร์ ดังภาพที่ 33 - 41 และ ภาพที่ 56 - 73 ซึ่งค่าอัตราการไหลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.75 เปอร์เซ็นถือว่ายอมรับได้ ดังตารางที่ 14 และภาพที่ 77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 แสดงการคำนวณการหาค่า C_s ของปตร.พระนารายณ์โดย CFD

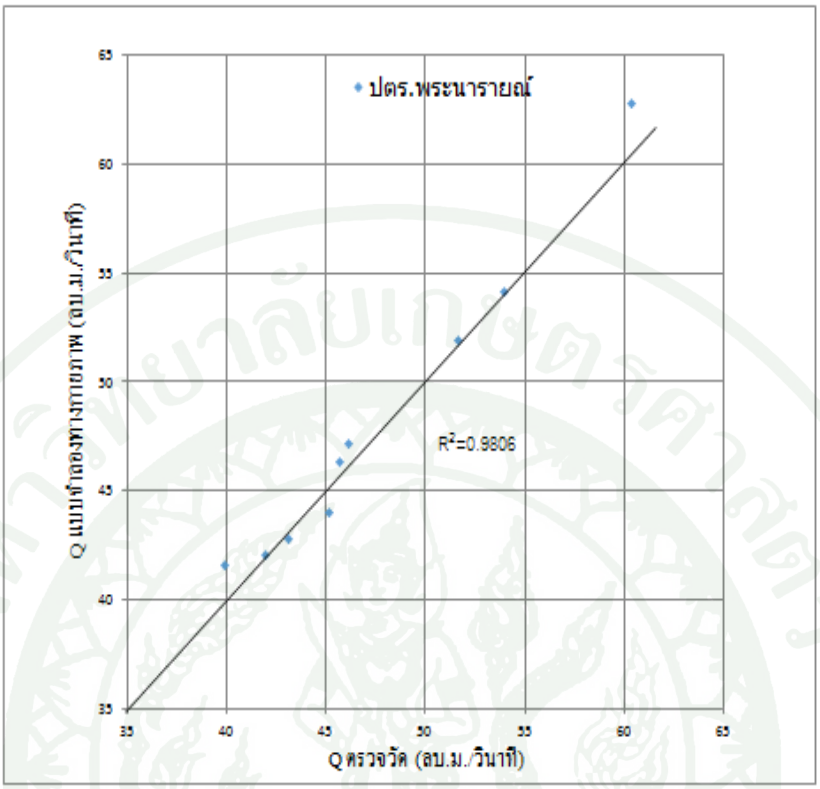
แบบจำลองพลศาสตร์

ระดับธรณีประตู 4.20 msl

ความกว้างประตูระบายน้ำ 4.20 m

ที่	ระดับน้ำ		ความแตกต่างของระดับเหนือน้ำและท้ายน้ำ (ΔH, m)	$\sqrt{2g\Delta H}$	ความแตกต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำกับธรณีประตู (h_S, m)	ระยะยกบานประตูระบายน้ำ (G_0, m)	h_s/G_o	จำนวนบานที่เปิดประตู	ความยาวรวมการเปิดประตูระบายน้ำ (L,m)	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจาก CFD (Q, m^3/s)	C_S	ปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำจากสนาม (Q, m^3/s)	% ความคลาดเคลื่อน
	ด้านเหนือน้ำ (msl)	ด้านท้ายน้ำ (msl)											
1	6.20	5.90	0.30	2.43	1.70	0.50	3.40	8.00	33.60	41.56	0.30	39.90	4.16
2	6.18	5.92	0.26	2.26	1.72	0.60	2.87	8.00	33.60	42.05	0.32	41.96	0.21
3	6.21	5.98	0.23	2.12	1.78	0.65	2.74	8.00	33.60	42.78	0.34	43.10	0.73
4	6.24	6.06	0.18	1.88	1.86	0.75	2.48	8.00	33.60	44.02	0.37	45.18	2.56
5	6.00	5.87	0.13	1.60	1.67	0.80	2.09	8.00	33.60	46.34	0.52	45.67	1.48
6	6.13	6.01	0.12	1.53	1.81	0.85	2.13	8.00	33.60	47.13	0.51	46.18	2.05
7	6.19	6.06	0.13	1.60	1.86	0.95	1.96	8.00	33.60	51.91	0.52	51.70	0.41
8	6.33	6.21	0.12	1.53	2.01	1.10	1.83	8.00	33.60	54.13	0.52	54.00	0.24
9	6.36	6.25	0.11	1.47	2.05	1.50	1.37	8.00	33.60	62.74	0.62	60.38	3.90

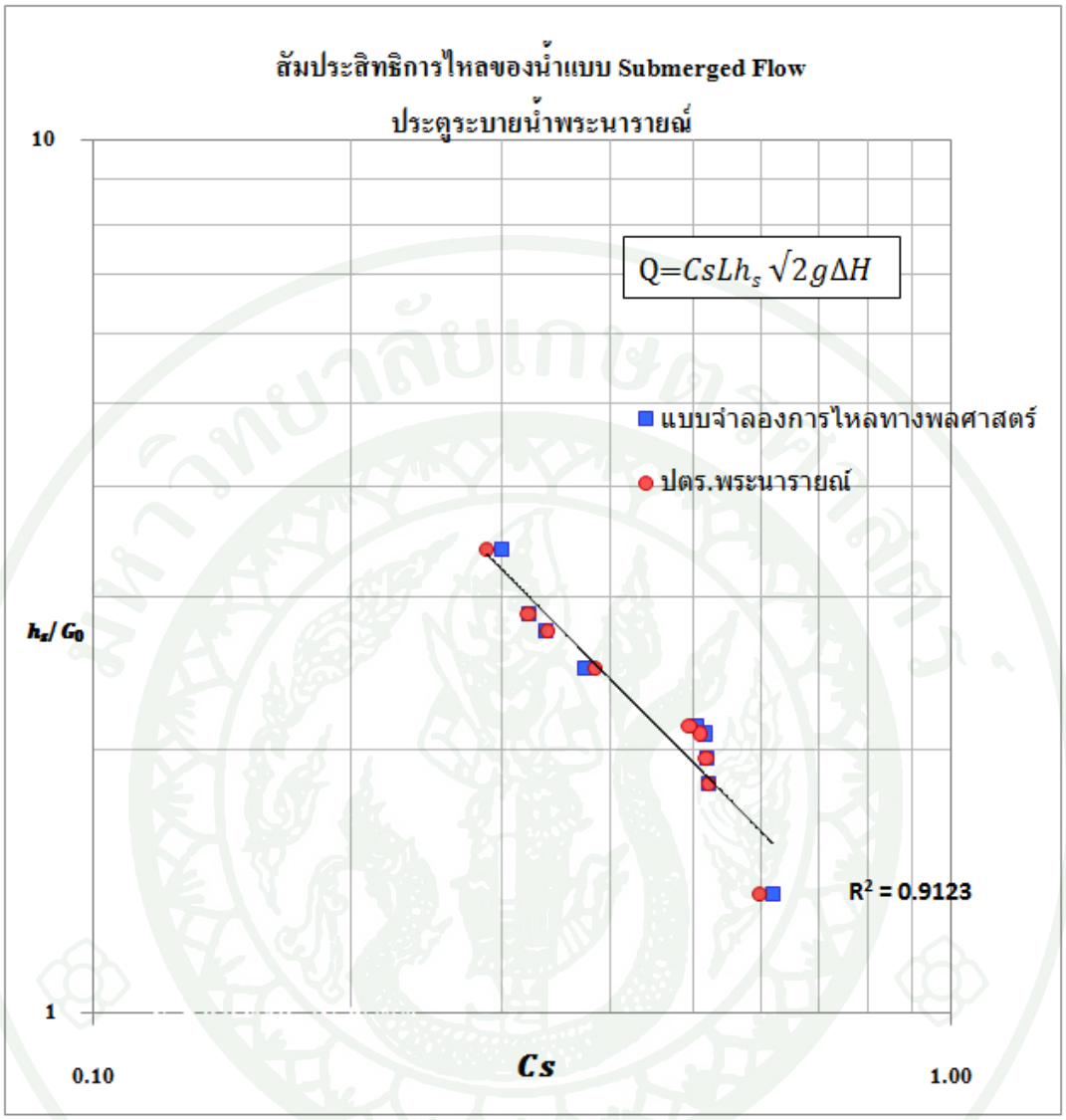
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 77 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่ตรวจวัดกับแบบจำลองพลศาสตร์ ปตร.พระนารายณ์

จากตารางที่ 14 นำมาพล๊อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของค่าเฉลี่ยระหว่างแบบจำลอง CFD และ สนาม ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ ดังภาพที่ 78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 78 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากการศึกษาวิเคราะห์การไหลของน้ำ ผ่านประตูระบายน้ำโคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการยกบานระบายเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการวัดปริมาณน้ำในสนามมีคลาดเคลื่อน 1.91% ซึ่งถือว่า ยอมรับได้ หลังจากนั้น นำข้อมูล จากสนามและแบบจำลองทางกายภาพมาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง CFD แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียมซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เมื่อทราบค่าระดับน้ำในสนามได้

จากการศึกษาวิเคราะห์การไหลของน้ำ ผ่านประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการยกบานระบายเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการวัดปริมาณน้ำในสนามมีคลาดเคลื่อน1.75% ซึ่งถือว่า ยอมรับได้ หลังจากนั้น นำข้อมูลจากสนาม มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง CFD แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เมื่อทราบค่าระดับน้ำในสนาม

การประยุกต์ใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 คำนวณหาปริมาณน้ำผ่านประตูระบาย มีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อทราบ อัตราส่วนความแตกต่างระหว่างท้ายน้ำและธรณีประตูต่อระยะเปิดบานประตู (h_s/G_0) ที่อยู่ในแกน y

2. ลาก ค่า h_s/G_0 ในแนวราบมาตัดเส้นกราฟแล้วลากลงในแนวดิ่งมาตัดค่าในแกน x จะได้ค่า C_s

3. นำค่า C_s ที่ได้ในข้อ 2 มาคำนวณอัตราการไหล จากสมการ $Q = C_s L h_s \sqrt{2g\Delta H}$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในการคำนวณหาอัตราการไหล โดยไม่ต้องไปวัดน้ำในสนาม เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายและเวลาในการวัดน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปตร.โคกกระเทียม (ชนิดบานโค้ง)

จากผลการปรับเทียบ (Calibration) แบบจำลองพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamic) ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม ได้ค่า Roughness Height ในโปรแกรม Fluent เท่ากับ 0.00039 ทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรม Fluent ใกล้เคียงกับค่าอัตราการไหลของน้ำที่ตรวจวัดในสนามและแบบจำลองทางกายภาพ และอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำโคกกระทียม (ชนิดบานโค้ง) ที่ปรับระดับเหนือน้ำ ระดับท้ายน้ำ และระยะเปิดบานที่ 0.60 1.50 2.20 2.40 และ 2.60 เมตร ซึ่งทำการวิเคราะห์ในแบบจำลองในโปรแกรม Fluent จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 60.67 113.30 142.64 151.15 และ 157.62 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับโดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลของน้ำจากผลตรวจวัดจริงในสนามกับอัตราการไหลของน้ำที่ได้จาก Computational Fluid Dynamic (CFD) เท่ากับ 0.67 4.98 0.57 1.23 และ 2.83 เปอร์เซ็นตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% ถือว่ายอมรับได้

จากผลการสอบทาน (Verification) อัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำโคกกระเทียมที่ปรับระดับเหนือน้ำ ระดับท้ายน้ำ และระยะเปิดบานที่ 0.30 0.80 1.00 และ 2.00 เมตร ในแบบจำลองในโปรแกรม Fluent แล้วทำการวิเคราะห์จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 30.56 74.70 90.96 และ 124.52 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับโดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลของน้ำจากผลตรวจวัดจริงในสนามกับอัตราการไหลของน้ำที่ได้จาก Computational Fluid Dynamic (CFD) เท่ากับ 0.14 2.40 0.40 และ 3.94 เปอร์เซ็นตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% ถือว่ายอมรับได้

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียมมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า h_s/G_0 กับ C_s ของการไหลแบบ Submerged Flow ที่ประตูระบายน้ำโคกกระเทียมได้ดัง ภาพที่ 76 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination; R^2) เท่ากับ 98.90 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปตร.พระนารายณ์ (ชนิดบานตรง)

จากผลการปรับเทียบ (Calibration) แบบจำลองพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamic) ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ได้ค่า Roughness Height ในโปรแกรม Fluent เท่ากับ 0.00047 ทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรม Fluent ใกล้เคียงกับค่าอัตราการไหลของน้ำที่ตรวจวัดในสนาม และอัตราการไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำพระนารายณ์ (ชนิดบานตรง) ที่ปรับระดับเหนือน้ำ ระดับท้ายน้ำ และระยะเปิดบานที่ 0.50 0.80 และ 1.50 เมตร ซึ่งทำการวิเคราะห์ในแบบจำลองในโปรแกรม Fluent จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 41.56 46.34 และ 62.74 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลของน้ำจากผลตรวจวัดจริงในสนามกับอัตราการไหลของน้ำที่ได้จาก Computational Fluid Dynamic (CFD) เท่ากับ 4.16 1.48 และ 3.90 เปอร์เซ็นตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% เถือว่ายอมรับได้

จากผลการสอบทาน (Verification) อัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ที่ปรับระดับเหนือน้ำ ระดับท้ายน้ำ และระยะเปิดบานที่ 0.60 0.65 0.75 0.85 0.95 และ1.10 เมตร ในแบบจำลองในโปรแกรม Fluent แล้วทำการวิเคราะห์จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 42.05 42.78 44.02 47.13 51.91 และ 54.13 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลของน้ำจากผลตรวจวัดจริงในสนามกับอัตราการไหลของน้ำที่ได้จาก Computational Fluid Dynamic (CFD) เท่ากับ 0.21 0.73 2.56 2.05 0.41 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% ถือว่ายอมรับได้

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของประตูระบายน้ำพระนารายณ์ มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า h_s/G_0 กับ C_s ของการไหลแบบ Submerged Flow ที่ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ดังภาพที่ 78 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ และจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination; R^2) เท่ากับ 91.23 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาเรื่องอัตราการไหลของน้ำผ่านบานประตูชนิดบานโค้ง และชนิดบานตรง กรณีน้ำท่วมท้ายบานประตู (Submerged Flow) โดยใช้โปรแกรม Fluent ค่าปริมาณการไหลที่วัดได้และจากการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนน้อยมากสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารชลประทานอื่น ๆ ในลุ่มน้ำต่างๆของประเทศไทยได้

2. สามารถนำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำแบบ Submerged Flow (C_s) กับ h_s/G_0 ของประตูระบายน้ำโคกกระเทียม และประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ไปใช้งานได้

3. ในการวัดน้ำของกรมชลประทาน ซึ่งในปัจจุบันมีการวัดน้ำโดยใช้ Current meter และ River Surveyor Overview โดยการวัดน้ำแต่ละครั้งนั้น เสียค่าใช้จ่ายต่อครั้งค่อนข้างมาก หากนำเทคนิคการสอบเทียบอาคารชลประทานโดย แบบจำลองพลศาสตร์ มาใช้ จะสามารถช่วยประหยัดงบประมาณในการสอบเทียบอาคารชลประทาน ได้เป็นอย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี. 2542. **วิศวกรรมชลศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ . คณะวิศวกรรมศาสตร์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ. 2542. **กระบวนการเรียนรู้ การบำรุงรักษาและปฏิบัติการชลประทาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. แปลจาก Skogerboe, G. V. and Merkley, G. P. **Irrigation Maintenance and Operations Learning Process**. Water Resources Publication, LLC, USA.

ANSYS inc. 2011. **ANSYS FLUENT Theory Guide**.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

ข้อมูลประตูระบายน้ำโคกกระเทียม โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม มีลักษณะเป็นบานระบายโค้ง มีขนาดกว้าง 6.00 ม. การปิดเปิด ใช้เครื่องกว้านแบบเฟืองทดกำลังใช้ลวดเกลียวยกบานขนาดของบานและเครื่องกว้าน จะต้องสัมพันธ์กันกองออกแบบกำหนดการทำงานของบานระบายโค้ง ปิด เปิด โดยใช้เครื่องกว้านยก เมื่อหมุนกว้านโดยใช้แรงคนหรือมอเตอร์ที่หีบกว้าน (Drive Unit) เพลาขับซึ่งต่อจากหีบกว้านไปขับลูกม้วนลวด (Drive Unit) ลวดเกลียวติดอยู่กับลูกม้วนลวดด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งติดอยู่กับบาน ระบายจะยกบานขึ้น ลงตามทิศทางการหมุน ปิดบานสนิทบานจะนั่งอยู่บนเหล็กธรณี (Sill Plate) โดยมียางกันน้ำรั่วรูปตัวเจ (J.Rubber Seal) ติดกับส่วนล่างของบาน ป้องกันน้ำรั่วไหลข้างล่างยางจะสัมผัสกับเหล็กธรณี ส่วนด้านข้างบานทั้งสองด้านมียางกันน้ำรั่ว รูปตัวเจ (J.Rubber Seal) สัมผัสกับเหล็กข้างกำแพง (Wall Plate) เพื่อป้องกันน้ำรั่วด้านข้างของบาน ในขณะที่บานปิดสนิทแรงกระทำของน้ำทั้งหมดจะถูกถ่ายแรงไปยังแขนค้ำยันบาน (Arm) และแท่นรับแขนค้ำยันบาน (Pin Bearing) ดังนั้นแท่นคอนกรีตรับแท่น Pin Bearing , Pin Bearing Arm และบานจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะ รับแรงที่น้ำกระทำกับบานทั้งหมด เมื่อเปิดบานลวดเกลียวจะรับน้ำหนักบานทั้งหมดในแนวดิ่งแท่น คอนกรีตรับแท่น Pin Bearing รับน้ำหนักในแนวราบ ขณะทำการยกบาน Pin Bearing จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุน

ส่วนประกอบของบานระบายโค้ง มีดังนี้

1. เหล็กแผ่นหน้าบาน (Skin Plate) ทำหน้าที่ยึดโค้งสร้างและป้องกันการ รั่วไหลของน้ำ

2. เหล็ก L – Beam ทำหน้าที่เป็นโครงการสร้างยึดแผ่นเหล็กหน้าบานให้ แข็งแรงทนแรงดันของน้ำ

3. เหล็ก Side Beam เป็นรูปโครงตามรัศมี อยู่ข้างบนทั้งสองด้าน เชื่อมติดกับเหล็กแผ่นหน้าบานและเหล็ก I – Beam ทำหน้าที่ถ่ายทอดแรงที่น้ำ กระทำกับตัวบาน ไปสู่แขนค้ำยันบาน (Arm)

4. เหล็ก Tied Bar ทำหน้าที่ยึดเหล็ก T – Beam โครงสร้างบานระบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. หูหิ้วบาน ติดอยู่ด้านข้างบานทั้งสองด้านใช้สลักเกลียวยึด อีกด้านหนึ่งใส่ เกลียวเร่งลวด (Tarn Buckle) เพื่อปรับลวดเกลียวทั้งสองเส้นให้เท่ากัน และต่อด้วยลวดเกลียวอีก ด้านหนึ่งของลวดเกลียวยึดอยู่กับลูกม้วนลวด เมื่อลูกม้วนลวดหมุนจะยกบานขึ้นลง

6. แผ่นโค้งรองรับลวดเกลียว มีหน้าที่รองรับลวดเกลียวเพื่อไม่ให้เกลียวเร่ง ลวดสัมผัสกับบาน

7. ยางกันน้ำรั่ว (Rubber Seal) มีลักษณะเป็นรูปตัวเจ (J) ติดอยู่ ด้านข้างบานทั้งสองด้านจะสัมผัสกับเหล็ก Wall Plate และส่วนล่างของบานสัมผัสกับเหล็ก Sill Plate มีเหล็กแบบปะกันยางใช้สลักเกลียวยึดติดกับบาน ยางกันน้ำรั่วรูปตัวเจ มีขนาดกว้าง 4 นิ้ว บานรับน้ำสองทาง ยางกันน้ำรั่วจะติดด้านข้างบานทั้ง หน้าและหลัง เนื่องจากระดับน้ำสูงต่างกันทั้งสองด้าน ส่วนมากจะอยู่แถบชายทะเลยางกันน้ำรั่วสัมผัสกับเหล็ก Wall Plate และเหล็ก Sill Plate ให้ยุบตัวได้ไม่เกิน 3 มม. เพื่อป้องกันน้ำรั่ว

8. เหล็กปะกันยางกันน้ำรั่ว มีหน้าที่บังคับยางให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยใช้สลักเกลียวยึดแน่นกับบาน

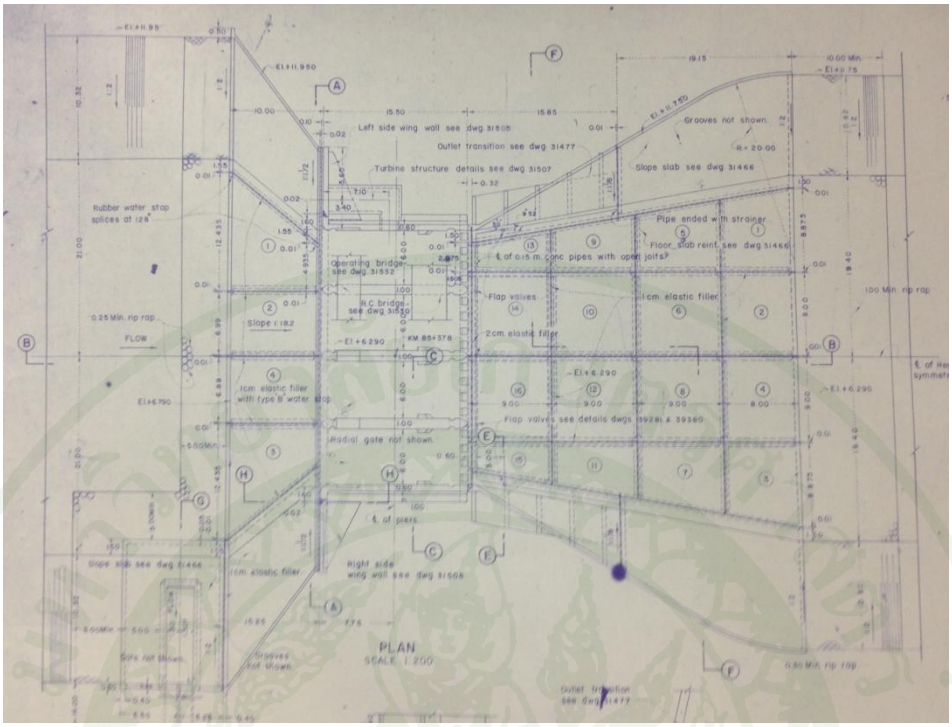
9. แขนยันบาน (Arm) มี 2 ข้าง หน้าที่ยึดบานและถ่ายแรงจากบานไปสู่ Pin Bearing ซึ่งยึดกับตัวอาคาร โดยมีแท่นคอนกรีตรับ จะต้องมีความแข็งแรง สามารถรับแรงที่น้ำกระทำ กับตัวบานได้ทั้งหมด

10. แท่นรับแขนยันบาน (Pin Bearing) ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของแขนยัน บานแท่นรับแขนยันบานยึดติดกับแท่นคอนกรีตของตัวอาคารด้วยสลักเกลียว

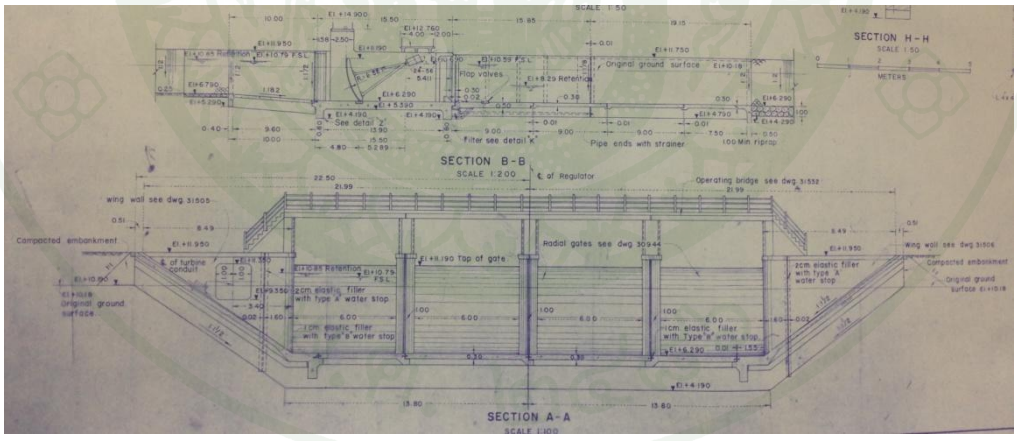
11. เหล็กข้างกำแพง (Wall Flate) เป็นแผ่นเหล็กโค้งตามรัศมีที่แบบ กำหนด ติดเหล็กฉาก (Anchor Angle) ยึดด้วยสลักเกลียว (Anchor Bolt) ผังคอนกรีตตรง ตำแหน่งด้านข้างของบาน ยางกันน้ำรั่วของบานจะสัมผัสกับเหล็กข้างกำแพงป้องกันน้ำรั่วข้าง

12. เหล็กธรณี (Sill Flate) เป็นแผ่นเหล็กตรงขนาดตามแบบกำหนดติด Anchor Angle ยึดด้วยสลักเกลียว (Anchor – Bolt) ผังคอนกรีตที่พื้นล่างของตัวอาคารตรงตำแหน่งที่วางเหล็กโค้ง (Wall Flate) เพื่อรองรับบานส่วนล่างของบานจะติดยางเพื่อป้องกันน้ำรั่ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ก1 แบบประตูระบายน้ำโคกกระเทียม



ภาพผนวกที่ ก2 แบบตัดขวางประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ก3 ประตูระบายน้ำโคกกระเทียมด้านเหนือน้ำ

ภาพผนวกที่ ก4 บานประตูระบายน้ำโคกกระเทียม ด้านท้ายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ข้อมูลประตูระบายน้ำพระนารายณ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประตูระบายน้ำพระนารายณ์เป็นบานระบายตรงแบบบานแผง มีขนาดกว้าง 4.20 ม. การเปิด-ปิด ใช้เครื่องกว้านแบบเฟืองทดกำลัง ใช้ลวดเกลียวเครื่องยก Trolley การทำงานบานระบายตรง เมื่อบานเคลื่อนที่ขึ้น ลง ลูกล้อข้างบาน (Roller) ซึ่งอยู่ใน ตำแหน่งริมบานสองข้างจะหมุนสัมผัสกับช่องลงบานของตัวอาคาร เพื่อลดแรงเสียดทาน ถ้าเป็นบานระบายแบบเก่า ใช้ท่อเหล็กแขวนข้างบานใช้แรงดันของน้ำอัดติดบานกับตอม่อ ส่วนล่างของบานใช้ไม้ การบังคับบานให้อยู่กระกึ่งกลางช่องอาคารใช้เหล็กฉากติดข้างบานทั้งสองข้าง ซึ่งประตูระบายน้ำพระนารายณ์เป็นชนิดบานระบายตรงแบบมีลูกล้อไม่ติดกับตัวบานเป็นอิสระ (Free Sluice Gate) เป็นบานที่มีลูกล้อข้างบานแยกออกจากบาน อยู่ในที่บังคับระหว่างบานกับเหล็กช่องลงบาน มีท่อเหล็กแขวนข้างบนกันน้ำรั่ว การปิด เปิด ใช้เครื่องกว้าน แบบเฟืองทดกำลังใช้ลวดเกลียว มีถังถ่วง (Counter eight) ทำด้วยคอนกรีตหรือเหล็กด้านในเป็น ช่องว่างสำหรับใส่น้ำหรือหินใหญ่ เพื่อปรับน้ำหนักถังถ่วงให้หนักกว่าบานเพื่อเป็นการผ่อนแรงในการยก บานถังถ่วงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าความยาวเท่ากับช่องบานระบาย การยึดลวดเกลียวของเครื่องกว้าน ปลายลวดเกลียวด้านหนึ่งยึดติดกับหูหิ้วบาน อีกด้านหนึ่งพันรอบม้วนลวด 3 รอบ ผ่านรอกถังถ่วงและ ยึดติดกับโครงยก เมื่อหมุนเครื่องกว้านยกบานม้วนลวดจะดึงบานขึ้น ขณะเดียวกันถังถ่วงจะเลื่อนลง เป็นการผ่อนแรงตรง

ส่วนประกอบของบานระบายตรง มีดังนี้

1. เหล็กแผ่นหน้าบาน (Skin Plate) ทำหน้าที่ยึดโครงสร้างและป้องกัน การรั่วไหลของน้ำ

2. เหล็ก (Channel เหล็ก I – Beam) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างยึดเหล็ก แผ่นหน้าบานให้แข็งแรงทนแรงดันของน้ำ

3. เหล็กพนังด้านข้างทั้งสองด้าน ทำหน้าที่บังคับเพลาลูกล้อ (Roller) เชื่อมยึดติดกับเหล็กแผ่นหน้าบาน และโครงสร้างเหล็ก (Channel เหล็ก I – Beam) และเหล็กแผ่นด้านหลัง

4. ลูกล้อ และเพลา ทำหน้าที่ส่งแรงที่บานได้รับไปยังตัวอาคาร และลดแรง เสียดทาน (Friction) ของบานกับเหล็กรองบาน เพลาเป็นสลักเยื้องศูนย์ทำหน้าที่ปรับระดับลูกล้อเข้า ออกให้เท่ากันตามที่ต้องการ จำนวนลูกล้อจะขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เหล็ก Field Bar ทำหน้าที่ยึดเหล็ก (Channel เหล็ก I – Beam) โครงสร้างของบานด้านใดด้านหนึ่ง

6. หูหิ้วบาน เป็นห่วงติดอยู่ด้านบนบาน บานแบบนี้ใช้ส่งน้ำ ระบายน้ำเท่านั้น

7. ยางกันน้ำรั่ว (Rubber Seal) มีลักษณะเป็นรูปตัวเจติดอยู่ด้านข้างบาน ทั้งสองด้าน จะสัมผัสกับเหล็กฉากร่องบาน ยางกันน้ำรั่วติดด้านเดียว เรียกว่า บานรับน้ำทางเดียว ติดสองด้านหน้าหลัง เรียกว่า บานรับหน้าสองทาง คือ ระดับน้ำสูงต่ำแตกต่างกันทั้งสองด้านส่วนมากอยู่ด้านชายทะเล เมื่อน้ำทะเลขึ้นจะสูงกว่าน้ำจืดด้านใน ป้องกันไม่ให้น้ำทะเลไหลเข้ายางกันน้ำรั่วที่ใช้ขนาด 4 นิ้ว และ 5 นิ้ว ยางกันน้ำรั่วด้านล่างบานมีลักษณะเป็นยางแบบขนาดกว้าง 3 นิ้ว ด้านหนึ่งมีน้ำสัมผัสเหล็กธรณี อีกด้านหนึ่งตรงมีเหล็กบังคับไม่ให้ยางเลื่อนขึ้น

8. เหล็กประกับยาง มีทั้งเหล็กฉากบังคับยางและบังคับบานพร้อมกัน และเหล็กแบนบานรับน้ำสองทางติดยางสองด้าน ด้านหนึ่งใช้เหล็กแบนทับยางอีกด้านใช้เหล็กฉาก ทับยาง บานรับน้ำทางเดียวติดยางด้านเดียวใช้เหล็กแบนทับยาง เพื่อไล่ยางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการใช้สลักเกลียวยึดแน่นกับบาน

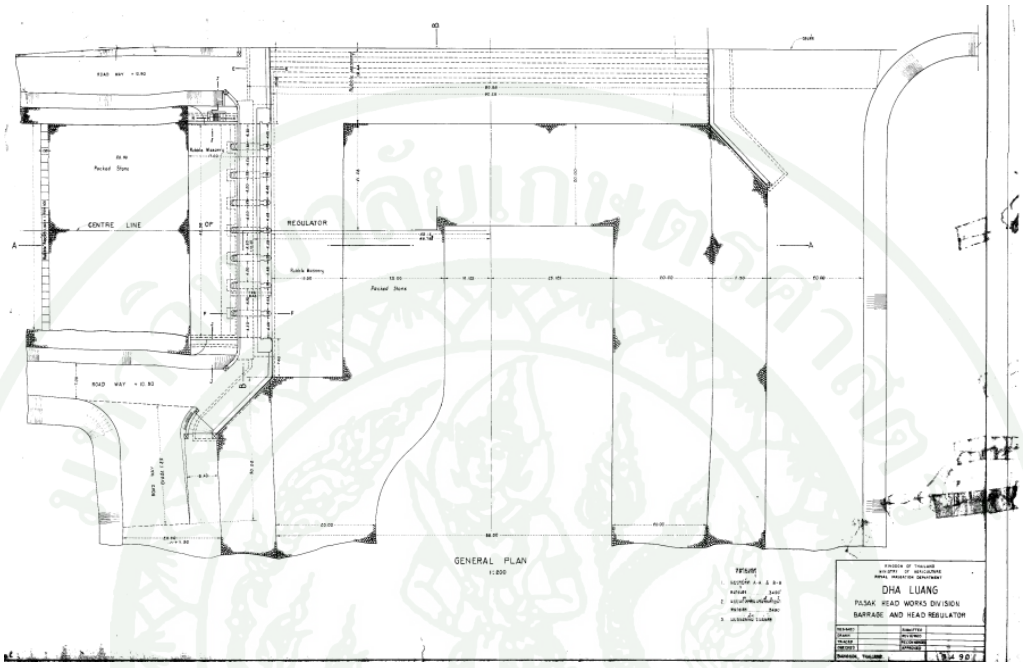
9. เหล็กร่องบานเป็นเหล็กฉากขนาดความกว้างอาจไม่เท่ากัน ที่ใช้ทั่ว ๆ ไป ขนาด 200 มม. ติดเหล็กฉากด้านในยึดด้วย Anchor Bolt เพื่อปรับได้ด้านหนึ่งใช้เหล็ก ฉากความกว้าง 200 มม. อยู่ด้านในช่อง เพื่อเป็นสะพานสำหรับให้ลูกล้อเดินและให้ยางกันน้ำรั่ว ด้านข้างบานสัมผัสเพื่อกันน้ำรั่ว ความกว้าง 100 มม. อยู่นอกช่องเพื่อรับเหล็กฉากบังคับบานเมื่อ บานเซ

10. เหล็กธรณี เป็นเหล็กแผ่นมีความกว้างเท่ากับร่องบาน ความยาวเท่ากับ ช่องบานติดเหล็กฉาก (Anchor Angle) ยึดด้วย Anchor Bolt ฝังคอนกรีตที่พื้นล่างของตัวอาคาร ตรงตำแหน่งที่วางเหล็กรองบาน เพื่อรองรับบาน ส่วนล่างของบานจะติดยางกันน้ำรั่วและสัมผัสกับ เหล็กธรณีป้องกันน้ำรั่ว

11. เหล็กกันบานแกว่ง เป็นเหล็กฉากสองด้านไม่เท่ากัน ขนาด 350 มม. ด้านกว้าง 150 มม. เจาะรูยึดด้วย Anchor Bolt ติดกับกำแพงโครง ยกด้าน 350 มม. สำหรับบังคับบานติดทั้งสองด้าน

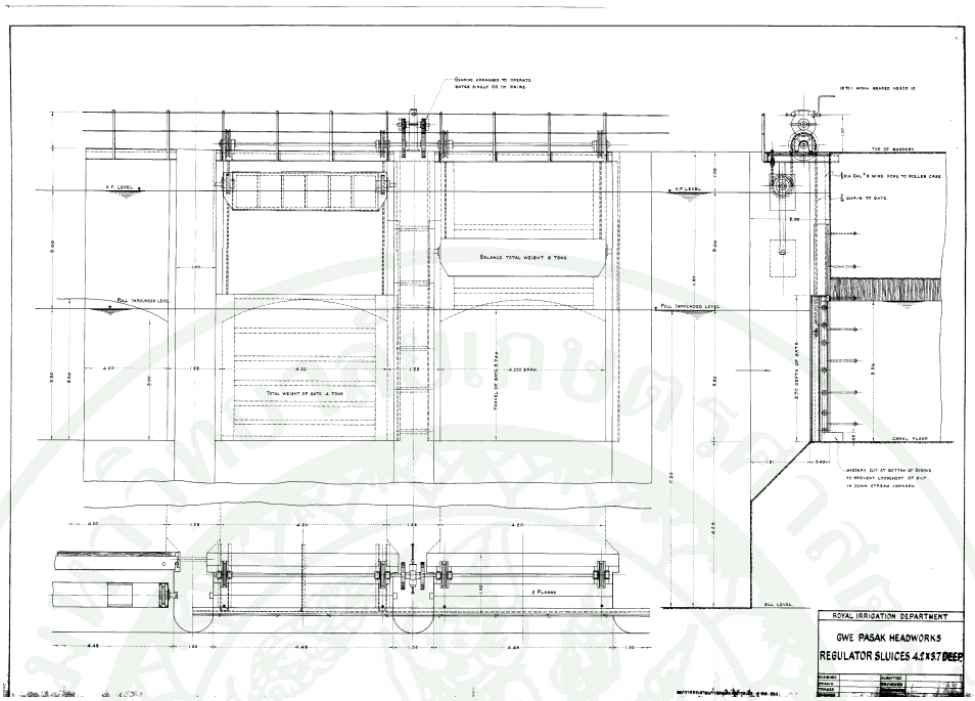
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านละสองคัน ตรงจุดร่องบานความกว้างเท่ากับระยะร่องบานเพื่อใช้บังคับบานเมื่อยกบานขึ้นพ้นตอม่อ



ภาพผนวกที่ ข1 แบบประตูระบายน้ำพระนารายณ์

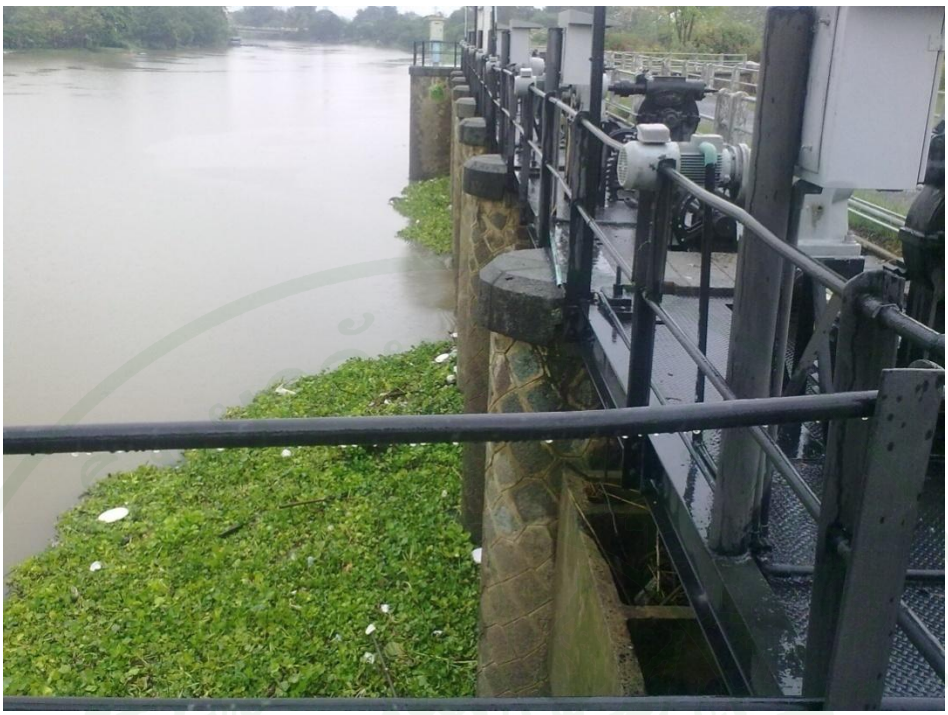
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข2 แบบบานประตูระบายน้ำพระนารายณ์

ภาพผนวกที่ ข3 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ด้านท้ายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข4 ประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ด้านเหนือน้ำ

ภาพผนวกที่ ข5 ชุดเครื่องกว้านประตูระบายน้ำพระนารายณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ข6 บานประตูระบายน้ำพระนารายณ์ด้านเหนือน้ำ

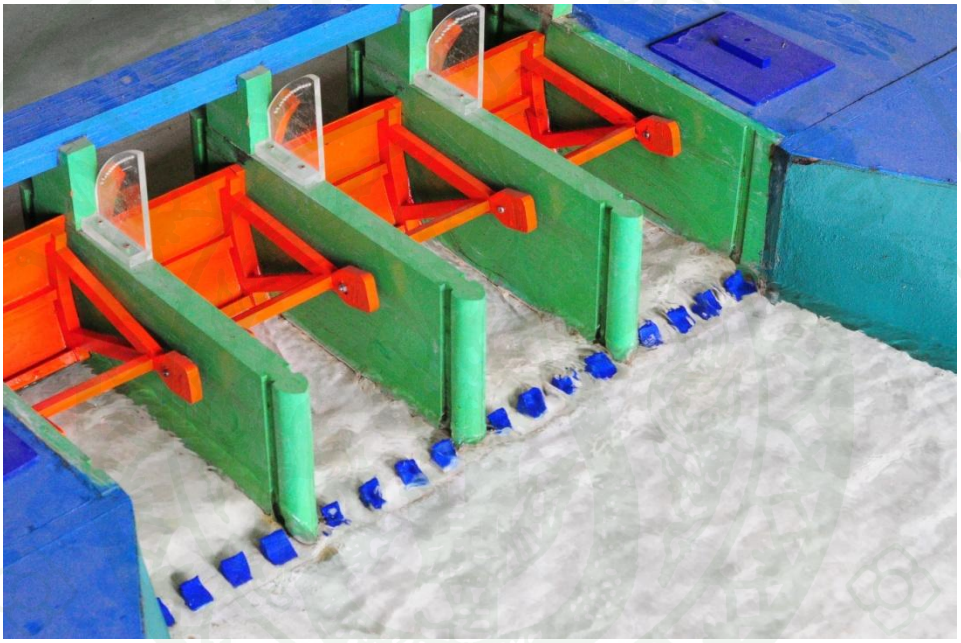
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ภาพแบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม กรมชลประทาน ปากเกร็ด

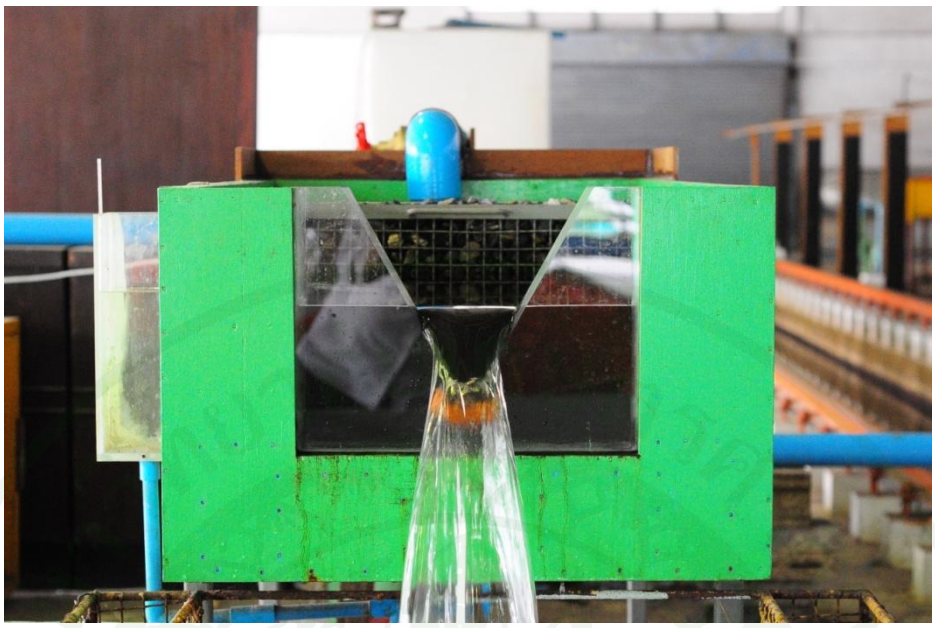
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองชลศาสตร์ประตูระบายน้ำโคกกระเทียม จ.ลพบุรี เป็นหนึ่งในแบบจำลองของประตูระบายน้ำของคลองส่งน้ำสายใหญ่ ชัยนาท - ป่าสัก (คลองอนุศาสนนันทน์) ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำและระบายน้ำและเป็นส่วนหนึ่งของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ โดยรับน้ำจากเขื่อนภูมิพลเขื่อนสิริกิต์ และแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีเขื่อนเจ้าพระยาทำหน้าที่ อัดทดน้ำเข้าคลองชัยนาท-ป่าสัก (คลองอนุศาสนนันทน์) มีมาตราส่วนของแบบจำลอง 1:40 ควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำโดยใช้ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยม (triangular-notch weir)



ภาพผนวกที่ ค1 แบบจำลองบานประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

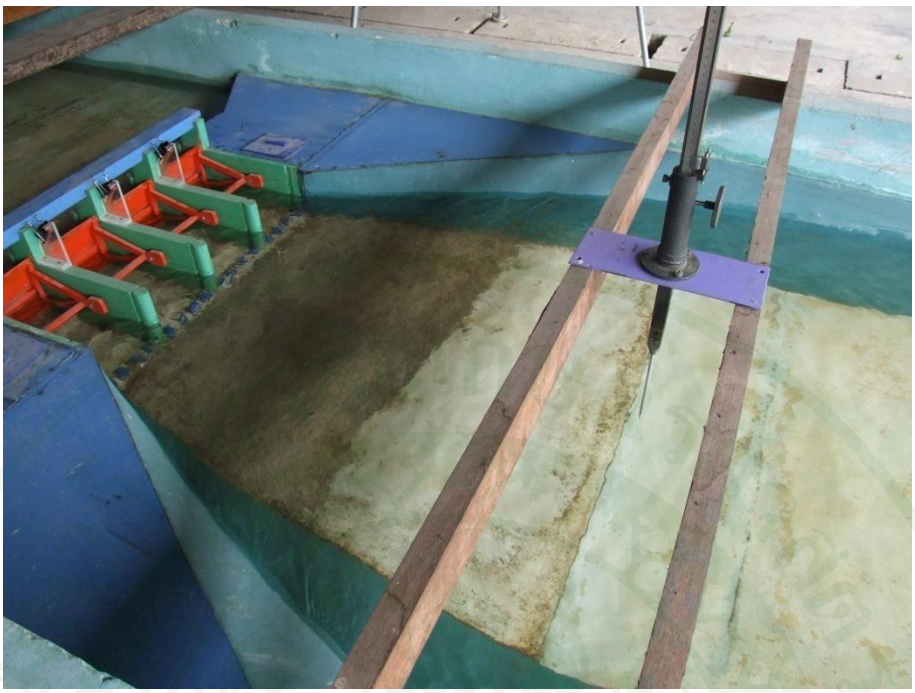
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ค2 ฝายสันคมรูปสามเหลี่ยมที่แบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ภาพผนวกที่ ค3 การปรับระดับบานของแบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ค4 เครื่องมือวัดระดับน้ำของแบบจำลองประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ภาพผนวกที่ ค5 แบบจำลองทางกายภาพประตูระบายน้ำโคกกระเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

เครื่องตรวจวัดปริมาณการไหลในลำน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ (Current Meter) นับได้ว่าเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการส่งน้ำชลประทานให้มีประสิทธิภาพได้ โดยช่วยให้โครงการฯ สามารถตรวจสอบปริมาณน้ำที่ส่ง ว่าเป็นไปตามปริมาณที่ต้องการส่งหรือไม่ ทำให้ไม่เกิดการสิ้นเปลืองในกรณีที่ส่งน้ำมากเกินปริมาณที่ต้องการ หรือในการตรงข้ามคือ ส่งน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการ นอกจากนี้การวัดปริมาณน้ำต่าง ๆ ที่ผ่านอาคารวัดน้ำในแต่ละประเภทเช่น ประตูระบายน้ำแบบบานตรง หรือบานโค้ง หรือท่อระบายน้ำ ยังช่วยให้โครงการ ฯ สามารถวิเคราะห์เพื่อสอบเทียบสูตรการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารระบายน้ำต่าง ๆ ได้อีกด้วย

ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแต่ละเครื่อง จึงมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการส่งน้ำของแต่ละโครงการ ฯ เป็นอย่างมาก เนื่องจากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่มีความแม่นยำ ย่อมส่งผลให้การวัดปริมาณน้ำในแต่ละจุดของโครงการฯ มีความถูกต้องสูง ในขณะที่เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่ให้ผลคลาดเคลื่อน ย่อมส่งผลให้ผลการวัดปริมาณน้ำตามจุดต่าง ๆ ของโครงการฯ ได้ปริมาณน้ำที่ผิดพลาดและในที่สุดก็จะทำให้การส่งน้ำมีประสิทธิภาพลดลงอีกด้วย

เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ ที่ใช้งานได้ระยะเวลาหนึ่ง ควรจะมีการสอบเทียบเพื่อหาสูตรใหม่ เพื่อนให้ผลการวัดมีความถูกต้องสูงอยู่เสมอ เนื่องจากเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำจะเกิดการสึกหรอของอุปกรณ์ภายในต่าง ๆ ในขณะที่ใช้งาน ทำให้สูตรของเครื่องวัดฯ เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แม้ว่าจะมีการบำรุงรักษาเป็นอย่างดีตามคู่มือการใช้เครื่องวัดฯ ก็ตาม ดังนั้นเครื่องวัดฯ ควรจะได้รับการสอบเทียบอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยทุก 2 ปี

หลักการของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ

เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาให้การทำงานมีความสัมพันธ์กับความเร็วกระแสน้ำ โดยทั่วไปเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำในปัจจุบันจะมีลักษณะเป็นใบพัดซึ่งเมื่อจุ่มลงไปในน้ำแล้วใบพัดจะถูกกระแสน้ำทำให้หมุน เมื่อกระแสน้ำมีความเร็วสูงใบพัดก็จะหมุนด้วยความเร็วรอบสูงและเมื่อกระแสน้ำมีความเร็วต่ำ ใบพัดจะหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำด้วย ดังนั้นเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำที่ดีจะมีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของใบพัดกับความเร็วกระแสน้ำที่ดีด้วย ซึ่งความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังสมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$V = aN + b$$

โดย

V คือ ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)

N คือ ความเร็วรอบของใบพัดของเครื่องวัดฯ (จำนวนรอบ/วินาที)

a , b คือ ค่าคงที่ของเครื่องวัดฯ แต่ละตัว

การตรวจสอบเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำเบื้องต้น

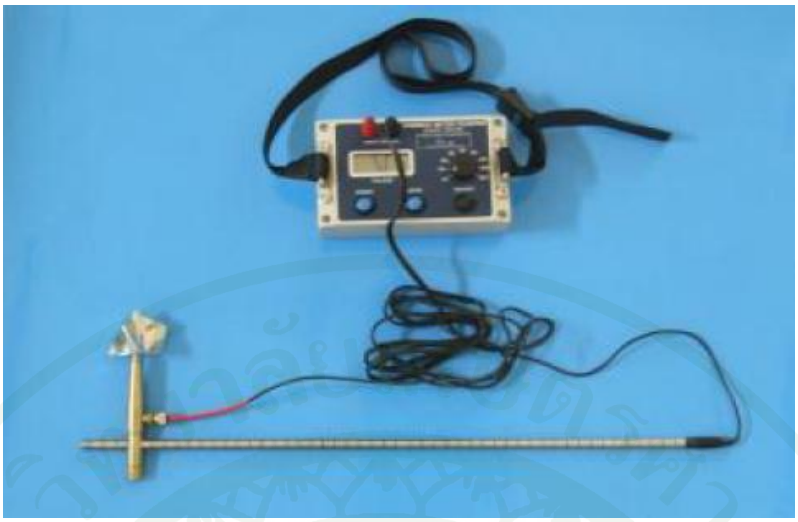
ก่อนการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ ควรจะต้องทำการตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำเสียก่อน โดยทดสอบดังนี้

- ตรวจสอบดูว่าใบพัดของเครื่องวัด ฯ มีลักษณะโยกคลอนจากจุดหมุนหรือไม่ ซึ่งถ้าใบพัดสามารถโยกคลอนจากจุดหมุน แสดงว่ามีการสึกหรอของอุปกรณ์

- ตรวจสอบการหมุนของใบพัดว่าการหมุนมีความฝืดหรือไม่ ถ้าใบพัดหมุนไม่คล่องแสดงว่า ลูกปืนภายในเครื่องชำรุด

- ตรวจสอบการหมุนของใบพัดว่ามีการส่งสัญญาณเมื่อหมุนครบรอบหรือไม่ ถ้าไม่มีสัญญาณส่งออกมาแสดงว่า สวิทช์สัมผัสภายในเครื่องวัดฯ ชำรุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ง1 เครื่องวัดกระแสน้ำ แบบใบพัด ชนิดแกนนอน

เริ่มใช้งานในกรมชลประทานปี พ.ศ.2531 ถึง ปัจจุบัน สามารถวัดความเร็วกระแสน้ำได้ตั้งแต่ 0.2 – 10 เมตร/วินาที ยี่ห้อ A-ott ผลิตที่ประเทศเยอรมันนี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายชัยรัตน์ สีด้วง
เกิดวันที่	21 กรกฎาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (ชลประทาน) ปี พ.ศ.2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) ปี พ.ศ.2550 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กลุ่มงานวิเคราะห์งบประมาณ กองแผนงาน กรมชลประทาน สามเสน
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์