

การหาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของอำเภอเกาะสีชัง

Flow rate measurement in South West Area of Koh Srichang District



ธัญญาพร บัญประกอบ  
ธัญวรรณ ตันศิริ  
บัญญัติ เนียมทอง

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของอำเภอเกาะสีชัง  
Flow rate measurement in South West Area of Koh Srichang District



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow rate measurement in South West Area of Koh Srichang District



ASPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHLOR OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE TECHNOLOGY LADKRABANG

2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การหาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของอำเภอ เกาะสีชัง
นักศึกษา	นางสาวธัญญาพร บุญประกอบ 63015078 นางสาวธัญวรรณ ตันศิริ 63015080 นายบัญญัติ เนียมทอง 63015103
ปริญญา สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมโยธา (ต่อเนื่อง)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อุบะ ศิริแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม)	อาจารย์ถนอม ศรีวรรษ
ปีการศึกษา	2565

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
อาจารย์ อุบะ ศิริแก้ว ผศ.ดร. ธนาตล คงสมบูรณ์ รศ.ดร. ศลิษา ไชยพุทธ ดร. พิณช ธนชัยโชคศิริกุล	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2566 เวลา 9:00 น. สถานที่สอบ นำเสนอรูปแบบออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ.ดร.ชลิตา อุตะเกา)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การหาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยพื้นที่ใต้ฝั่งตะวันตกของอำเภอ เกาะสีชัง		
นักศึกษา	นางสาวธัญญาพร บุญประกอบ	63015078	
	นางสาวธัญวรรณ ตันศิริ	63015080	
	นายบัญญัติ เนียมทอง	63015103	
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2565		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อุษะ	ศิริแก้ว	
อาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม)	อาจารย์ถนอม	ศรวิระชา	

### บทคัดย่อ

การศึกษาการหาอัตราการไหลของน้ำและคุณภาพของน้ำเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบอัตราการไหลผ่านของน้ำในลำห้วยในพื้นที่ใต้ฝั่งตะวันตก ของเกาะสีชัง การสำรวจพื้นที่เพื่อวางแผนติดตั้งสำหรับใช้อ้างอิงค่าระดับในการทำ profile-cross section ด้วยกล้องประมวลผลรวม และกล้องระดับ วัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องวัดความเร็ว Nixon Flowmeters และเครื่องวัดความเร็ว JDC Flowwatch Flowmeter และวัดคุณภาพของน้ำ ได้แก่ ค่า TDS (Total dissolved solids) ค่าความเค็ม Salt ค่า pH (positive potential of the hydrogen ions) ค่า EC (Electrical conductivity) การหาอัตราการไหลของทางน้ำไหลผ่านลำห้วยทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ (1) Velocity-Area (2) Slope Area Method โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ของ Manning (n) และ Chezy's (C) พื้นที่มีลำห้วยทั้งหมดทั้งหมด 6 ตำแหน่ง มีปริมาณน้ำสะสมรายปีที่น้ำไหลเต็ม หน้าตัดผ่านทั้งหมด 6 หน้าตัด เท่ากับ 1,393,200 ลูกบาศก์เมตร พื้นที่มีเนื้อที่ 2.54 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 2,915,920 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ มีหน้าผาหิน และมีหาดทราย ทำให้น้ำฝนที่ตกอาจถูกดัก (interception) จากป่าไม้ ปริมาณน้ำท่าเป็น น้ำตกที่ไหลจากหน้าผาหิน และมีน้ำที่ไหลจากภูเขาลงหาดทราย คุณภาพของน้ำฝนมีค่า TDS 222 – 268 ppm มีค่าความเค็ม 222 – 287 ppm มีค่า pH 7.94 – 8.45 มีค่า EC 450 – 580  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ซึ่งคุณภาพน้ำที่วัดได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของบ่อที่กักเก็บ ในบ่อปูนน้ำจะมีความเป็นด่างสูงกว่า บ่อเก็บน้ำทั่วไป

<b>A Special Project</b>	Flow rate measurement in south west area of Koh Srichang District
<b>Student</b>	Thanyaporn Boonparkob Tanyawan Tansiri Banyawat Niamthong
<b>Degree</b>	Bachelor of Engineering
<b>Program</b>	Civil Engineering
<b>Year</b>	2022
<b>Advisor</b>	Miss.Uba Sirikaew Mr.Thanom Sriworasa

### ABSTRACT

A study on flowrate measurement of the runoff and the quality of water in the south-west area of Sichang Island aims to estimate an average annual runoff at the certain cross-sectional area in the creeks. The runoff at the certain areas were determined by the velocity-area and slope-area methods which use the constant value of Manning and Chezy. Topographical surveys had been carried out by total stations, auto level and accessories equipment for establishing the creeks' profiles and cross-sectional areas. Velocity of flow was determined by Nixon Flowmeters and JDC Flowatch Flowmeter. Creeks and public storage tanks' water qualities, i.e., Electrical Conductivity (EC), Total Dissolved Solids (TDS), salinity and pH were obtained by handheld tools. The study area covers about 2.54 square kilometers which shows total average annual amount of runoff as 2,915,920 cubic meters. The representative cross-sectional areas of the six creeks show the accumulative quantities of flows as 1,393,200 cubic meters. Field survey evidence showed there were waterfalls on many cliffs because the rock surface covered the high elevation of the area. And most of the areas covered by the forests. The range value of EC, TDS, salinity and pH presented as 450 – 580  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 222 – 268 ppm, 222 – 287 ppm and 7.94 – 8.45, respectively. Variation of the water qualities depends on the storage types and environments.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ อ.อุษะ ศิริแก้ว เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับโครงการพิเศษในทุกๆ เรื่องจนทำให้การดำเนินงานสำเร็จได้ด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงการพิเศษทุกท่านที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้โครงการพิเศษเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณบิดามารดาและผู้มีพระคุณที่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนโดยตลอดจนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วย



ธัญญาพร บุญประกอบ

ธัญวรรณ ตันศิริ

บัญญัติ เนียมทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	i
กิตติกรรมประกาศ	iii
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	2
<b>บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 สภาพที่ตั้งและภูมิประเทศ	3
2.2 การสำรวจด้วยกล้องประมวลผลรวม (Total station)	3
2.3 การทำระดับตามยาวและระดับตามขวาง	4
2.4 การสร้างหมุดหลักฐาน	5
2.5 การไหลในทางน้ำเปิด	6
2.6 ทฤษฎี Chezy's Equation	6
2.7 ทฤษฎี Manning formula	7
2.8 วิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่ (Velocity-Area Method)	9
2.9 วิธีความลาด-พื้นที่ (Slope -Area Method)	10
2.10 การคำนวณปริมาณน้ำ Rating Curve	12
2.11 การ Calibrate เครื่องมือวัด	13
2.12 การตรวจวัดคุณภาพของน้ำ	13
<b>บทที่ 3 วิธีการศึกษา</b>	<b>14</b>
3.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	14
3.2 เตรียมอุปกรณ์ในการทำงาน	14
3.2.1 ชุดอุปกรณ์สำรวจ	15
3.3 การ Calibrate เครื่องวัดความเร็วน้ำ	16
3.4 การวางหมุดอ้างอิงทางตั้ง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การคำนวณหาอัตราการไหล	17
3.7 การทำเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve)	17
3.8 แผนการดำเนินงาน	17
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	<b>19</b>
4.1 ผลการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ	19
4.2 ผลการวางหมุดอ้างอิงทางติ่ง	20
4.3 ค่าความคาดเคลื่อนของการทำสำรวจวงรอบ	23
4.4 ผลการสำรวจลำห้วย	27
4.5 เปรียบเทียบอัตราการไหลจาก Velocity-Area Method กับสมการ Chezy's และ manning	32
4.6 ปริมาณน้ำที่สามารถกักเก็บได้	34
4.7 ผลการสร้างกราฟ Rating Curve	35
4.8 คุณภาพของน้ำ	39
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>41</b>
5.1 สรุปผลการศึกษา	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>42</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>43</b>
ภาคผนวก ก ข้อมูล	44
ภาคผนวก ข รูปภาพ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2. 1 แสดงชนิดและลักษณะท้องน้ำ	7
ตารางที่ 2. 2 สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวน	11
ตารางที่ 3. 1 แผนการดำเนินงาน	18
ตารางที่ 4. 1 ตารางการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ	19
ตารางที่ 4. 2 ตารางบอกค่าพิกัดและหมุดอ้างอิงทางดิ่ง	20
ตารางที่ 4. 3 การคาดเคลื่อนของ Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง บริเวณบ้านพักขุนบันหนุนา	23
ตารางที่ 4. 4 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลงง	24
ตารางที่ 4. 5 การคาดเคลื่อนของ Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง ถ้ำพรเพ็ญ	25
ตารางที่ 4. 6 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าศูนย์ประวัติศาสตร์ ถึง รีสอร์ท	26
ตารางที่ 4. 7 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลงง	27
ตารางที่ 4. 8 ข้อมูลการหาอัตราการไหลโดยวิธีวัดความเร็วและพื้นที่	32
ตารางที่ 4. 9 คำนวณอัตราการไหลด้วยสมการ Manning	33
ตารางที่ 4. 10 คำนวณอัตราการไหลด้วยสมการ Chezy's	33
ตารางที่ 4. 11 เปรียบเทียบอัตราการไหลจาก Velocity-Area Method กับสมการ Chezy's และ manning	33
ตารางที่ 4. 12 ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงทางน้ำไหลบริเวณทิศใต้ฝั่งตะวันตก	34
ตารางที่ 4. 13 ปริมาณน้ำที่บ่อน้ำสามารถกักเก็บได้	34
ตารางที่ 4. 14 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางลงถ้ำพัง	35
ตารางที่ 4. 15 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณผาถ้ำพังจุดที่ 4	36
ตารางที่ 4. 16 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลแหลมถ้ำพัง	36
ตารางที่ 4. 17 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายถ้ำทิม1	37
ตารางที่ 4. 18 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายถ้ำทิม2	37
ตารางที่ 4. 19 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลวัดถ้ำยายปริก	38
ตารางที่ 4. 20 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลปารีสท์1	38
ตารางที่ 4. 21 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลปารีสท์2	39
ตารางที่ 4. 22 แสดงข้อมูลคุณภาพของน้ำจากการสำรวจ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
รูปที่ 2. 1 พื้นที่ศึกษาทิศใต้ฝั่งตะวันตก	3
รูปที่ 2. 2 กล้องประมวลผลรวม Total station	4
รูปที่ 2. 3 การทำงานระหว่างกล้องประมวลผลรวมกับปริซึมสะท้อนแสง	4
รูปที่ 2. 4 หมุดหลักฐานถาวรจากกรมทหาร B.M.P.SC.II	5
รูปที่ 2. 5 หมุดหลักฐานชั่วคราว	6
รูปที่ 2. 6 การหาอัตราการไหลด้วยวิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่	9
รูปที่ 2. 7 วิเคราะห์หาอัตราการไหลในทางน้ำเปิดด้วยวิธีความลาด-พื้นที่	10
รูปที่ 3. 1 พื้นที่ศึกษาทิศใต้ฝั่งตะวันตก	14
รูปที่ 3. 2 ชุดอุปกรณ์เครื่องมือสำรวจ	15
รูปที่ 3. 3 เครื่องวัดความเร็ว (Nixon Flowmeters Streamflo V1.3 4)	15
รูปที่ 3. 4 เครื่องวัดความเร็ว JDC Flowwatch Flowmeter	16
รูปที่ 3. 5 หมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร BMP SC II	16
รูปที่ 4. 1 กราฟการ Calibrate เครื่องวัดความเร็วน้ำ JDC Flowwatch	19
รูปที่ 4. 2 กราฟการ Calibrate เครื่องวัดความเร็วน้ำ Nixon Flowmeter	20
รูปที่ 4. 3 หมุด BM. ทิศใต้ฝั่งตะวันตก ของเกาะสีซัง	22
รูปที่ 4. 4 ตำแหน่งสถานที่ที่สำรวจลำห้วย	28
รูปที่ 4. 5 Cross section ของพื้นที่แหลมถ้ำพัง	28
รูปที่ 4. 6 Cross section ของพื้นที่ท้ายยวม1	29
รูปที่ 4. 7 Cross section ของพื้นที่ท้ายยวม2	29
รูปที่ 4. 8 Cross section ของพื้นที่ทาน้ำไหลวัดถ้ำยายปริก	30
รูปที่ 4. 9 Cross section ของพื้นที่ทาน้ำไหลปารีฮ์1	30
รูปที่ 4. 10 Cross section ของพื้นที่ทาน้ำไหลปารีฮ์2	31
รูปที่ 4. 11 Profile ของพื้นที่ผาล้างจุดที่ 1	31
รูปที่ 4. 12 Profile ของพื้นที่ผาล้างจุดที่ 2	31
รูปที่ 4. 13 Profile ของพื้นที่ผาล้างจุดที่ 3	32
รูปที่ 4. 14 Profile ของพื้นที่ผาล้างจุดที่ 4	32
รูปที่ 4. 16 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำทางลงถ้ำพัง	35
รูปที่ 4. 17 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณถ้ำพัง	36
รูปที่ 4. 18 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลแหลมถ้ำพัง	36
รูปที่ 4. 19 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายยวม 1	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
รูปที่ 4. 20 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท่ายายทิม 2	37
รูปที่ 4. 21 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลวัดถ้ำยายปริก	38
รูปที่ 4. 22 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณปาริฮัท1	38
รูปที่ 4. 23 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณปาริฮัท2	39
รูปที่ 5. 1 อัตราการไหลของน้ำในลำห้วยที่ตำแหน่งต่างๆ	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกาะสีชังถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ในแผนพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ตามแผนพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเกาะสีชังเผชิญปัญหาภัยแล้งเนื่องจากไม่มีแหล่งน้ำกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงมา ได้ทำให้น้ำในลำห้วยไหลลงสู่ทะเลจึงขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง คนบนเกาะต้องจ่ายเงินเพื่อซื้อน้ำประปาในราคา 120 บาท/ลูกบาศก์เมตร ขณะที่น้ำประปาในพื้นที่แผ่นดินราคาเฉลี่ย 10 บาท/ลูกบาศก์เมตร

การศึกษาเพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง ด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ ศึกษาปริมาณน้ำในลำห้วยเพื่อจัดการน้ำในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง

### 1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วย
- เพื่อประมาณอัตราการไหลของน้ำลำห้วย ด้วยวิธี Velocity-Area Method และวิธี Slope area method โดยหาค่าคงที่ของ Manning (n) และ Chezy's (C)
- เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำในลำห้วยและแหล่งเก็บน้ำ

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง มีพื้นที่ประมาณ 2.54 ตารางกิโลเมตร
- เก็บข้อมูลอัตราการไหลและสำรวจพื้นที่หน้าตัดลำห้วยและเก็บข้อมูลแหล่งน้ำบนพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง
- การสำรวจที่มีความละเอียดอยู่ในมาตรฐานงานสำรวจชั้นที่ 3 ด้วยกล้องประมวลผลรวม
- การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบพกพา TDS Meter และเครื่องวัดความเค็ม Salinity Meter
- การวัดความเร็วน้ำในลำห้วยด้วยเครื่องวัดความเร็วน้ำกระแสน้ำเชิงกล เครื่องวัดอัตราการเร็ว Nixon Flowmeter และเครื่องวัดกระแสน้ำแบบดิจิตอล JDC Flowwatch Meter

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เพื่อทราบอัตราการไหลและคุณภาพของน้ำในลำห้วยในพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อใช้ข้อมูลที่ศึกษาในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ที่คิดได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง

### 1.5 ขั้นตอนการศึกษา

- ศึกษาปัญหาและตั้งหัวข้อในการศึกษาผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อทำการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ
- รวบรวมข้อมูลทฤษฎีการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด การ Calibrate เครื่อง การสำรวจด้วยกล้องประมวลผลรวม การทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง การวางหมุดอ้างอิงทางดิ่ง
- ทำการ Calibrate เครื่องมือ เพื่อหาประสิทธิภาพและความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้งาน
- สำรวจภูมิประเทศและวางหมุดอ้างอิงทางดิ่ง เพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าระดับในการทำงาน รวมทั้งทำการสำรวจลำห้วย เก็บข้อมูลหน้าตัดและความชันของลำห้วยและวัดความเร็วน้ำในลำห้วย เพื่อประมาณอัตราการไหล
- ทำการสรุปและวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำรูปเล่มรายงานโครงการพิเศษ และนำเสนอโครงการ

## บทที่ 2

### วรรณกรรมปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สภาพที่ตั้งและภูมิประเทศ

เกาะสีชังเป็นอำเภอตั้งอยู่ในจังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในอ่าวไทยมีพิกัดที่ตั้ง 13 องศา 9 ลิปดา 48 พิลิปดา เหนือ และ 100 องศา 48 ลิปดา 30 พิลิปดา ตะวันออก พื้นที่ศึกษาอยู่ในทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง ดังรูปที่ 2.1 มีเนื้อที่ประมาณ 2.54 ตารางกิโลเมตร ลักษณะทางภูมิประเทศทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะส่วนใหญ่จะเป็นภูเขา ป่าไม้ ผาหิน หาดทราย เป็นที่ตั้งโรงงานขยะธนาคารน้ำ บ่อเก็บน้ำบริเวณท่าชายทิม มีสถานที่ท่องเที่ยวเช่น แหลมถ้ำพัง รีสอร์ทพาวิสัย เป็นต้น



รูปที่ 2.1 พื้นที่ศึกษาทิศใต้ฝั่งตะวันตก  
ที่มา : <https://www.emagtravel.com>

#### 2.2 การสำรวจด้วยกล้องประมวลผลรวม (Total station)

กล้องประมวลผลรวม (Total station) เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลของตำแหน่งต่างๆของภูมิประเทศ ด้วยการส่งคลื่นแสง Infrared ไปยังเป้าของปริซึมสะท้อนแสงให้สะท้อนกลับมา กล้องจะประมวลผลและเก็บข้อมูลระบบดิจิทัลประกอบด้วย ระยะทาง (Distance) ทิศทาง (Direction) และค่าระดับ (Elevation) ของแต่ละตำแหน่ง สามารถเก็บข้อมูลตำแหน่งต่างๆมาเขียนรูปตัดตามยาว (Profile) รูปตัดตามขวาง (Cross section) เส้นชั้นความสูง (Contour line) เป็นต้น ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. 2 กล้องประมวลผลรวม Total station

การใช้งานกล้องประมวลผลรวมในการสำรวจจะใช้ควบคุมกับเป้าเล็งปริซึมสะท้อนแสง โดยเป็นปริซึมทรงกลมโปร่งแสงด้านหลังปิดด้วยวัสดุทึบแสง ทำให้แสงรอดผ่านได้สามารถปรับมุมก้มเงยได้ ในการเก็บข้อมูลรายละเอียดตำแหน่งต่างๆจะใช้ปริซึมสะท้อนแสงประกอบกับขาไม้โพลงใน การปักลงตำแหน่งที่ต้องการเก็บข้อมูล



รูปที่ 2. 3 การทำงานระหว่างกล้องประมวลผลรวมกับปริซึมสะท้อนแสง

### 2.3 การทำระดับตามยาวและระดับตามขวาง

การทำระดับตามยาวเป็นการสำรวจเพื่อหาค่าระดับตามยาวของจุดที่ต้องการทราบค่าระดับที่เรียงกันอยู่บนเส้นอ้างอิงที่เป็นเส้นตรง โดยงานที่ต้องการค่าระดับตามแนวยาวส่วนใหญ่จะเป็นงาน เช่น งานสร้างถนน งานสร้างทางรถไฟ งานขุดคลอง และงานท่อระบายน้ำ เป็นต้น การทำระดับตามยาวมีหลักการทำดังนี้

- (1) กำหนดแนวเส้นอ้างอิงที่จะใช้ทำระดับ โดยเส้นอ้างอิงจะเป็นเส้นตรงเส้นเดียวหรือเป็นเส้นตรงหลายเส้นที่ต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) ตอกหมุดที่จุดเริ่มต้น จุดสุดท้าย และจุดระหว่างกลางของเส้นอ้างอิง วัดระยะทางระหว่างหมุด โดยระยะห่างระหว่างหมุดจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและความละเอียดของลักษณะงานที่ต้องการ
- (2) ส่องกล้องไปยังหมุดที่รู้ค่าระดับ จึงอ่านค่า BS (Backsight) แล้วจดบันทึกค่า
- (3) ส่องกล้องไปยังหมุดต่างๆที่อยู่บนเส้นอ้างอิง จึงอ่านค่า FS (Foresight) แล้วจดบันทึกค่า
- (4) เก็บข้อมูลค่าระดับทุกหมุดที่อยู่บนเส้นอ้างอิงแล้วคำนวณค่าระดับของแต่ละหมุด
- (5) นำข้อมูลค่าระดับที่คำนวณเสร็จแล้วมาเขียนรูปตัดตามยาว

การทำระดับตามขวางเป็นการทำระดับตามแนวเส้นที่ตั้งฉากกับเส้นระดับตามยาว เส้นระดับตามขวางก็เหมือนกับเส้นระดับตามยาวแต่จะมีระยะทางที่สั้นกว่า ส่วนใหญ่เส้นระดับตามขวางจะสั้นกว่าเส้นระดับตามยาว เพื่อใช้ในการหาพื้นที่หน้าตัดใดๆที่อยู่บนเส้นระดับตามยาว ซึ่งมีหลักการทำระดับและการเขียนรูปตัดตามขวางจะเหมือนกับการทำระดับและการเขียนรูปตัดตามยาว

#### 2.4 การสร้างหมุดหลักฐาน

หมุดหลักฐานจะสร้างขึ้นในบริเวณที่สำคัญและยากต่อการทำลายโดยทั่วไปหมุดหลักฐานจะทำจากคอนกรีตหล่อแล้วนำไปฝังลงในดินส่วนหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้หมุดหลักฐานเคลื่อนที่หรือสูญหาย ดังรูปที่ 2.4 แต่ในกรณีที่ไม่สามารถสร้างหมุดหลักฐานถาวรได้ ให้ใช้หมุดหลักฐานชั่วคราว โดยใช้ไม้ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ยาว 20 - 30 เซนติเมตร หรือตะปูขนาด 3 นิ้ว ตอกลงพื้นดินหรือผิวถนนตามตำแหน่งที่เหมาะสมกับการทำงาน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2. 4 หมุดหลักฐานถาวรจากกรมทหาร B.M.P.SC.II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 หมดหลักฐานชั่วคราว

## 2.5 การไหลในทางน้ำเปิด

(ที่มา : หนังสือชลศาสตร์, รศ.ดร.สกุล ท่อโนทยาน, หน้า133)

การไหลในทางน้ำเปิด (Open channel flow) แตกต่างจากการไหลในท่อ (Pipe flow) คือ การไหลในท่อน้ำจะอัดเต็มหน้าตัดของท่อ (Conduit) ที่ปิดโดยรอบ ทุกๆหน้าตัดของการไหลจะมีความดัน (Hydraulic pressure) สูงกว่าความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure) และค่าความดันจะแปรเปลี่ยนไปตามระยะทางการไหล สำหรับการไหลในทางน้ำเปิดซึ่งอาจเป็นคลองรางน้ำ (Flume) อุโมงค์ หรือท่อที่มีน้ำไหลไม่เต็มท่อ (Partially low pipe) จะต้องมีผิวหน้าอิสระ (Free surface) ที่สัมผัสบรรยากาศ ซึ่งความดันที่ผิวหน้าอิสระเท่ากับความดันบรรยากาศและคงที่ตลอดระยะทางของการไหล

## 2.6 ทฤษฎี Chezy's Equation

วิศวกรชาวฝรั่งเศส Antoine Chezy ได้ศึกษาและนำเสนอไว้เมื่อปี ค.ศ. 1769 สูตรที่นิยมใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ของ  $v$  กับ  $R$  ในกรณีของการไหลสม่ำเสมอ โดยพิจารณาว่าการไหลในทางน้ำเปิดในทุกกรณีเกิดจากความแตกต่างของระดับพลังงาน โดยน้ำไหลจากตำแหน่งที่มีพลังงานสูงไปสู่ตำแหน่งที่มีพลังงานที่ต่ำกว่า อธิบายในสมการที่ 2.1

$$v = C \times \sqrt{R \times S} \quad (2.1)$$

เมื่อ  $v$  = ความเร็วเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)

$R$  = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จาก  $A/P$  (เมตร)

$A$  = พื้นที่ที่น้ำไหล (ตารางเมตร)

$P$  = ความยาวเส้นขอบเปียก (เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S = ความลาดชันของเส้นพลังงาน

C = ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานการไหล

## 2.7 ทฤษฎี Manning formula

สูตรแมนนิง (Manning's formula) เป็นวิธีการใช้หลักพลังงาน (Principle of energy) ในการประมาณหาค่าความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ การคำนวณจะต้องใช้ข้อมูลหรือวัดความลาดของผิวน้ำตามแนวลำน้ำ เพื่อใช้เป็นค่าประมาณของความลาดชันของพลังงานหรือ Energy gradient เป็นสูตรที่นิยมใช้คำนวณค่าความเร็วเฉลี่ยดังสมการ 2.2

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.2)$$

V = ความเร็วเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่ได้จาก A/P (เมตร)

A = พื้นที่ที่น้ำไหล (ตารางเมตร)

P = ความยาวเส้นขอบเปียก (เมตร)

S = ความลาดชันของเส้นพลังงาน

ตารางที่ 2. 1 แสดงชนิดและลักษณะท้องน้ำ

ที่มา:หนังสือชลศาสตร์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
<b>A. CLOSED CONDUITS FLOWING PARTLY FULL</b>			
<b>A-2. Nonmetal</b>			
<b>d. Concrete</b>			
1. Culvert, straight and free of debris	0.010	0.011	0.013
2. Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
3. Finished	0.011	0.012	0.014
4. Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
5. Unfinished, steel form	0.012	0.013	0.014
6. Unfinished, smooth wood form	0.012	0.014	0.016
7. Unfinished, rough wood form	0.015	0.017	0.020
<b>B. LINED OR BUILT-UP CHANNELS</b>			
<b>B-2. Nonmetal</b>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
<b>c. Concrete</b>			
1. Trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. Float finish	0.013	0.015	0.016
3. Finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.020
4. Unfinished	0.014	0.017	0.020
5. Gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. Gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. On good excavated rock	0.017	0.020	
8. On irregular excavated rock	0.022	0.027	
<b>d. Concrete bottom float finished with sides of</b>			
1. Dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.020
2. Random stone in mortar	0.017	0.020	0.024
3. Cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024
4. Cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
5. Dry rubble or riprap	0.020	0.030	0.035
<b>D. NATURAL STREAMS</b>			
D-1. Minor streams (top width at flood stage <100 ft)			
<b>a. Streams on plain</b>			
1. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
2. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
3. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
4. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
5. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055

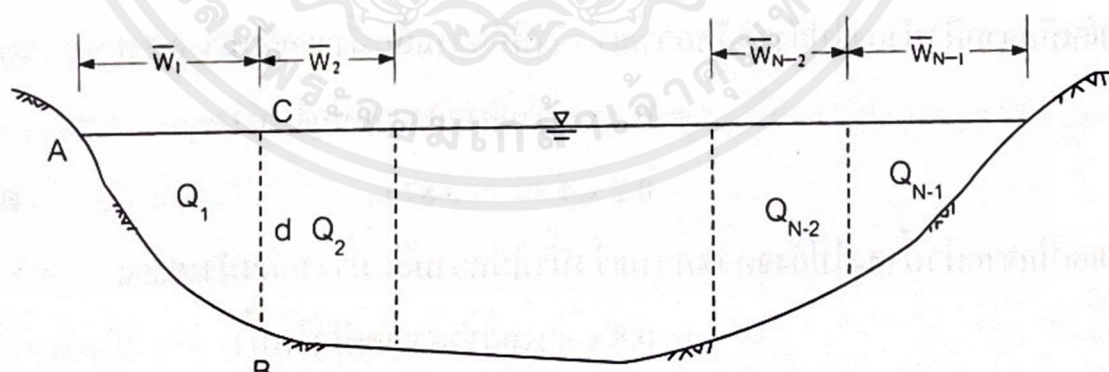
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
6. Same as 4, but more stones	0.045	0.050	0.060
7. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
8. Very weedy reaches, deep pools, or foodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150
<b>b.</b> Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages			
1. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
2. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

## 2.8 วิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่ (Velocity-Area Method)

การหาอัตราการไหล ด้วยวิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยม เนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดตั้งโครงสร้างทางชลศาสตร์ เช่น ฝายน้ำล้น (Weirs) รางวัดน้ำ (Fume) หรือประตูน้ำแบบไหลรอด (Sluice gate) เป็นต้น

วิธีหาอัตราการไหล ต้องสำรวจหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำและวัดความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านหน้าตัดแต่ในลำน้ำขนาดใหญ่ต้องหาอัตราการไหลในแต่ละหน้าตัดย่อยแล้วนำมารวมกันจะได้อัตราการไหลของหน้าตัดลำน้ำที่วัด ซึ่งมีวิธีการหาอัตราการไหลดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2. 6 การหาอัตราการไหลด้วยวิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่  
ที่มา : หนังสืออุทกวิทยา(Hydrology) รศ.กิริติ ลีวัจนกุล (หน้า362)

สมการอัตราการไหลรวม

$$Q = \sum_{i=1}^{N-1} Q_i \quad (2.3)$$

โดยที่  $Q_i$  คือ อัตราการไหลที่หน้าตัดย่อยที่  $i$  หาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

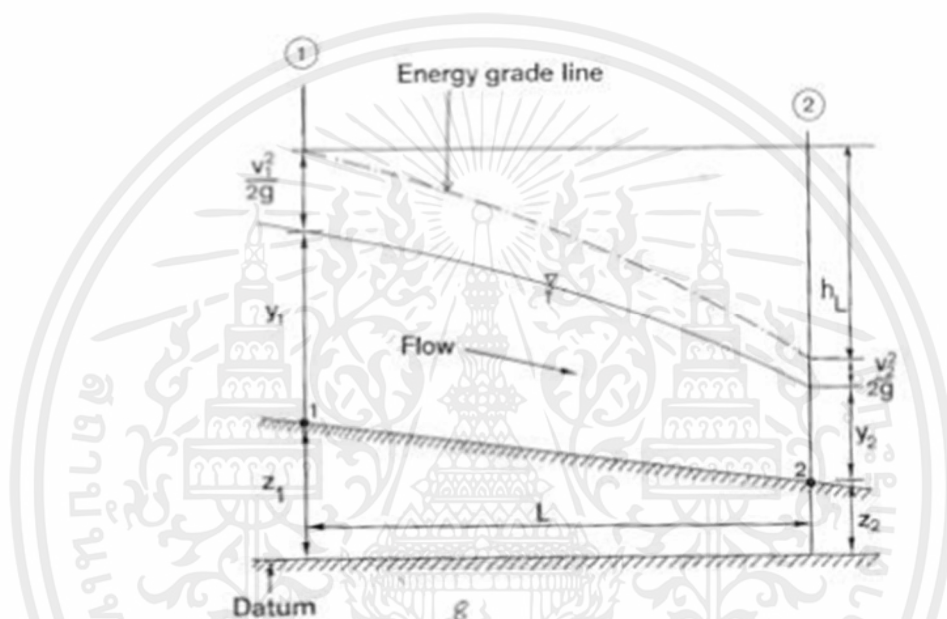
สมการไหลที่หน้าตัดย่อย  $Q_i = A_i v_i$  (2.4)

โดยที่  $A_i$  คือ พื้นที่หน้าตัดย่อยที่  $i$

และ  $v_i$  คือ ความเร็วน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดย่อยที่  $i$

## 2.9 วิธีความลาด-พื้นที่ (Slope -Area Method)

เมื่อพิจารณาหน้าตัดการไหล 2 หน้าตัดในช่วงความยาวทางน้ำเปิด  $L$  ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วิเคราะห์หาอัตราการไหลในทางน้ำเปิดด้วยวิธีความลาด-พื้นที่

ที่มา : หนังสืออุทกวิทยา(Hydrology) รศ.กิริติ สิวจันกุล (หน้า382)

เมื่อให้  $z_1$  และ  $z_2$  คือ ระดับท้องน้ำเหนือระดับอ้างอิงที่หน้าตัด 1 และหน้าตัด 2 ตามลำดับ

$y_1$  และ  $y_2$  คือ ความลึกของการไหลที่หน้าตัด 1 และหน้าตัด 2 ตามลำดับ

$V_1$  และ  $V_2$  คือ ความเร็วเฉลี่ยของการไหลผ่านหน้าตัด 1 และหน้าตัด 2 ตามลำดับ

และ  $h_L$  คือ การสูญเสียพลังงาน (head loss) ของการไหลระหว่างหน้าตัด 1 กับหน้าตัด 2

โดยที่  $h_L$  เป็นผลรวมของการสูญเสียพลังงานเนื่องจาก แรงเสียดทาน (fiction loss,  $h_f$ )

กับการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวน (eddy loss,  $h_e$ ) หรือ  $h_L = h_f + h_e$

ประยุกต์ใช้สมการพลังงานระหว่างหน้าตัด 1 กับหน้าตัด 2 แสดงในสมการ 2.5

$$z_1 + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \quad (2.5)$$

เมื่อมีการสูญเสียพลังงาน แสดงดังสมการ (2.6)

$$z_1 + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_f + h_e \quad (2.6)$$

เมื่อให้ระดับผิวน้ำ  $h_1 = z_1 + y_1$  และ  $h_2 = z_2 + y_2$  ดังนั้นจากสมการที่ 2.6 จะได้ ดังสมการ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_f + h_e$$

$$h_f = (h_1 - h_2) + \left( \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right) - h_e \quad (2.7)$$

การสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทาน  $h_f$  ในกรณีการไหลแบบสม่ำเสมอสามารถเขียนในเทอมความลาดของเส้นระดับพลังงาน (energy slope,  $S_f$ ) ดังสมการที่ 2.8

$$S_f = \frac{h_f}{L} - \frac{Q^2}{K^2} \quad (2.8)$$

โดยที่  $K$  คือ ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด (channel conveyance) ซึ่งในระบบหน่วย SI ดังสมการที่ 2.9

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (2.9)$$

เมื่อ  $n$  คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)

และ  $R$  คือ รัศมีชลศาสตร์ ( $R = A/P$ ) โดยที่

$P$  คือ เส้นขอบเปียก (เมตร)

ในการประยุกต์ใช้กับการไหลแบบไม่สม่ำเสมอ (Non-uniform flow) จะถือว่าความลาดเฉลี่ยของระดับพลังงาน (Average energy slope,  $\bar{S}_f$ ) มีความสัมพันธ์กับความสามารถต่อการไหลของหน้าตัดเฉลี่ย (average energy) ดังสมการที่ 2.10

$$\bar{S}_f = \frac{h_f}{L} - \frac{Q^2}{K^2} \quad (2.10)$$

เมื่อ  $K = \sqrt{K_1 K_2}$ ,  $K_1 = \frac{1}{n_1} A_1 R_1^{2/3}$  และ  $K_2 = \frac{1}{n_2} A_2 R_2^{2/3}$ ,

การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวน  $h_e$  หาได้จากสมการที่ 2.11

$$h_e = K_e \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.11)$$

โดยที่  $K_e$  คือ สัมประสิทธิ์ การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวน (eddy-loss coefficient) ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดการไหลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวน

หน้าตัดการไหล	$K_e$	
	ขยายขนาด	ลดขนาด
สม่ำเสมอ (uniform)	0	0
ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงหน้าตัด (gradual transition)	0.3	0.1
มีการเปลี่ยนแปลงทันที (abrupt transition)	0.8	0.6

(ที่มา : หนังสืออุทกวิทยา(Hydrology), รศ.กิริติ สิวัจจนกุล, หน้า383)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลในทางน้ำเปิดด้วยวิธี Slope-Area มีคำอธิบายขั้นตอน ดังนี้

- (1) ข้อมูลที่ต้องใช้ประกอบด้วย
  - (1.1) ระดับผิวน้ำ 2 หน้าตัดที่พิจารณา ( $h_1$  และ  $h_2$ )
  - (1.2) หน้าตัดทางน้ำเปิด 2 หน้าตัดทั้งพื้นที่หน้าตัด ( $A_1$  และ  $A_2$ ) และเส้นขอบเปียก ( $P_1$  และ  $P_2$ )
  - (1.3) ระยะทางระหว่างหน้าตัดทั้งสอง ( $L$ )
  - (1.4) สัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำเปิด ( $n$ )
  - (1.5) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำเปิด ( $K_e$ )
- (2) คำนวณรัศมีชลศาสตร์ ( $R = A/P$ ) และความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด  $K$
- (3) ความเร็ว  $v_1=v_2$  และ  $h_e=0$  ทำให้  $h_f$  จากสมการ เท่ากับ  $h_1-h_2$
- (4) คำนวณความลาดเฉลี่ยของเส้นระดับพลังงาน  $\bar{S}_f = h_f/L$
- (5) คำนวณอัตราการไหล  $Q = K\sqrt{\bar{S}_f}$
- (6) คำนวณความเร็ว  $v_1 = Q/A_1$  และ  $v_2 = Q/A_2$  จะสามารถหา  $V_1^2/2g$  และ  $V_2^2/2g$
- (7) หากการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการไหลวนได้  $h_e$
- (8) คำนวณ  $h_f$  จากสมการที่
- (9) ตรวจสอบว่า  $h_f$  ที่คำนวณได้จากข้อ 8 เท่ากับ  $h_f$  ที่ใช้คำนวณในข้อ 4 หรือไม่
  - (9.1) ถ้าไม่เท่ากัน แสดงว่า  $h_f$  ที่ใช้ในข้อ 4 ผิด ให้สมมติ  $h_f$  ใหม่ โดยใช้  $h_f$  จาก ข้อ 8 เป็นค่าสมมติในข้อ 4 แล้วคำนวณลงมาถึงข้อ 9
  - (9.2) ถ้าเท่ากัน แสดงว่า  $h_f$  ที่ใช้ในข้อ 4 ถูกต้อง ผลการคำนวณถูกต้อง จะได้ อัตราการไหลในข้อ 5 ตามต้องการ

## 2.10 การคำนวณปริมาณน้ำ Rating Curve

การสร้างเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำหรือที่เรียกว่า Rating Curve เพื่อใช้ในการประมาณปริมาณน้ำและบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ ในการสร้าง Rating Curve จำเป็นต้องมีการตั้งสถานีตัวแทนในลำห้วยแล้วทำการสำรวจเก็บปริมาณน้ำที่ระดับต่างๆ ของแต่ละช่วงเวลา เป็นเวลาหลายๆ เพื่อดูความแปรผันที่เกิดขึ้นในเวลานั้นๆ ข้อมูลปริมาณน้ำเป็นสถิติข้อมูลทางอุทกวิทยาที่มีความสำคัญมากในการนำไปทำการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย เพื่อใช้ในการออกแบบก่อสร้าง การจัดสรรน้ำ และการป้องกันภัยอันเกิดจากน้ำ เป็นต้น

## 2.11 การ Calibrate เครื่องมือวัด

การสอบเทียบเครื่องมือวัด เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือด้วยการสอบเทียบเครื่องมือวัดตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 เพื่อใช้ตัดสินใจว่าจะนำเครื่องมือมาใช้งานหรือทำการซ่อมแซมก่อนนำไปใช้งาน ทำให้มั่นใจได้ว่าเครื่องมือวัดที่ใช้ยังคงทำงานได้อย่างแม่นยำและมีความถูกต้อง การสอบเทียบเครื่องมือจำเป็นต้องเป็นระยะๆ เนื่องจากเครื่องมือเมื่อใช้งานไปในระยะหนึ่ง ค่าที่ได้จากการวัดอาจมีความคลาดเคลื่อนไปจากเดิม โดยมีปัจจัยมาจาก ระยะเวลา อุณหภูมิ ความชื้น และอื่นๆ ส่งผลให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือลดน้อยลง ทำให้การสอบเทียบเครื่องมือจึงมีความจำเป็น

## 2.12 การตรวจวัดคุณภาพของน้ำ

(ที่มา : [www.neonics.com](http://www.neonics.com))

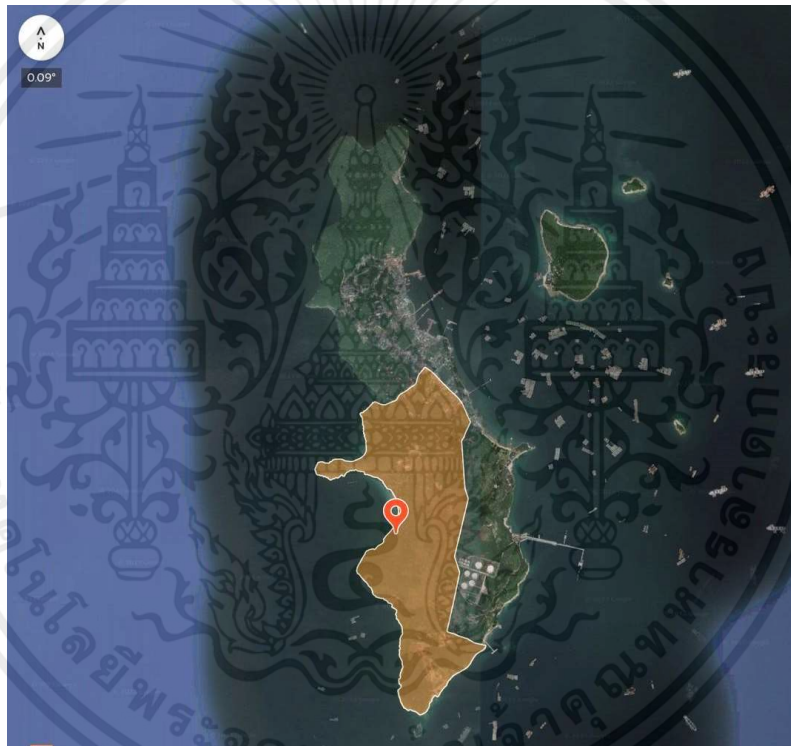
การตรวจวัดคุณภาพของน้ำในลำห้วยหรือน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำ ได้แก่ ค่า TDS (Total dissolved solids) ค่าความเค็ม Salt ค่า pH (positive potential of the hydrogen ions) ค่า EC (Electrical conductivity) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดการคุณภาพของน้ำให้สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ เนื่องจากน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมถึงด้านอุตสาหกรรม ด้านการเกษตร และด้านอื่นๆ ถ้าน้ำมีสารปนเปื้อนหรือไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพหรือการพัฒนาของโรคที่เกิดจากน้ำได้ ปัจจัยสำคัญในการตรวจวัดคุณภาพของน้ำ

## บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### 3.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลจากหนังสือและเว็บไซต์นำมาศึกษาในเรื่องการไหลในทางน้ำเปิด การประมาณอัตราการไหล การตรวจวัดคุณภาพน้ำ การสำรวจภูมิประเทศ การทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง การ Calibrate เครื่องมือ และศึกษาสภาพพื้นที่ภูมิประเทศของเกาะสีชังและขอบเขตพื้นที่ในการทำงานฝั่งทิศใต้ตะวันตกของเกาะสีชังเพื่อประมาณอัตราการไหลของน้ำและศึกษากายภาพของรูปตัดตามยาวและตามขวางของลำห้วย



รูปที่ 3. 1 พื้นที่ศึกษาทิศใต้ฝั่งตะวันตก

ที่มา : <https://www.google.com/maps>

#### 3.2 เตรียมอุปกรณ์ในการทำงาน

ในการทำงานจะแบ่งอุปกรณ์ออกเป็นสองชุดคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสำรวจจะใช้เพื่อทำการวางหมุดและหาค่าระดับของพื้นที่และอุปกรณ์วัดความเร็วของน้ำจะนำมาเก็บค่าความเร็วของน้ำตามลำห้วย

### 3.2.1 ชุดอุปกรณ์สำรวจ



รูปที่ 3. 2 ชุดอุปกรณ์เครื่องมือสำรวจ

- (1) กล่อง Total Station 1 ตัว
- (2) ปริซึมหลัก 1 ตัว
- (3) ขาตั้งกล่อง 2 ตัว
- (4) ไม้ไพล 2 อัน
- (5) ปริซึม 2 อัน
- (6) ค้อน 1 ตัว
- (7) ตะปูและหมุดไม้
- (8) ตลับเมตร 1 อัน

### 3.2.2 ชุดอุปกรณ์วัดความเร็วของน้ำ

- (1) เครื่องวัดความเร็ว (Nixon Flowmeters Streamflo V1.3 4)



รูปที่ 3. 3 เครื่องวัดความเร็ว (Nixon Flowmeters Streamflo V1.3 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (2) เครื่องวัดความเร็ว JDC Flowatch Flowmeter



รูปที่ 3. 4 เครื่องวัดความเร็ว JDC Flowatch Flowmeter

ที่มา : [www.TCG Plus .com](http://www.TCG Plus .com)

### 3.3 การ Calibrate เครื่องวัดความเร็วน้ำ

นำเครื่องวัดความเร็วของน้ำไปทำการสอบเทียบกับเครื่อง Hydraulic Bench เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานและความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดความเร็วของน้ำ ทำการทดสอบทั้งหมด 6 ครั้ง โดยจะเลือกเครื่องที่มีแม่นยำที่ใกล้เคียงกับเครื่อง Hydraulic Bench มากที่สุดไปใช้ในการทำงานจริง

### 3.4 การวางหมุดอ้างอิงทางตั้ง

วิธีการวางหมุดอ้างอิงทางตั้งมีขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษาภาพถ่ายทางดาวเทียมและเดินสำรวจพื้นที่หาหมุดหลักฐานถาวรที่หน่วยงานราชการได้ทำไว้ หากในพื้นที่ไม่มีหมุดหลักฐานถาวร ให้ทำการสร้างหมุดหลักฐานถาวรขึ้นมาเพื่อใช้ในการอ้างอิงค่าระดับในการสำรวจ

(2) จากการเดินสำรวจพบหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารอยู่บริเวณทางเข้าพระจุฑาธุชราช คือหมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร BMP SC II กำหนดให้มีค่าระดับอยู่ที่ 0.000 ม. ดังรูปที่ 3.2

(3) ใช้หมุดหลักฐานที่เจอในการอ้างอิงค่าระดับ โดยโยนไปยังหมุดควบคุมทางตั้งอื่นๆที่ได้จัดสร้างขึ้นในพื้นที่ที่คิดได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง โดยครอบคลุมถนนสายหลักและแหล่งเก็บน้ำ เพื่อสามารถนำหมุดดังกล่าวเหล่านั้นไปใช้อ้างอิงค่าระดับต่อไป



รูปที่ 3. 5 หมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร BMP SC II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง

วิธีการทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางมีขั้นตอนดังนี้

- (1) สำรวจพื้นที่หาลำห้วยในทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซังเพื่อใช้ในการทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง
- (2) เมื่อได้ลำห้วยที่ต้องการทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง ใช้กล้องประมวลผลรวมเพื่อใช้ในการเก็บค่าระดับของลำห้วย โดยอ้างอิงค่าระดับจากหมุดอ้างอิงที่อยู่ใกล้กับลำห้วย
- (3) เมื่อเก็บค่าระดับของรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางแล้วจากนั้นนำข้อมูลไปคำนวณและประมวลผลผ่านโปรแกรม Auto cad เพื่อเขียนรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง

### 3.6 การคำนวณหาอัตราการไหล

การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยจะใช้วิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่ (velocity-Area method) มีวิธีการดังนี้

- (1) สำรวจพื้นที่หาลำห้วยในทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซังเพื่อใช้คำนวณหาอัตราการไหล
- (2) ใช้เครื่องมือวัดความเร็วของน้ำด้วยเครื่อง JDC Flowatch Flowmeter เก็บค่าความเร็วของน้ำในลำห้วย
- (3) คำนวณพื้นที่หน้าตัดที่น้ำไหลจากรูปตัดตามขวางที่ได้สำรวจในหัวข้อที่ 3.4
- (4) นำข้อมูลค่าความเร็วน้ำและพื้นที่หน้าตัดที่น้ำไหลไปคำนวณหาอัตราการไหลโดยใช้สมการที่ 2.4

### 3.7 การทำเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve)

การทำเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) จะใช้วิธีความลาด-พื้นที่ (Slope-Area Method) โดยมีวิธีการคำนวณดังหัวข้อที่ 2.9 เมื่อคำนวณค่าอัตราการไหล (Q) และค่าระดับความสูงของน้ำ (H) นำที่ได้ไปใช้พล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหล (Q) และค่าระดับความสูงของน้ำ (H) เพื่อใช้ประมาณค่าอัตราการไหลในแต่ละช่วงความสูงของระดับน้ำในลำห้วย

### 3.8 แผนการดำเนินงาน

จากตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานและช่วงเวลาของโครงการพิเศษ อธิบายได้ดังนี้

- (1) ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจัดทำวรรณกรรมปริทัศน์ในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนกันยายน
- (2) เตรียมอุปกรณ์และศึกษาฝึกซ้อมอุปกรณ์เครื่องมือในการทำโครงการในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนสิงหาคมถึงสัปดาห์ที่ 1 ของเดือนกันยายนและสัปดาห์ที่ 3-4 ของเดือนตุลาคม
- (3) วางแผนการทำงานโดยแบ่งการทำงานเป็นสองขั้นตอนคือการสำรวจเพื่อหาค่าระดับของพื้นที่และสำรวจแหล่งน้ำเพื่อวัดความเร็วน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (4) สำรวจพื้นที่เพื่อหาค่าระดับจากกล้อง Total Station และเก็บค่าความเร็วของน้ำเพื่อทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง
- (5) วิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลจัดทำรายงานในช่วงสัปดาห์ที่ 2 พฤศจิกายนถึงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนธันวาคม
- (6) นำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ให้คณะกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนธันวาคม
- (7) รวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาทำการคำนวณและหาค่าปรับแก้
- (8) นำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ให้คณะกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม
- (9) แก้ไขรายงานและจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																																						
	ปี พ.ศ.2565														ปี พ.ศ.2566																								
	ส.ค				ก.ย				ต.ค				พ.ย				ธ.ค				ม.ค				ก.พ				มี.ค				เม.ย				พ.ค		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1.รวบรวมข้อมูล	←————→																																						
2.ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานและฝึกหัดใช้งานเครื่องมือ	←————→																																						
3.สำรวจพื้นที่ทำการเก็บข้อมูลอัตราการไหลและทำหมุดอ้างอิงทางตั้ง												←—→																											
4.สำรวจพื้นที่เพื่อทำ Cross section												◆																											
5.วิเคราะห์ข้อมูลประมวลผลและจัดทำเอกสาร													←————→																										
6.นำเสนอความคืบหน้าของโครงการครั้งที่1																																							
7.รวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาทำการคำนวณและหาค่าปรับแก้																																							
8.สรุปผลและจัดทำเอกสาร																																							
9.นำเสนอความคืบหน้าครั้งที่2 และส่งเอกสารการทำโครงการ																																							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

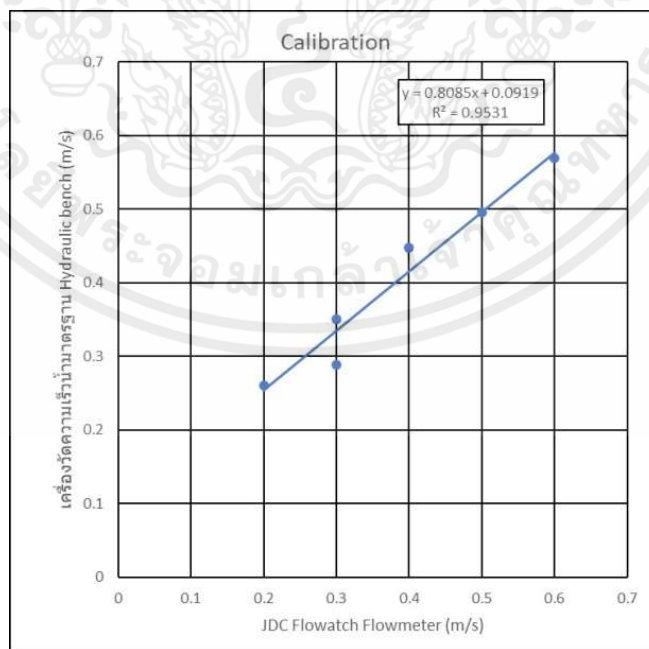
### ผลการศึกษา

#### 4.1 ผลการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ

โดยการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำกับโต๊ะทดลองงานชลศาสตร์ทำการทดสอบ 6 ครั้ง โดยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ JDC Flowatch Flowmeter วัดความเร็วน้ำใกล้เคียงกับโต๊ะทดลองงานชลศาสตร์มากที่สุดจึงนำไปใช้ในการปฏิบัติงานในพื้นที่

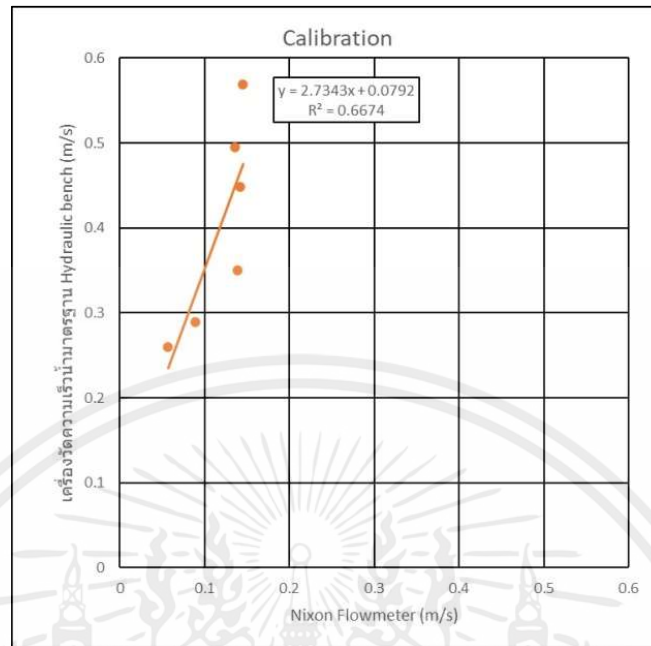
ตารางที่ 4. 1 ตารางการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ

รอบที่ทดสอบ	เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ มาตรฐาน Hydraulic bench (m/s)	JDC Flowatch Flowmeter (m/s)	Nixon Flowmeter (m/s)
1	0.26	0.2	0.057
2	0.289	0.3	0.089
3	0.35	0.3	0.139
4	0.448	0.4	0.142
5	0.495	0.5	0.136
6	0.569	0.6	0.145



รูปที่ 4. 1 กราฟการ Calibrate เครื่องมือวัดความเร็วน้ำ JDC Flowatch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 2 กราฟการ Calibrate เครื่องวัดความเร็วน้ำ Nixon Flowmeter

จากการสอบเทียบเครื่องมือวัดค่าอัตราการไหลของค่าโต๊ะทดลองงานชลศาสตร์มีค่าสูงถึง 0.30 m/sec แต่ค่าจากเครื่องมือวัดความเร็วน้ำเครื่อง Nixon ใช้ค่าความถี่คลื่น ซึ่งวัดความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในค่าที่ต่ำกว่า 0.50 m/sec การใช้เครื่องมือจึงจำกัดเกณฑ์การไหลต่ำเท่านั้น

#### 4.2 ผลการวางหมุดอ้างอิงทางดิ่ง

จากการสำรวจพื้นที่ที่ศึกษาได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง เพื่อวางหมุดระดับอ้างอิงทางดิ่งด้วยกล้อง Total Station ทำการกำหนดตำแหน่งหมุดอ้างอิงทางดิ่ง และถ่ายระดับจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารอยู่บริเวณทางเข้าพระจุฑาธุชราช ตั้งรูปที่ 3.2 เพื่อใช้อ้างอิงค่าระดับในการทำ Profile and Cross section ของลำห้วยในพื้นที่ที่ศึกษาได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง ในการหาหมุดอ้างอิงทางดิ่งจะได้ข้อมูลพิกัดและค่าระดับของแต่ละหมุดจำนวน 37 หมุด ดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4. 2 ตารางบอกค่าพิกัดและหมุดอ้างอิงทางดิ่ง

STA	Elevation	Latitude	Longitude	UTM		Remark
				Easting	Northing	
BM.45	23.645	13.157526	100.808561	696027.764	1455260.447	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.46	23.988	13.156860	100.809220	696099.744	145187.277	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.47	30.188	13.156020	100.808910	696066.801	1455094.100	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.48	36.955	13.155500	100.808210	695991.319	1455036.023	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณกลางถนนหน้าวัดถ้ำยายปริก
BM.49	39.180	13.154480	100.807010	695862.023	1454922.238	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.50	38.004	13.154305	100.806478	695804.427	1454902.440	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.51	34.239	13.154030	100.805950	695747.452	1454871.627	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 2 (ต่อ) ตารางบอกค่าพิกัดและหมุดอ้างอิงทางตั้ง

STA	Elevation	Latitude	Longitude	UTM		Remark
				Easting	Northing	
BM.52	31.619	13.154130	100.805650	695714.846	1454882.457	ห้วตะปูคอนกรีตฐานปูนเสาไฟฟ้าหน้าศรีวิชัย บังกะโล
BM.53	33.655	13.154030	100.808230	695994.656	1454873.402	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.54	39.084	13.152800	100.808120	69583.707	1454737.232	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.55	45.843	13.152480	100.807260	695890.717	145701.159	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.56	61.546	13.151745	100.806804	695841.86	1454619.485	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.57	73.777	13.151350	100.806980	695861.256	1454575.921	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.58	90.082	13.150959	100.87603	703348.381	1454587.428	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.59	96.108	13.150643	100.807785	695949.099	1454498.327	ห้วตะปูคอนกรีตกลางถนนหน้าวัดถ้ำพรเพ็ญ
BM.60	90.313	13.15033	100.8079	695961.816	1454463.787	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.61	84.654	13.150382	100.808479	696024.553	1454469.991	ห้วตะปูคอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.62	65.744	13.149521	100.809393	696124.34	1454375.45	เสาไฟส่องสว่างตรงข้ามรีสอร์ททปภาดาบาร์เบีย
BM.63	68.003	13.149643	100.808556	696033.49	1454388.30	ศาลาขาว (ปภาดาบาร์เบีย)
BM.64	73.333	13.149628	100.808556	696033.50	1454386.64	ปภาดาบาร์เบีย (ทางเลียว) ต่อเสา
BM.65	62.229	13.148619	100.808556	696034.30	1454275.01	ข้างเสาสัญญาณป้ายศูนย์วัฒนธรรม
BM.66	13.728	13.146564	100.806496	695812.58	1454046.04	ป้ายแผนที่เกาะสี่ซึ่งตรงข้ามที่จอดรถหาดถ้ำพัง
BM.67	26.931	13.1465744	100.8064974	695812.68	1454047.15	เสาไฟส่องสว่างแยกกลางหาดถ้ำพัง
BM.68	37.647	13.146726	100.807259	695895.18	1454064.56	โค้งเลยเสาไฟต้นไม้ใหญ่ (ฟุตบอล)
BM.69	44.725	13.1467327	100.8074952	695920.76	1454065.52	สามแยกขึ้นศูนย์วัฒนธรรม
BM.70	56.038	13.147029	100.810665	696264.24	1454100.74	หน้าโรงแพะ (ป้ายโค้งอันตราย)
BM.71	52.841	13.146752	100.8101039	696203.63	1454069.65	แยกเสาไฟฟ้า (ป้ายระวังแพะ)
BM.72	52.37	13.1433395	100.813452	696569.36	1453694.66	เลยพระจุฬา ขอบฟุตบอล
BM.73	52.622	13.1485519	100.8134457	696564.56	1454271.41	ขอบทางโค้งเลย Hotel tist
BM.74	49.644	13.1485578	100.8134473	696564.66	1454272.07	ฟุตบอลทางแยกไปหาดถ้ำพัง
BM.75	30.864	13.151058	100.813504	696568.85	1454548.71	ฟุตบอลโค้งหินทางขึ้นเขา
BM.76	5.000	13.1524786	100.8141434	696637.00	1454706.42	ขอบบล็อกตันลิลาวดีหน้าวัง
BM.77	52.161	13.141595	100.813099	696532.47	1453501.43	ฟุตบอลก่อนถึงแท่งก้นน้ำโรงขยะ
BM.78	51.755	13.1385005	100.8131882	696544.59	1453159.08	ฟุตบอลหัวโค้งก่อนโรงขยะบริษัทสยามแท่งก
BM.79	39.492	13.13474	100.812392	696461.27	1452742.46	เสาไฟก่อนถึงศูนย์กำจัดขยะ
BM.80	35.542	13.1329062	100.8120945	696430.52	1452539.32	เสาไฟทางหน้าศูนย์กำจัดขยะ
BM.81	29.525	13.13239	100.813637	696598.14	1452483.43	เสาไฟส่องสว่างตรงแยกขวามือ (หัวน้ำอด)

\*หมายเหตุ ค่าระดับทั้งหมดอ้างอิงจากหมุด BMP ซึ่งอยู่ในพระจุฑาธุชราชฐาน โดยสมมุติให้ค่าระดับที่หมุด BMP เป็น 0.000

เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หมายเหตุ BM. ทิศใต้ฝั่งตะวันตก ของเกาะสี่ช้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมแผนที่ทหารเรือ... ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ค่าความคาดเคลื่อนของการทำสำรวจวงรอบ

ตารางที่ 4. 3 การคาดเคลื่อนของ Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง บริเวณบ้านพักหมู่บ้านหนองนา

Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง บริเวณบ้านพักหมู่บ้านหนองนา									
STA	BS (m)	hp (m)	HI (m)	IFS (m)	hp (m)	FS (m)	hp (m)	Elevation (m)	Remark
BM.33	-0.043	1.311	16.388					15.034	
BM.45	-1.789	1.311	26.745			8.568	1.311	23.645	
BM.46	-3.815	1.311	29.114			-1.446	1.311	23.988	
BM.47	-4.832	1.311	36.331			2.385	1.311	30.188	
BM.48	-3.624	1.311	41.890			1.935	1.311	36.955	
BM.49	1.176	1.311	39.315			-1.399	1.311	39.180	
BM.50				-0.060	1.311			37.944	
BM.51	1.494	1.311	34.056			-3.765	1.311	34.239	
BM.52	-1.126	1.311	34.056			-1.126	1.311	31.619	
BM.51	-3.836	1.311	39.384			1.492	1.311	34.237	
BM.49	-1.557	1.311	42.035			1.094	1.311	39.167	
BM.48	1.867	1.311	36.387			-3.781	1.311	36.943	
BM.47	2.516	1.311	28.974			-4.897	1.311	30.179	
BM.46	-1.362	1.311	26.644			-3.692	1.311	23.971	
BM.45	8.639	1.311	16.295			-1.710	1.311	23.623	
BM.33						0.020	1.311	15.004	
Sum.BS	-6.292					Elev.BM33	15.034		
Sum.FS	-6.322					Elev.BM33	15.004		
DIFF	0.030					DIFF	0.030		

การคำนวณค่าความคาดเคลื่อนในแนวตั้ง

- 1) ผลต่างของผลรวมค่าไม้หลังและผลรวมค่าไม้หน้า =  $6.292 - 6.322 = 0.030$  m.
- 2) ผลต่างของค่าระดับ BM33ขาไป – BM33ขากลับ =  $15.034 - 15.004 = 0.030$  m.
- 3) ความคาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 0.050 m.

สรุป ผลต่างของค่าระดับ BM33ขาไป – BM33ขากลับ เท่ากับ 0.030 m. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการทำงานระดับชั้นที่ 3

ตารางที่ 4. 4 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลมงู

Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลมงู									
STA	BS (m)	hp (m)	HI (m)	IFS (m)	hp (m)	FS (m)	hp (m)	Elevation (m)	Remark
BM.40	-12.870	1.307	19.177					5.000	
BM.75	-14.24	1.307	46.415			12.994	1.307	30.864	
BM.74	0.577	1.307	50.374			4.536	1.307	49.644	
BM.73	-0.857	1.307	54.786			3.555	1.307	52.622	
BM.72	-0.08	1.307	53.757			-1.109	1.307	52.370	
BM.76	0.604	1.307	52.864			-0.289	1.307	52.161	
BM.77	3.487	1.307	49.575			0.198	1.307	51.755	
BM.78	3.065	1.307	37.734			-8.776	1.307	39.492	
BM.79	2.526	1.307	34.323			-0.885	1.307	35.542	
BM.80	-3.491	1.307	34.323			-3.491	1.307	29.525	
BM.79	-0.887	1.307	37.736			2.526	1.307	35.542	
BM.78	-8.764	1.307	49.573			3.073	1.307	39.502	
BM.77	0.195	1.307	52.897			3.519	1.307	51.785	
BM.76	-0.36	1.307	53.864			0.607	1.307	52.197	
BM.72	-1.03	1.307	54.751			-0.143	1.307	52.414	
BM.73	2.665	1.307	51.332			-0.754	1.307	52.690	
BM.74	4.726	1.307	46.288			-0.318	1.307	49.707	
BM.75	14.817	1.307	17.398			-14.07	1.307	30.908	
BM.40						-11.05	1.307	5.046	
Sum.BS	-9.921					Elev.BM40	5.000		
Sum.FS	-9.875					Elev.BM40	5.046		
DIFF	-0.046					DIFF	-0.046		

## การคำนวณค่าความคาดเคลื่อนในแนวตั้ง

- 1) ผลต่างของผลรวมค่าไม้หลังและผลรวมค่าไม้หน้า =  $9.921 - 9.875 = 0.046$  m.
- 2) ผลต่างของค่าระดับ BM.40ขาไป – BM.40ขากลับ =  $5.000 - 5.046 = 0.046$  m.
- 3) ความคาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 0.050 m.

สรุป ผลต่างของค่าระดับ BM.40ขาไป – BM.40ขากลับ เท่ากับ 0.046 m. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการทำงานระดับชั้นที่ 3

ตารางที่ 4. 5 การคาดเคลื่อนของ Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง ถ้ำพรเพ็ญ

Loop วัดถ้ำยายปริก ถึง ถ้ำพรเพ็ญ									
STA	BS (m)	hp (m)	HI (m)	IFS (m)	hp (m)	FS (m)	hp (m)	Elevation (m)	Remark
BM.48	-1.133	1.311	39.399					36.955	
BM.53	-1.377	1.311	41.686			0.910	1.311	38.998	
BM.54	-0.694	1.311	46.432			4.052	1.311	44.427	
BM.55	-4.649	1.311	57.146			6.065	1.311	51.186	
BM.56	-8.075	1.311	76.275			11.054	1.311	66.889	
BM.57	-3.900	1.311	84.331			4.156	1.311	79.120	
BM.58	-4.715	1.311	84.721			12.405	1.311	95.425	
BM.59				-0.262	1.311			101.451	
BM.60	4.445	1.311	92.522			-4.484	1.311	95.656	
BM.61	9.753	1.311	81.555			-1.214	1.311	89.997	
BM.62	0.473	1.311	74.171			-6.911	1.311	73.333	
BM.63		1.311	73.963			-0.208	1.311	72.652	
BM.62	-6.968	1.311	81.612			0.681	1.311	73.333	
BM.61	-1.123	1.311	92.414			9.679	1.311	89.980	
BM.60	-4.474	1.311	101.426			4.538	1.311	95.641	
BM.58	12.008	1.311	84.721			-4.697	1.311	95.418	
BM.57	4.165	1.311	76.248			-4.308	1.311	79.102	
BM.56	10.994	1.311	57.176			-8.078	1.311	66.859	
BM.55	6.625	1.311	45.849			-4.702	1.311	51.163	
BM.54	4.044	1.311	41.675			-0.13	1.311	44.408	
BM.53	0.936	1.311	39.357			-1.382	1.311	38.982	
BM.48		1.311				-1.117	1.311	36.929	
Sum.BS	16.335					Elev.BM48	36.955		
Sum.FS	16.309					Elev.BM48	36.929		
DIFF	0.026					DIFF	0.026		

## การคำนวณค่าความคาดเคลื่อนในแนวตั้ง

- 1) ผลต่างของผลรวมค่าไม้หลังและผลรวมค่าไม้หน้า =  $16.335 - 16.309 = 0.026$  m.
- 2) ผลต่างของค่าระดับ BM.48ขาไป - BM48.ขากลับ =  $36.055 - 36.929 = 0.026$  m.
- 3) ความคาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 0.050 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ผลต่างของค่าระดับ BM.48ขาไป – BM.48ขากลับ เท่ากับ 0.026 m. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการทำงานระดับชั้นที่ 3

ตารางที่ 4. 6 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าศูนย์ประวัติศาสตร์ ถึง รีสอร์ท

Loop หน้าศูนย์ประวัติศาสตร์ ถึง รีสอร์ท									
STA	BS (m)	hp (m)	HI (m)	IFS (m)	hp (m)	FS (m)	hp (m)	Elevation (m)	Remark
BM.69	-7.975	1.307	54.007					44.725	
BM.65	-3.913	1.307	67.449			9.529	1.307	62.229	
BM.64	1.896	1.307	72.744			7.191	1.307	73.333	
BM.63	0.476	1.307	68.834			-3.434	1.307	68.003	
BM.62	-1.783	1.307	68.834			-1.783	1.307	65.744	
BM.63	-3.487	1.307	72.797			0.476	1.307	68.003	
BM.64	7.233	1.307	67.407			1.843	1.307	73.333	
BM.65	9.930	1.307	53.614			-3.863	1.307	62.237	
BM.69						-7.575	1.307	44.732	
Sum.BS	2.377					Elev.BM69	44.725		
Sum.FS	2.384					Elev.BM69	44.732		
DIFF	-0.007					DIFF	-0.007		

การคำนวณค่าความคาดเคลื่อนในแนวตั้ง

- 1) ผลต่างของผลรวมค่าไม้หลังและผลรวมค่าไม้หน้า =  $2.377 - 2.384 = 0.007$  m.
- 2) ผลต่างของค่าระดับ BM.40ขาไป – BM.40ขากลับ =  $44.725 - 44.732 = 0.007$ m.
- 3) ความคาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 0.050 m.

สรุป ผลต่างของค่าระดับ BM.40ขาไป – BM.40ขากลับ เท่ากับ 0.046 m. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการทำงานระดับชั้นที่ 3

ตารางที่ 4. 7 การคาดเคลื่อนของ Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลมงู

Loop หน้าพระจุฑาธุชราชฐาน ถึง แหลมงู									
STA	BS (m)	hp (m)	HI (m)	IFS (m)	hp (m)	FS (m)	hp (m)	Elevation (m)	Remark
BM.74	0.047	1.307	50.904					49.644	
BM.71	-3.878	1.307	58.026			3.244	1.307	52.841	
BM.70	2.828	1.307	54.517			-0.681	1.307	56.038	
BM.69	1.978	1.307	44.054			-8.485	1.307	44.725	
BM.68	7.318	1.307	31.636			-5.100	1.307	37.647	
BM.67	2.063	1.307	26.175			-3.398	1.307	26.931	
BM.66	-11.14	1.307	26.175			-11.140	1.307	13.728	
BM.67	-2.688	1.307	30.926			2.063	1.307	26.931	
BM.68	-5.168	1.307	44.118			8.024	1.307	37.643	
BM.69	-8.342	1.307	54.371			1.911	1.307	44.722	
BM.70	-0.655	1.307	57.999			2.973	1.307	56.037	
BM.71	3.296	1.307	50.854			-3.849	1.307	52.843	
BM.74						0.100	1.307	49.647	
Sum.BS	-14.341					Elev.BM74	49.644		
Sum.FS	-14.338					Elev.BM74	49.647		
DIFF	-0.003					DIFF	-0.003		

#### การคำนวณค่าความคาดเคลื่อนในแนวตั้ง

- 1) ผลต่างของผลรวมค่าไม้หลังและผลรวมค่าไม้หน้า =  $14.341 - 14.338 = 0.003$  m.
- 2) ผลต่างของค่าระดับ BM.74ขาไป – BM.74ขากลับ =  $49.647 - 49.647 = 0.003$  m.
- 3) ความคาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 0.050 m.

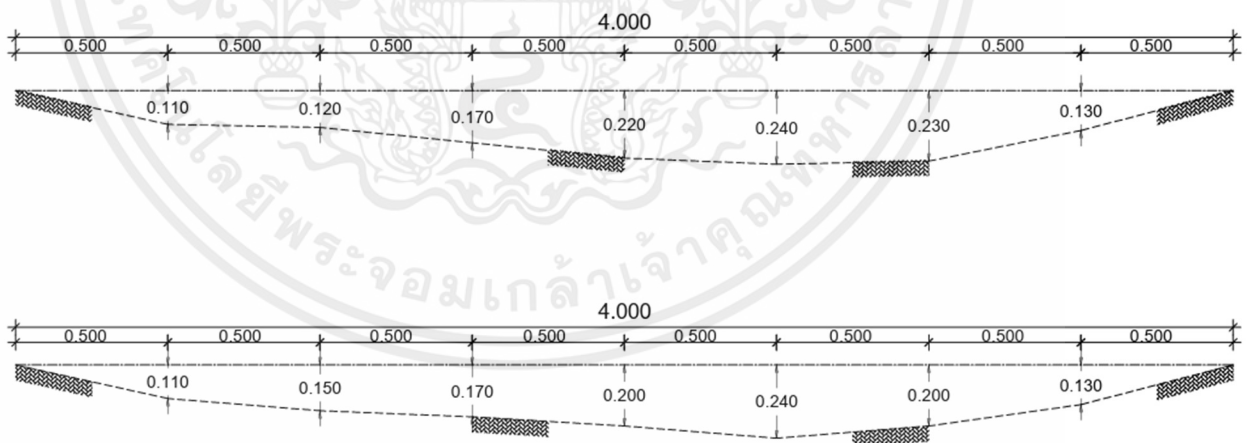
สรุป ผลต่างของค่าระดับ BM.74ขาไป – BM.74 ขากลับ เท่ากับ 0.003 m. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการทำงานระดับชั้นที่ 3

#### 4.4 ผลการสำรวจลำห้วย

จากการสำรวจลำห้วยในพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชังทั้งหมด 6 สถานที่ ได้แก่ ทางลงหาดถ้ำพัง ผาถ้ำพัง แหลมถ้ำพัง ท่ายายทิม วัดถ้ำยายปริก และปาริฮัต ด้วยกล้องประมวลผลรวม (Total Station) เพื่อทำรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวาง ด้วยโปรแกรม Auto CAD ได้ดังรูปต่อไปนี้

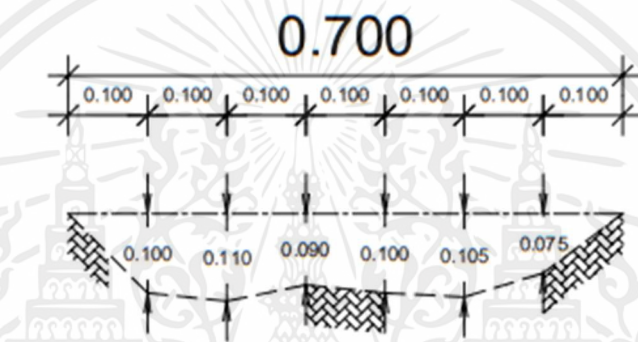
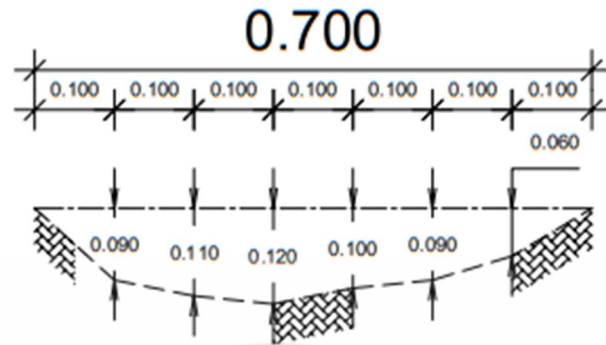


รูปที่ 4.4 ตำแหน่งสถานที่ที่สำรวจลำห้วย

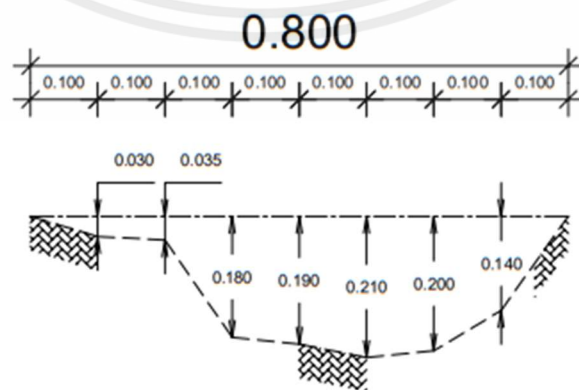
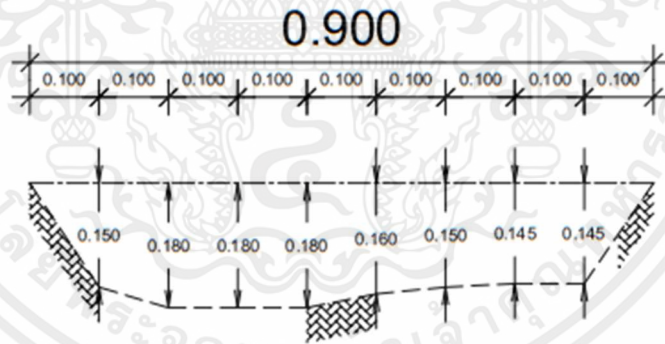


รูปที่ 4.5 Cross section ของพื้นที่แหลมถ้ำพิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

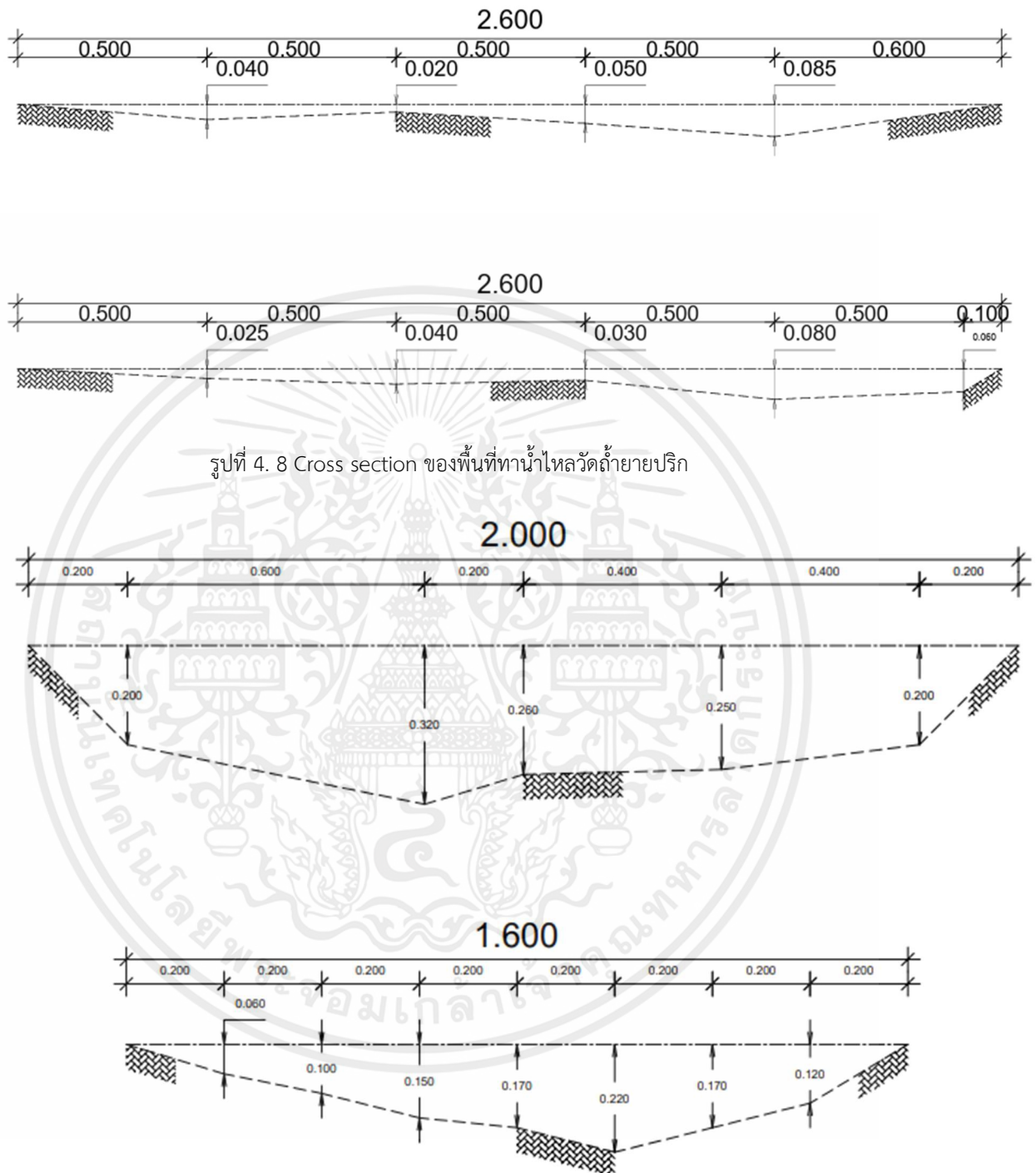


รูปที่ 4. 6 Cross section ของพื้นที่ทำยายทิม1



รูปที่ 4. 7 Cross section ของพื้นที่ทำยายทิม2

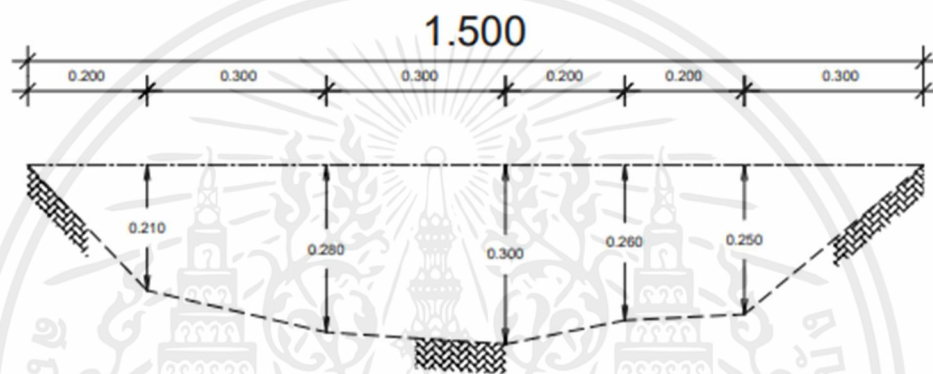
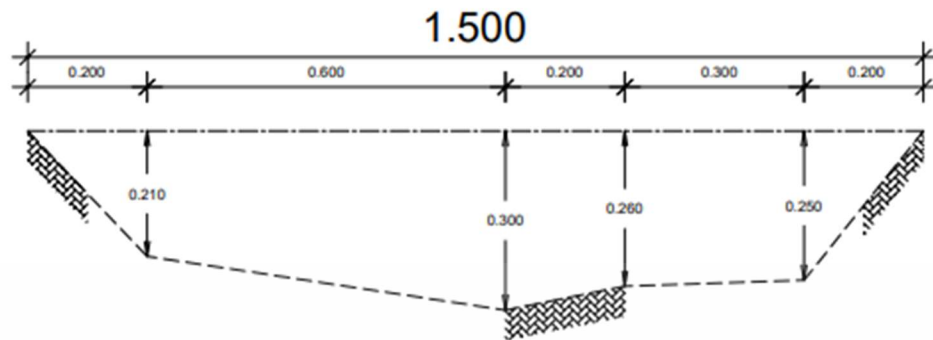
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 8 Cross section ของพื้นที่หน้าไหลวัดถ้ำยายปริก

รูปที่ 4. 9 Cross section ของพื้นที่หน้าไหลปารีฮัท1

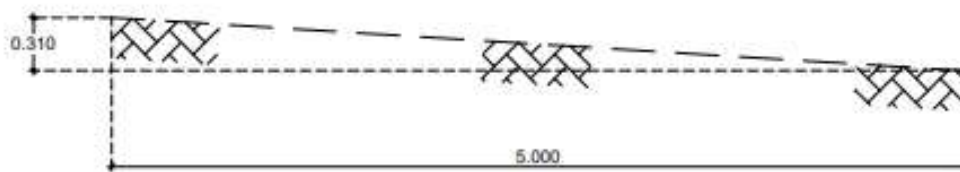
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 10 Cross section ของพื้นที่ทาน้ำไหลปรอท2

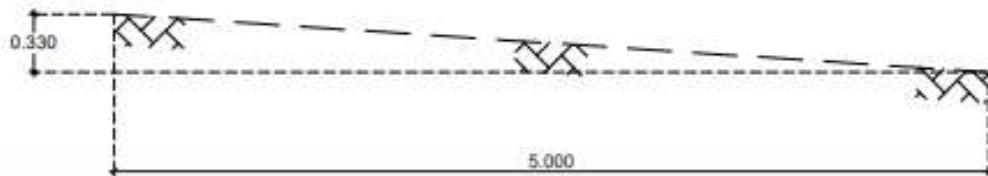


รูปที่ 4. 11 Profile ของพื้นที่ผาถ้ำพังจุดที่ 1



รูปที่ 4. 12 Profile ของพื้นที่ผาถ้ำพังจุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 13 Profile ของพื้นที่ผาล้ำฝั่งจุดที่ 3



รูปที่ 4. 14 Profile ของพื้นที่ผาล้ำฝั่งจุดที่ 4

#### 4.5 เปรียบเทียบอัตราการไหลจาก Velocity-Area Method กับสมการ Chezy's และ Manning

จากการวัดความเร็วของน้ำในลำห้วยในพื้นที่ที่ศึกษาได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซัง เพื่อหาอัตราการไหลด้วยวิธี Velocity-Area Method ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4. 8 ข้อมูลการหาอัตราการไหลโดยวิธีวัดความเร็วและพื้นที่

Location	A (m <sup>2</sup> )	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
ผาล้ำฝั่ง จุดที่1	0.0026	0.09465	0.000246
ผาล้ำฝั่ง จุดที่2	0.0037	0.14927	0.000552
ผาล้ำฝั่ง จุดที่3	0.0153	0.08364	0.001280
ผาล้ำฝั่ง จุดที่4	0.0067	0.24272	0.00126
ศูนย์ประวัติศาสตร์	0.0030	0.05251	0.000158
ทางลงหาดลำน้ำ	0.0036	0.63745	0.002295

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณอัตราการไหลโดยการประมาณค่าด้วยสมการ Manning จากตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4. 9 คำนวณอัตราการไหลด้วยสมการ Manning

Location	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	S	R (m)	S <sup>1/2</sup>	R <sup>2/3</sup> (m)	n	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
ผาล้ำพัง จุดที่1	0.0026	0.13	0.0460	0.0200	0.21448	0.07368	0.095	0.09465	0.000246
ผาล้ำพัง จุดที่2	0.0037	0.55	0.0620	0.0067	0.24900	0.03564	0.055	0.14927	0.000552
ผาล้ำพัง จุดที่3	0.0153	0.20	0.0660	0.0765	0.25690	0.18021	0.250	0.08364	0.001280
ผาล้ำพัง จุดที่4	0.0067	0.20	0.0333	0.0335	0.18257	0.10392	0.045	0.24272	0.00126
ศูนย์ประวัติศาสตร์	0.0030	0.10	0.0340	0.0300	0.18439	0.09655	0.142	0.05251	0.000158
ทางลงหาดถ้ำพัง	0.0036	0.72	0.1589	0.0050	0.39862	0.02924	0.032	0.63745	0.002295

การคำนวณอัตราการไหลโดยการประมาณค่าด้วยสมการ Chezy's จากตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4. 10 คำนวณอัตราการไหลด้วยสมการ Chezy's

Location	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	S	R (m)	S <sup>1/2</sup>	n	C	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
ผาล้ำพัง จุดที่1	0.0026	0.13	0.0460	0.0200	0.21448	0.095	3.121	0.09465	0.000246
ผาล้ำพัง จุดที่2	0.0037	0.55	0.0620	0.0067	0.24900	0.055	7.309	0.14927	0.000552
ผาล้ำพัง จุดที่3	0.0153	0.20	0.0660	0.0765	0.25690	0.250	1.177	0.08364	0.001280
ผาล้ำพัง จุดที่4	0.0067	0.20	0.0333	0.0335	0.18257	0.045	7.263	0.24272	0.00126
ศูนย์ประวัติศาสตร์	0.0030	0.10	0.0340	0.0300	0.18439	0.142	1.644	0.05251	0.000158
ทางลงหาดถ้ำพัง	0.0036	0.72	0.1589	0.0050	0.39862	0.032	22.615	0.63745	0.002295

เปรียบเทียบอัตราการไหลจาก Velocity-Area Method และการประมาณอัตราการไหลจากสมการ Chezy's และ Manning ได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4. 11 เปรียบเทียบอัตราการไหลจาก Velocity-Area Method กับสมการ Chezy's และ Manning

Location	Q (m <sup>3</sup> /s) จาก		
	Velocity-Area Method	Chezy's	Manning
ผาล้ำพัง จุดที่1	0.000429	0.000432	0.000246
ผาล้ำพัง จุดที่2	0.000592	0.000597	0.000552
ผาล้ำพัง จุดที่3	0.002831	0.002833	0.001280
ผาล้ำพัง จุดที่4	0.002814	0.002825	0.001626
ศูนย์ประวัติศาสตร์	0.000375	0.000376	0.000158
ทางลงหาดถ้ำพัง	0.001278	0.001311	0.002295

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบอัตราการไหลด้วย Velocity-Area Method และการประมาณอัตราการไหลจากสมการ Chezy's และ Manning ซึ่งวิธี Manning มีค่าใกล้เคียงกับ Velocity-Area Method จึงเลือกใช้อัตราการไหลจากสมการ Manning ทำให้มีความแม่นยำใกล้เคียงกับค่าที่วัดในสนาม ส่วนสมการ Chezy's มีค่าต่ำมากเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล

#### 4.6 ปริมาณน้ำที่สามารถกักเก็บได้

พื้นที่ที่คิดได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซังมีเนื้อที่ประมาณ 2.54 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ประมาณ 2,915,920 ลูกบาศก์เมตรต่อปี มีปริมาณน้ำในลำห้วย 1,393,200.42 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็น 47.78 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณปริมาณน้ำฝนทั้งหมดพื้นที่ที่คิดได้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซัง

ตารางที่ 4. 12 ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงทางน้ำไหลบริเวณทิศใต้ฝั่งตะวันตก

สถานที่	Q (cms)	ใน 1 ปี ฝนตก 30 วัน ตกเฉลี่ย 2 ชั่วโมง (m <sup>3</sup> /year)	%
ทางลงถ้ำพัง	3.538	764240.95	26.21%
ผาถ้ำพัง	0.368	79391.53	2.72%
แหลมถ้ำพัง	1.384	298910.78	10.25%
ท่ายายทิม1	0.103	22279.32	0.76%
ท่ายายทิม2	0.063	13673.46	0.47%
วัดถ้ำยายปริก	0.105	22717.90	0.78%
ปาริฮัต1	0.262	56680.37	1.94%
ปาริฮัต2	0.626	135306.12	4.64%
<b>รวม</b>		<b>1393200.42</b>	<b>47.78%</b>

บริเวณทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสี่ซัง มีบ่อที่สามารถกักเก็บน้ำได้ทั้งหมด 6 บ่อ ซึ่งบ่อน้ำสามารถกักเก็บน้ำได้คิดเป็น 1.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นที่ทั้งหมด ดังข้อมูลในตาราง 4.13

ตารางที่ 4. 13 ปริมาณน้ำที่บ่อน้ำสามารถกักเก็บได้

สถานที่	พื้นที่ m <sup>2</sup>	ปริมาณน้ำ m <sup>3</sup>	%
บ่อก่อแกก	2804.0	12000.0	0.41%
บ่อนท่ายายทิม	4184.0	17000.0	0.58%
บ่อล่างท่ายายทิม	1588.0	4200.0	0.14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 13 (ต่อ) ปริมาณน้ำที่บ่อน้ำสามารถกักเก็บได้

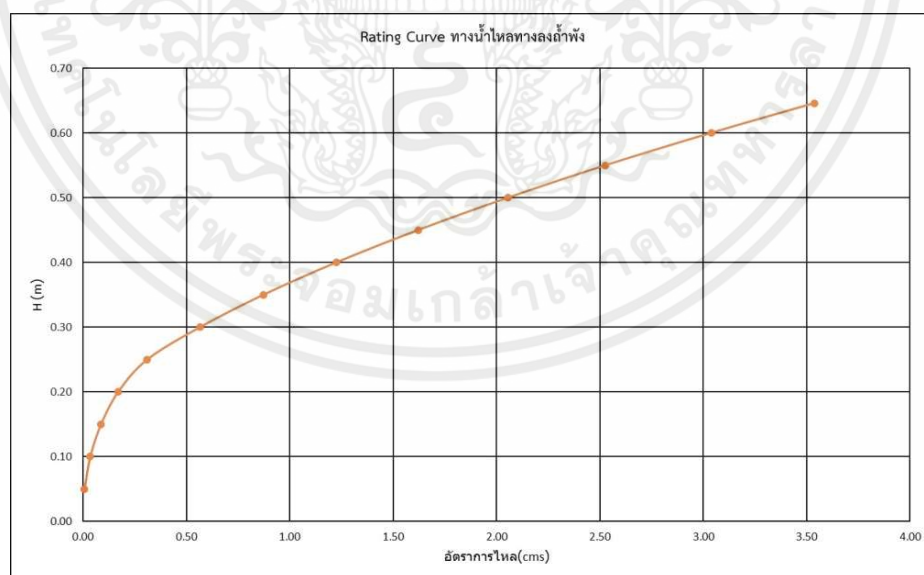
สถานที่	พื้นที่ m <sup>2</sup>	ปริมาตรน้ำ m <sup>3</sup>	%
ถังเก็บน้ำ ฐานอาคารน้ำ 24 ถัง	-	1700.0	0.06%
บ่อบริเวณลำพัง บ่อที่ 1	512.0	2000.0	0.07%
บ่อบริเวณลำพัง บ่อที่ 2	152.0	400.0	0.01%
บ่อบริเวณลำพัง บ่อที่ 3	300	750.0	0.03%
รวม		38050.0	1.30%

#### 4.7 ผลการสร้างกราฟ Rating Curve

การสร้างกราฟ Rating curve เพื่อนำมาประมาณปริมาณการไหลของน้ำในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งในการสร้างกราฟ Rating curve ได้ทั้งหมด 6 สถานี คือทางลงหาดลำพัง ผาลำพัง แหลมลำพัง ปารีฮัท ท่ายายทิม วัดถ้ายายปริก

ตารางที่ 4. 14 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางลงลำพัง

H (m)	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.646
Q (cms)	0.0065	0.0345	0.0869	0.1696	0.3104	0.5659	0.8727	1.2260	1.6214	2.0558	2.5270	3.0389	3.5381

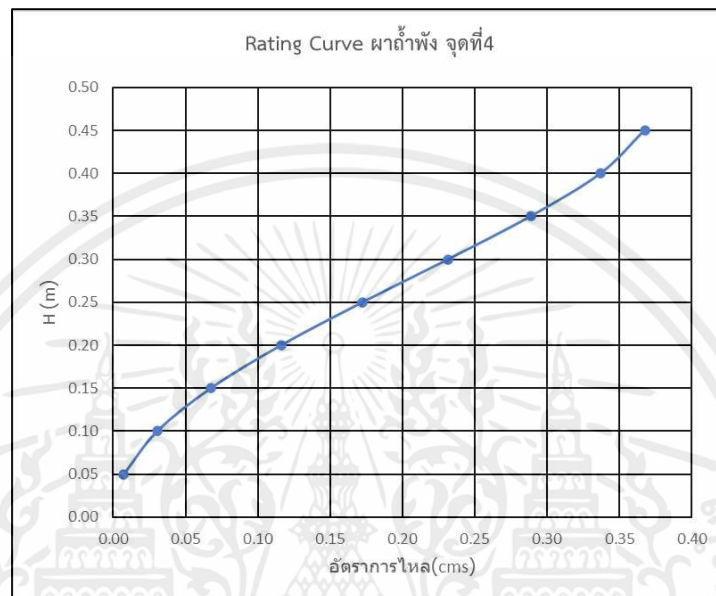


รูปที่ 4. 15 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำทางลงลำพัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 15 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณผาถ้ำพังจุดที่ 4

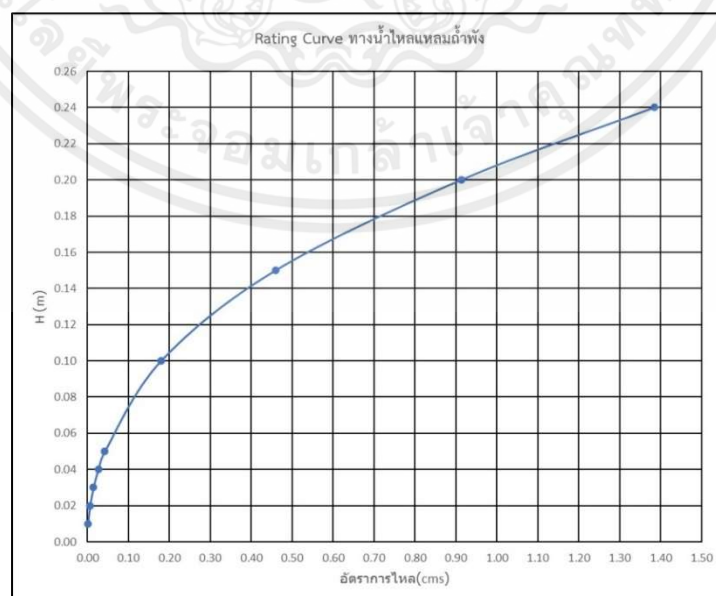
H (m)	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450
Q (cms)	0.0071	0.0302	0.0674	0.1161	0.1725	0.2317	0.2887	0.3372	0.3675



รูปที่ 4. 16 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณถ้ำพัง

ตารางที่ 4. 16 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลแหลมถ้ำพัง

H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.240
Q (cms)	0.001353	0.00616	0.01458	0.02655	0.04250	0.17986	0.459364	0.912425	1.38384

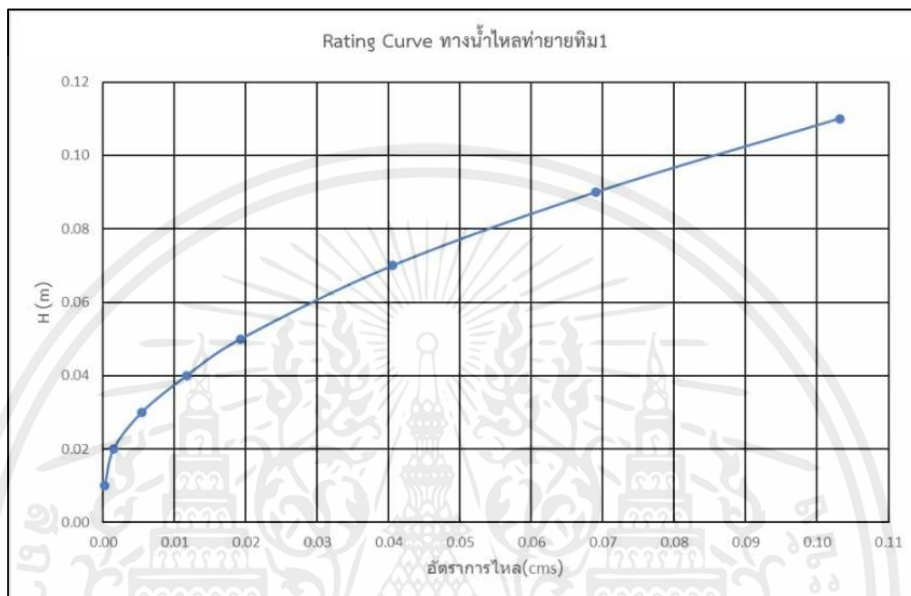


รูปที่ 4. 17 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลแหลมถ้ำพัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 17 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายยวมิม1

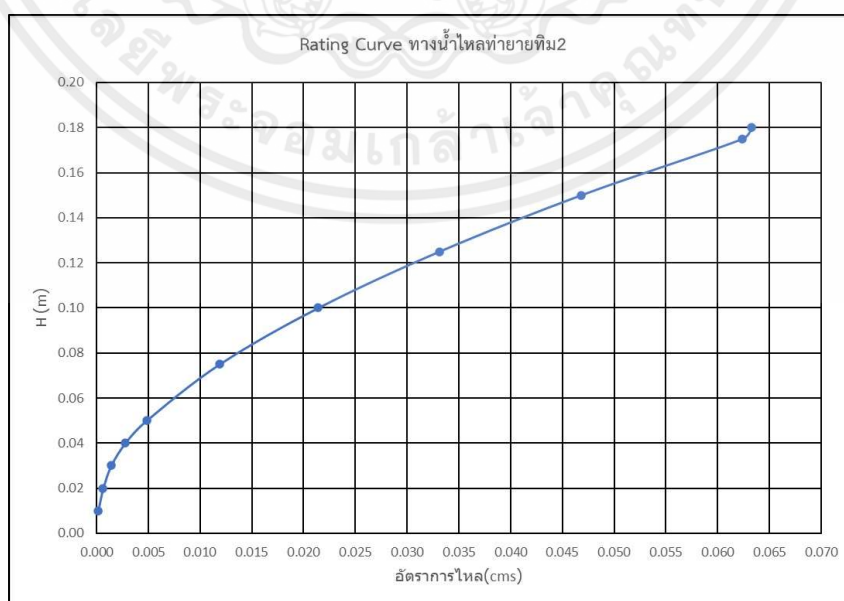
H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.090	0.110
Q (cms)	0.00026	0.00147	0.0054	0.01169	0.01927	0.04056	0.06904	0.1031



รูปที่ 4. 18 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายยวมิม 1

ตารางที่ 4. 18 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายยวมิม2

H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.180
Q (cms)	0.00014	0.00062	0.00140	0.00276	0.00484	0.01189	0.02141	0.03310	0.04678	0.06237	0.06330

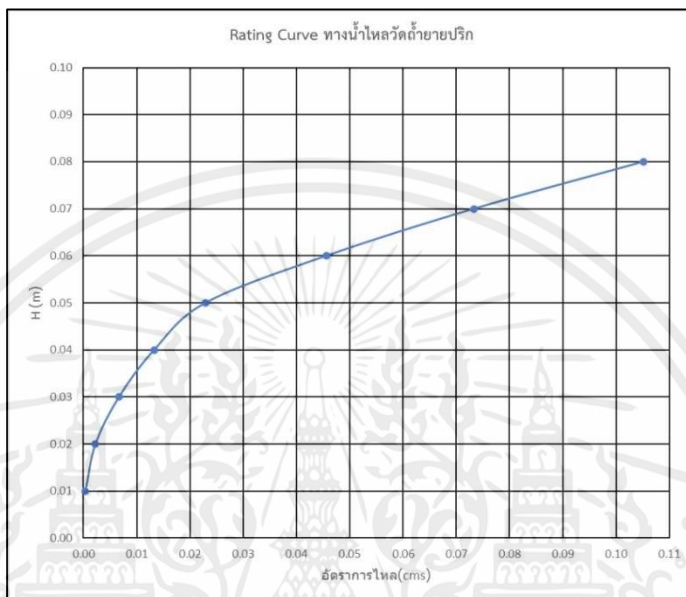


รูปที่ 4. 19 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลท้ายยวมิม 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 19 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลวัดถ้ำยายปริก

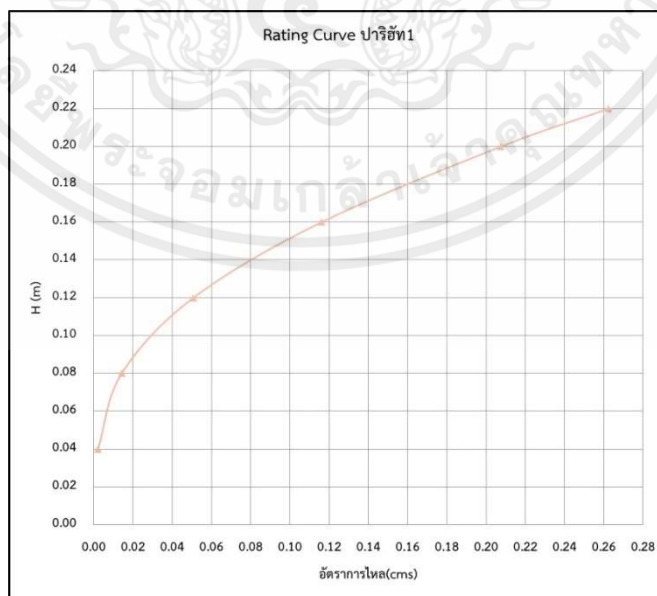
H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080
Q (cms)	0.00036	0.00224	0.00666	0.01327	0.02291	0.04563	0.07335	0.10518



รูปที่ 4. 20 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลวัดถ้ำยายปริก

ตารางที่ 4. 20 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลปาริฮัต1

H (m)	0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.220
Q (cms)	0.002192	0.014244	0.050731	0.116076	0.207607	0.262409

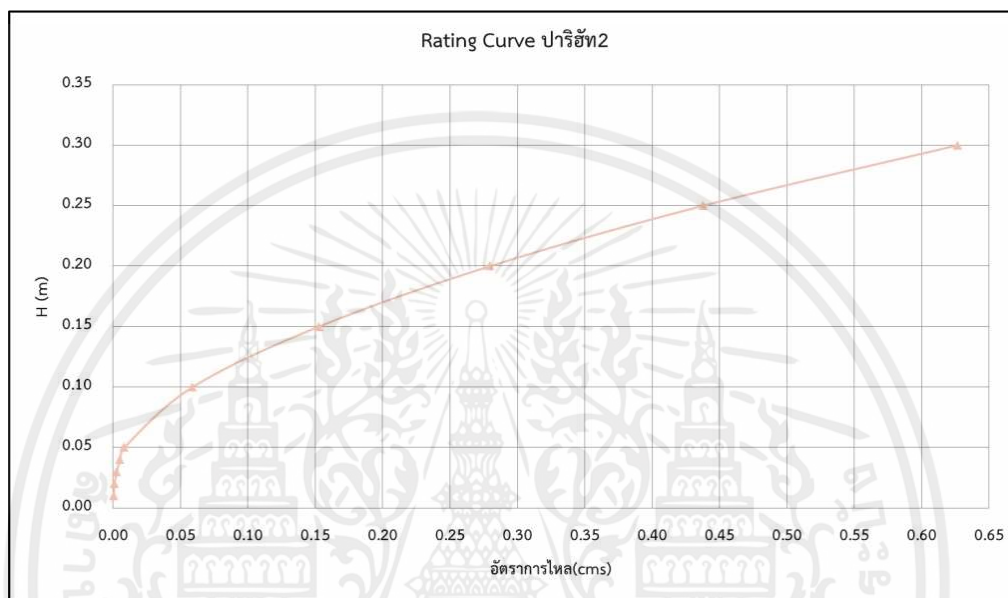


รูปที่ 4. 21 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณปาริฮัต1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. 21 อัตราการไหลกับค่าระดับน้ำบริเวณทางน้ำไหลปารีฮ์ท2

H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300
Q (cms)	0.000130	0.000795	0.002432	0.005017	0.008068	0.058733	0.152378	0.279525	0.437736	0.626417



รูปที่ 4. 22 ความสัมพันธ์อัตราการไหลกับระดับน้ำบริเวณปารีฮ์ท2

#### 4.8 คุณภาพของน้ำ

การสำรวจพื้นที่ที่ติดตั้งตัวตรวจวัดของเกาส์ซิ่ง ได้พบพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำและทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำจำนวน 6 สถานที่คือ บริเวณธนาคารน้ำ ผาล้ำพัง ศูนย์ประวัติศาสตร์ ทางน้ำบริเวณทางลงหาดถ้ำพัง บ่อยายปรัก บ่อน้ำนุ่นบนภูนา ได้ข้อมูลดังตาราง 4.22

ตารางที่ 4. 22 แสดงข้อมูลคุณภาพของน้ำจากการสำรวจ

ลำดับ	สถานที่	อุณหภูมิ (c°)	Salt (ppm)	Percent (%)	S.G.	pH	TDS (ppm)	EC (µs/cm)
1	ธนาคารน้ำ	28.1	222	0.2	1.002	8.37	222	450
2	ผาล้ำพัง	28.9	226	0.2	1.002	8.1	230	460
3	ศูนย์ประวัติศาสตร์	28.6	257	0.2	1.002	7.9	246.5	514
4	ทางน้ำบริเวณเสาไฟฟ้าทางลงหาดถ้ำพัง	28.2	267	0.2	1.002	7.8	253.8	536
5	บ่อยายปรัก	27.9	277	0.2	1.002	7.7	261.1	558
6	บ่อน้ำนุ่นบนภูนา	27.6	287	0.2	1.002	7.6	268.4	580

จากตาราง 4.22 แสดงข้อมูลเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจ 6 สถานที่คือ ค่าความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 256 ppm ค่า S.G เฉลี่ยเท่ากับ 1.002 ค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ค่า TDS เฉลี่ยเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

246.96 ppm และ ค่า EC เฉลี่ยเท่ากับ 516.33  $\mu\text{s}/\text{cm}$  จากคุณภาพน้ำที่แสดงในแต่ละสถานที่ ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำฝนที่ไหลผ่านทางน้ำไหลที่เป็นคอนกรีตซึ่งสังเกตได้จากค่า pH เพราะน้ำฝนจะมีค่า pH ที่ต่ำและมีค่าอยู่ประมาณ 5-7 ส่วนคอนกรีตจะมีสภาพเป็นด่างมาก มีค่า pH อยู่ประมาณ 12.5 จึงทำให้น้ำฝนที่ไหลผ่านทางน้ำไหลที่เป็นคอนกรีตมีค่า pH ที่สูงขึ้น ซึ่งมีค่า pH เฉลี่ยทุกพื้นที่ อยู่ที่ 7.91



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

(1) บ่อที่สามารถกักเก็บน้ำได้มากที่สุดคือ บ่อบนท่ายายทิม ในวันที่ทำการสำรวจบ่อบนท่ายายทิมสามารถเก็บน้ำได้ประมาณ 17,000 ลูกบาศก์เมตร แต่เนื่องจากบ่ออยู่ใกล้กับโรงงานขยะของเกาะสีชัง ทำให้น้ำไม่เหมาะแก่การนำไปใช้อุปโภคและบริโภค

(2) จากการหาอัตราการไหลในลำห้วยพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง ลำห้วยที่มีอัตราการไหลมากที่สุดคือ บริเวณทางลงหาดถ้ำพัง มีอัตราการไหลเท่ากับ 3.538 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นการประมาณอัตราการไหลที่น้ำเต็มหน้าตัด

(3) พื้นที่เกาะสีชังทิศใต้ฝั่งตะวันตกมีพื้นที่ 2.54 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่เท่ากับ 2,915,920 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำทั้งหมดเท่ากับ 1,393,200.42 ลูกบาศก์เมตร และปริมาณบ่อน้ำที่สามารถกักเก็บได้เท่ากับ 38,050 ลูกบาศก์เมตร น้ำฝนอีก 50.92 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่พื้นดินและป่าเพราะพื้นที่ป่ามีพื้นที่ประมาณ 2.3 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 90.55 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทิศใต้ฝั่งตะวันตก

(4) การทำกราฟ Rating Curve เพื่อประมาณอัตราการไหลของน้ำในลำห้วยที่เต็มหน้าตัดจากสถานที่ทั้งหมดมีเพียง 6 สถานที่ คือ บริเวณทางลงหาดถ้ำพัง ผาถ้ำพัง แหลมถ้ำพัง ท่ายายทิม จุด1และจุด2 วัดถ้ำยายปรัก ปารีฮัทจุด1และจุด2



รูปที่ 5. 1 อัตราการไหลของน้ำในลำห้วยที่ตำแหน่งต่างๆ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากบ่อบนท่ายายทิมอยู่ใกล้กับโรงงานขยะของเกาะสีชัง หากสามารถย้ายโรงงานขยะออกจากบริเวณบ่อบนท่ายายทิม ปรับปรุงและพัฒนาบ่อเก็บน้ำได้จะสามารถช่วยให้ชาวบ้านมีน้ำใช้และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บรรณานุกรม

- รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน. (2555). การไหลในทางน้ำเปิด. ใน **ชลศาสตร์ Hydraulics**. หน้า133. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน. (2555). การกระจายความเร็วในทางน้ำเปิดของหน้าตัดต่างๆ. ใน **ชลศาสตร์Hydraulics**. หน้า134. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน. (2555). ตัวแปรที่หน้าตัดการไหล. ใน **ชลศาสตร์ Hydraulics**. หน้า137. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน. (2555). ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ(n). ใน **ชลศาสตร์ Hydraulics**. หน้า177. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน. (2555). อัตราการไหลด้วยวิธีวัดความเร็วน้ำและพื้นที่ ใน **ชลศาสตร์Hydraulics**. หน้า133. พิมพ์ครั้งที่ 2.
- รองศาสตราจารย์ กิรติ ลีวัจนกุล. (2555). การวัดความเร็วน้ำ. ใน **อุทกวิทยาHydrology**. หน้า356. ปทุมธานี: SPEC.
- รองศาสตราจารย์ กิรติ ลีวัจนกุล. (2555). การหาอัตราการไหล. ใน **อุทกวิทยาHydrology**. หน้า362. ปทุมธานี: SPEC.
- รองศาสตราจารย์ กิรติ ลีวัจนกุล. (2555). Slope area Method. ใน **อุทกวิทยาHydrology**. หน้า382. ปทุมธานี: SPEC.
- สำนักจัดการแผนที่ดินและสารบบที่ดิน. **คู่มือแนะนำการบำรุงรักษาเครื่องมือสำรวจ**. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2565, จาก [article\\_20160906163423.pdf](http://article_20160906163423.pdf) (alro.go.th)
- Neonics. **ความเค็มคืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2566, จาก (neonics.co.th)
- Ori2.go. **คู่มือปฏิบัติงาน**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2566, จาก [http://www.ori2.go.th/kmori2/\\_data/docs/Km\\_60\\_manual/12.pdf](http://www.ori2.go.th/kmori2/_data/docs/Km_60_manual/12.pdf)
- สนเทศน่ารู้. **เกาะสีชัง**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.lib.ru.ac.th/journal2/?p=3601>



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางข้อมูลค่าพิกัดของหมุดและค่าระดับ

STA	Elevation	Latitude	Longitude	UTM		Remark
				Easting	Northing	
BM.45	23.645	13.157526	100.808561	696027.764	1455260.447	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.46	23.988	13.156860	100.809220	696099.744	145187.277	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.47	30.188	13.156020	100.808910	696066.801	1455094.100	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.48	36.955	13.155500	100.808210	695991.319	1455036.023	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนนหน้าวัดถ้ำยาย ปริก
BM.49	39.180	13.154480	100.807010	695862.023	1454922.238	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.50	38.004	13.154305	100.806478	695804.427	1454902.440	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.51	34.239	13.154030	100.805950	695747.452	1454871.627	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.52	31.619	13.154130	100.805650	695714.846	1454882.457	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณฐานปูนเสาไฟฟ้าหน้าศรีวิชัย บังกะโล
BM.53	33.655	13.154030	100.808230	695994.656	1454873.402	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.54	39.084	13.152800	100.808120	69583.707	1454737.232	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.55	45.843	13.152480	100.807260	695890.717	145701.159	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.56	61.546	13.151745	100.806804	695841.86	1454619.485	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.57	73.777	13.151350	100.806980	695861.256	1454575.921	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.58	90.082	13.150959	100.87603	703348.381	1454587.428	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.59	96.108	13.150643	100.807785	695949.099	1454498.327	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนนหน้าวัดถ้ำพร เพ็ญ
BM.60	90.313	13.15033	100.8079	695961.816	1454463.787	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.61	84.654	13.150382	100.808479	696024.553	1454469.991	หัวตะปुकอนกรีตบริเวณศูนย์กลางถนน
BM.62	65.744	13.149521	100.809393	696124.34	1454375.45	เสาไฟส่องสว่างตรงข้ามศาลาขาวใน ริสอร์ทป ภาดาบาร์เบีย
BM.63	68.003	13.149643	100.808556	696033.49	1454388.30	ศาลาขาว (ปภาดาบาร์เบีย)
BM.64	73.333	13.149628	100.808556	696033.50	1454386.64	ปภาดาบาร์เบีย(ทางเลียว) ต่อเสา
BM.65	62.229	13.148619	100.808556	696034.30	1454275.01	ข้างเสาสัญญาณป้ายศูนย์วัฒนธรรม
BM.66	13.728	13.146564	100.806496	695812.58	1454046.04	ป้ายแผนที่เกาะสีชังตรงข้ามที่จอดรถหาดถ้ำพัง
BM.67	26.931	13.1465744	100.8064974	695812.68	1454047.15	เสาไฟส่องสว่างแยกกลางหาดถ้ำพัง
BM.68	37.647	13.146726	100.807259	695895.18	1454064.56	โค้งเลยเสาไฟต้นไม้ใหญ่ (ฟุตบอล)
BM.69	44.725	13.1467327	100.8074952	695920.76	1454065.52	สามแยกขึ้นศูนย์วัฒนธรรม (สเปรย์แดงขอบฟุตบอล)
BM.70	56.038	13.147029	100.810665	696264.24	1454100.74	หน้าโรงแพะ (ป้ายโค้งอันตราย)
BM.71	52.841	13.146752	100.8101039	696203.63	1454069.65	แยกเสาไฟฟ้า (ป้ายระวังแพะ)
BM.72	52.37	13.1433395	100.813452	696569.36	1453694.66	เลยพระจุฬา ขอบฟุตบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BM.73	52.622	13.1485519	100.8134457	696564.56	1454271.41	ขอบทางโค้งเลย Hotel tist
BM.74	49.644	13.1485578	100.8134473	696564.66	1454272.07	ฟุตบอลทางแยกไปหาดถ้ำพัง
BM.75	30.864	13.151058	100.813504	696568.85	1454548.71	ฟุตบอลโค้งหินทางขึ้นเขา
BM.76	5.000	13.1524786	100.8141434	696637.00	1454706.42	ขอบบล็อกลัดต้นลีลาวดีหน้าวัง
BM.77	52.161	13.141595	100.813099	696532.47	1453501.43	ฟุตบอลก่อนถึงแท็งก์น้ำโรงขยะ
BM.78	51.755	13.1385005	100.8131882	696544.59	1453159.08	ฟุตบอลหัวโค้งก่อนโรงขยะบริษัทสยามแท็งก์
BM.79	39.492	13.13474	100.812392	696461.27	1452742.46	เสาไฟก่อนถึงศูนย์กำจัดขยะ
BM.80	35.542	13.1329062	100.8120945	696430.52	1452539.32	เสาไฟทางหน้าศูนย์กำจัดขยะ
BM.81	29.525	13.13239	100.813637	696598.14	1452483.43	เสาไฟส่องสว่างตรงแยกขวามือ (หัวน็อต)

\*หมายเหตุ ค่าระดับทั้งหมดอ้างอิงจากหมุด BMP ซึ่งอยู่ในพระจุฑาธุชราชฐาน โดยสมมุติให้ค่าระดับที่หมุด BMP เป็น 0.000 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางข้อมูลการ Calibrate เครื่อง Hydraulic bench

ข้อมูล

อัตราการไหลของท่อหน้า (D)

1.894 cm

0.01894 m

0.00028 m<sup>2</sup>

Area

การทดสอบ

ครั้งที่ทดสอบ	ปริมาตรน้ำ (ml)			ปริมาณน้ำเฉลี่ย (ml)	เวลา (sec)	อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /sec)	ความเร็ว (m/sec)
	1	2	3				
1	730	730	720	726.667	10	0.0000726667	0.2595238
2	810	810	810	810.000	10	0.0000810000	0.2892857
3	980	980	980	980.000	10	0.0000980000	0.350000
4	620	630	630	626.667	5	0.0001253333	0.447619
5	690	700	690	693.333	5	0.0001386667	0.4952381
6	790	800	800	796.667	5	0.0001593333	0.5690476

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางข้อมูลการวัดอัตราการไหลและข้อมูลการวัดคุณภาพน้ำ

ลำดับ	สถานที่	ความลึกหลุม m	ระดับน้ำจากผิวดิน cm	อุณหภูมิ °C	Salt (ppm)	Percent %	S.G	pH	TDS (ppm)	EC µs	วันที่	หมายเหตุ
1	จนครน้ำ			28.1	222	0.2	1.002	8.37	222	450	8/10/65	
2	ฝายฝัก		13			0.2					9/10/65	
						0.2					9/10/65	
						0.2					9/10/65	
			1		211	0.2					9/10/65	
						0.2					9/10/65	
			5		204	0.2					9/10/65	
											9/10/65	
			9								9/10/65	
											9/10/65	
			2	28.9	226	0	1.002	8.1	230	460	9/10/65	
3	ศูนย์ประวัติศาสตร์		0.5	28.6	257	0.2	1.002	7.9	246.5	514	13/10/65	
4	พจนานุกรมเสาไฟฟ้าทางหลวงกำลัง		1	28.2	267	0.2	1.002	7.8	253.8	536	13/10/65	
5	บอยบรัก			27.9	277	0.2	1.002	7.7	261.1	558	13/10/65	
6	บ่อน้ำชุมชน	1		27.6	287	0.2	1.002	7.6	268.4	580	13/10/65	

ตารางข้อมูลอัตราการไหลของน้ำ

ลำดับ	สถานที่	Lat	Long	ความกว้าง m	Area m <sup>2</sup>	Velocity		Q m <sup>3</sup> /sec
						Hz	m/sec	
1	ธนาคารน้ำ							
1	ผาถ้ำพัง	จุดที่1 หน้าตัดที่1	100.807804	0.13	0.0026	9	0.1650	0.0004
		หน้าตัดที่2	100.807804	0.22	0.0119	4	0.1400	0.0017
		จุดที่2 หน้าตัดที่1	100.806825	0.55	0.0037	68	0.5000	0.0019
		หน้าตัดที่2	100.806825	0.15	0.0054	3	0.1300	0.0007
		จุดที่3	100.806823	0.20	0.0153	11	0.1850	0.0028
		จุดที่4	100.807860	0.20	0.0067	44	0.4200	0.0028
2	ศูนย์ประวัติศาสตร์	13.142150	100.806825	Ø 5	0.0030	12	0.1250	0.0004
3	ทางน้ำบริเวณเสาไฟฟ้าทางลงหาดถ้ำพัง	13.1470047	100.807718			35	0.3550	
4	บ่อยายเบริก	13.15496	100.80854		12.96			
5	บ่อน้ำขุนันท์พญา	13.15487	100.80630		12.96	32	0.3350	4.3416

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธี Slope and area method บริเวณทางลงผาถ้ำพังจุด 4

ข้อมูล	ผาถ้ำพัง จุดที่ 4									
	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	
ลักษณะทั่วไป	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	
ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_1$ (m)	13.957	14.007	14.057	14.107	14.157	14.207	14.257	14.307	14.357	
ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_2$ (m)	13.457	13.507	13.557	13.607	13.657	13.707	13.757	13.807	13.857	
พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.0102	0.028	0.0495	0.0733	0.0982	0.123	0.1468	0.1684	0.1861	
พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.0102	0.028	0.0495	0.0733	0.0982	0.123	0.1468	0.1684	0.1861	
เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.3218	0.4636	0.5796	0.6847	0.7854	0.8861	0.9911	1.1071	1.249	
เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	0.3218	0.4636	0.5796	0.6847	0.7854	0.8861	0.9911	1.1071	1.249	
ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
รัศมีชลศาสตร์ ; R=AP										
$R_1$	0.031696706	0.060396894	0.085403727	0.107054184	0.125031831	0.138810518	0.148118252	0.152109114	0.148999199	
$R_2$	0.031696706	0.060396894	0.085403727	0.107054184	0.125031831	0.138810518	0.148118252	0.152109114	0.148999199	
ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด: $K=1/n AR^{2/3}$										
$K_1$	0.022701719	0.095782137	0.213324304	0.367246211	0.545644386	0.732776144	0.913236295	1.066343202	1.162305768	
$K_2$	0.022701719	0.095782137	0.213324304	0.367246211	0.545644386	0.732776144	0.913236295	1.066343202	1.162305768	
$K=\sqrt{K_1 * K_2}$	0.022701719	0.095782137	0.213324304	0.367246211	0.545644386	0.732776144	0.913236295	1.066343202	1.162305768	
สมมติ $V1=V2, h_e=0$										
$h_v = h_1 - h_2$ (หน้าตัด 1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด 2)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
$S_f = h_v / L$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
$O=K*\sqrt{Sf}$	0.007178914	0.030288971	0.067459068	0.116133449	0.172547905	0.231724163	0.288790673	0.337207329	0.367553357	
check										
$(O/A_1)^2 / 2g$	0.025247487	0.059642245	0.094661041	0.127940398	0.157361108	0.180897856	0.197249183	0.204367029	0.198814949	
$(O/A_2)^2 / 2g$	0.025247487	0.059642245	0.094661041	0.127940398	0.157361108	0.180897856	0.197249183	0.204367029	0.198814949	
6.1+6.2	0.050494973	0.119284449	0.189322082	0.255880795	0.314722215	0.361795711	0.394498366	0.408734059	0.397629899	
สมมติ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$h_e = K_e * ((O/A_1)^2 / 2g - (O/A_2)^2 / 2g)$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$h_v = (h_1 - h_2) + (V_1^2 / 2g - V_2^2 / 2g) - h_e$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
%diff: $h_v$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธีslope and area method บริเวณผาถ้ำพัง

ข้อมูล	ทางลงถ้ำพัง															
	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.646			
H (m)	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต	คอมกรีต		
ลักษณะทั่วไป	34.275	34.325	34.375	34.425	34.475	34.525	34.575	34.625	34.675	34.725	34.775	34.825	34.871			
ความสูงน้ำบนหน้าตัด: $h_1$ (m)	32.821	32.871	32.921	32.971	33.021	33.071	33.121	33.171	33.221	33.271	33.321	33.371	33.417			
ความสูงน้ำบนหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.0053	0.0213	0.0445	0.0698	0.1154	0.1762	0.2392	0.3046	0.3722	0.4421	0.5143	0.5889	0.6595			
พื้นที่หน้าตัดช่องทาง $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.0082	0.0226	0.0395	0.0918	0.1559	0.2219	0.2895	0.3589	0.4301	0.5031	0.5787	0.6572	0.7321			
พื้นที่หน้าตัดช่องทาง $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.2366	0.473	0.5976	0.7048	1.4201	1.5303	1.6405	1.7507	1.8609	1.9711	2.0814	2.1916	2.3067			
เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.2918	0.4127	0.5209	1.5062	1.6129	1.7196	1.8262	1.9329	2.0396	2.1468	2.2504	2.391	2.502			
เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850	9.850			
ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033			
สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$																
รัศมีไฮดรอลิก: R=A/P																
$R_1$	0.022401	0.045032	0.074465	0.099035	0.081262	0.115141	0.145809	0.173988	0.200011	0.224291	0.247093	0.268708	0.285906			
$R_2$	0.028101	0.054761	0.075830	0.060948	0.076658	0.129042	0.158526	0.185680	0.210875	0.234022	0.254889	0.274864	0.292606			
ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด: $K=1/n \cdot AR^{2/3}$																
$K_1$	0.012762	0.081697	0.238676	0.452756	0.656064	1.263693	2.008019	2.876684	3.857409	4.945524	6.136789	7.430976	8.673243			
$K_2$	0.022968	0.098758	0.214441	0.430822	0.994996	1.717092	2.569600	3.597000	4.617457	5.789519	7.049716	8.418998	9.777851			
$K=\sqrt{K_1 \cdot K_2}$	0.017121	0.089823	0.226234	0.441653	0.807949	1.473051	2.271520	3.191019	4.220358	5.350907	6.577433	7.909575	9.209000			
สมมติ $V1=V2, h_e=0$																
$h_e = h_1 - h_2$ (หน้าตัด1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด2)	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454			
$S_f = h_f/L$	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614	0.147614			
$Q=K \cdot \sqrt{S_f}$	0.006578	0.034511	0.086921	0.169686	0.310419	0.565955	0.872732	1.226008	1.621487	2.055850	2.527089	3.038906	3.538153			
check																
$(Q/A_1)^2/2g$	0.078509	0.133798	0.194458	0.301218	0.368795	0.525839	0.678485	0.825711	0.967331	1.102156	1.230577	1.357227	1.466981			
$(Q/A_2)^2/2g$	0.032798	0.118848	0.246804	0.174143	0.202071	0.331551	0.463196	0.594759	0.724417	0.851090	0.971930	1.089784	1.190456			
$(Q/A_1)^2/2g + (Q/A_2)^2/2g$	0.111307	0.252646	0.441262	0.475361	0.570866	0.857390	1.141681	1.420470	1.691748	1.953245	2.202508	2.447010	2.657437			
สมมติ $K_e$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
$h_e = K_e \cdot ((Q/A_1)^2/2g - (Q/A_2)^2/2g)$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
$h_e = (h_1 - h_2) + (V_1^2/2g - V_2^2/2g) - h_e$	1.499712	1.468950	1.401654	1.581075	1.620724	1.648288	1.669288	1.684952	1.696913	1.705066	1.712647	1.721443	1.730525			
%diff: $h_e$	3.143847	1.028197	3.600115	8.739672	11.466560	13.362327	14.806614	15.883912	16.706560	17.267259	17.788676	18.393587	19.018240			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธี Slope and area method บริเวณแหลมถ้าพัง**

ลำดับที่	ข้อมูล	แหลมถ้าพัง	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	
1	ลักษณะทั่วไป	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.240
1.1	ความสูงน้ำบนหน้าตัด: $h_1$ (m)	0.360	0.370	0.380	0.390	0.400	0.450	0.500	0.550	0.590
1.2	ความสูงน้ำบนหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.240
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ ( $m^2$ )	0.004	0.013	0.024	0.037	0.051	0.145	0.284	0.457	0.610
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ ( $m^2$ )	0.006	0.014	0.024	0.036	0.049	0.146	0.286	0.453	0.605
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.750	1.052	1.203	1.355	1.506	2.314	3.268	3.699	4.044
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	0.698	0.895	1.093	1.290	1.434	2.512	3.104	3.627	4.040
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	รัศมีชลศาสตร์ ; R=A/P									
	$R_1$	0.005064641	0.012173086	0.019950125	0.027168697	0.033864542	0.062564812	0.086916603	0.123465802	0.150837022
	$R_2$	0.008600917	0.015530726	0.021782903	0.027672273	0.034372168	0.05800852	0.092121798	0.124910404	0.149767304
2.2	ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด; $K=1/n \cdot AR^{2/3}$									
	$K_1$	0.003201894	0.019352452	0.050439171	0.095021182	0.1525202	0.652003509	1.592142451	3.235373266	4.938529872
	$K_2$	0.007196249	0.024721144	0.053037195	0.093316449	0.148905913	0.623804605	1.666163422	3.234859447	4.874864953
	$K=\sqrt{K_1 \cdot K_2}$	0.00480017	0.021872695	0.051721873	0.094164958	0.150702222	0.637748219	1.628732487	3.235116346	4.906594154
3	สมมติ $V1=V2$ , $h_e=0$									
	$h_e = h_1 - h_2$ (หน้าตัด1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด2)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
4	$S_e = h_1/L$	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455	0.079545455
5	$Q=K \cdot \sqrt{S_e}$	0.00135383	0.006168932	0.014587536	0.02655581	0.042503759	0.179869256	0.459364514	0.912425865	1.383846186
check										
6.1	$(O/A_1^2)/2g$	0.006469375	0.011838618	0.018829655	0.026546017	0.035400983	0.078646201	0.133345757	0.203438971	0.262311281
6.2	$(O/A_2^2)/2g$	0.002594938	0.01003902	0.01914745	0.028207108	0.037884524	0.077677595	0.1315793	0.2066684567	0.266664921
6.3	$6.1+6.2$	0.009064314	0.021877638	0.037977105	0.054753125	0.073285507	0.156323796	0.264925058	0.410123537	0.528976203
7	สมมติ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	$h_e = K_e \cdot (O/A_1^2)/2g - (O/A_2^2)/2g$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	$h_v = (h_1 - h_2) + (V_1^2/2g - V_2^2/2g) - h_e$	0.353874437	0.351799597	0.349682206	0.348338908	0.347516459	0.350968606	0.351766457	0.346754404	0.34564636
	%diff: $h_v$	1.106981995	0.514170673	0.090798422	0.474597642	0.70958315	0.276744659	0.504702093	0.927313141	1.243897106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธี Slope and area method บริเวณทางน้ำไหลท้ายायพิม 1

ลำดับที่	ข้อมูล	ท้ายพิม 1											
		0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.090	0.110				
1	ลักษณะทั่วไป	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.090	0.110				
1.1	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_1$ (m)	0.310	0.320	0.330	0.340	0.350	0.370	0.390	0.410				
1.2	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.070	0.090	0.110				
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.001	0.003	0.006	0.010	0.015	0.026	0.038	0.050				
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.001	0.003	0.010	0.015	0.020	0.032	0.045	0.058				
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.152	0.254	0.405	0.455	0.504	0.589	0.657	0.726				
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	0.152	0.217	0.518	0.513	0.589	0.651	0.712	0.774				
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด, L (m)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000				
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning Coef. n)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035				
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_c$	0	0	0	0	0	0	0	0				
2.1	รัศมีชลศาสตร์ ; $R=A/P$												
	$R_1$	0.005280528	0.010650888	0.014814815	0.022427441	0.029540048	0.04332314	0.057051575	0.068989259				
	$P_2$	0.005280528	0.012003693	0.018325617	0.028671738	0.034289594	0.049024128	0.062473677	0.074945083				
2.2	ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด; $K=1/n \cdot AR^{2/3}$												
	$K_1$	0.000693105	0.003734333	0.010340493	0.023176425	0.040680591	0.089869889	0.15878306	0.240779846				
	$K_2$	0.000693105	0.003894414	0.018866392	0.039344149	0.060914405	0.122083843	0.200179375	0.294567591				
	$K=\text{sqrt}(K_1 \cdot K_2)$	0.000693105	0.003813534	0.013967383	0.030196965	0.049779855	0.104745699	0.178283745	0.2666319243				
3	สมมุติ $V1=V2$ , $h_e=0$												
	$h_e = h_1 - h_2$ (หน้าตัด 1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด 2)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3				
4	$S_f = h_1/L$	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15				
5	$Q=K \cdot \text{sqrt}(S_f)$	0.000268439	0.001476975	0.005409544	0.011695234	0.019279655	0.040567835	0.069048998	0.103144999				
check													
6.1	$(Q/A_1)^2/2g$	0.005738664	0.015251758	0.04143047	0.067006744	0.085534958	0.128998391	0.172803772	0.216033897				
6.2	$(Q/A_2)^2/2g$	0.005738664	0.016447532	0.016526282	0.0322261473	0.046429796	0.082429618	0.122714458	0.161191213				
6.3	6.1+6.2	0.011477328	0.03169929	0.057956752	0.099268216	0.131764754	0.211428009	0.29551823	0.37722511				
7	สมมุติ $K_c$	0	0	0	0	0	0	0	0				
7.1	$h_e = K_c \cdot (Q/A_1)^2/2g - (Q/A_2)^2/2g$	0	0	0	0	0	0	0	0				
8	$h_e = (h_1 - h_2) + (V_1^2/2g - V_2^2/2g) - h_e$	0.3	0.298804226	0.324904188	0.334745271	0.338905162	0.346568773	0.350089315	0.354842683				
	%diff: $h_1$	0	0.398591307	8.301396132	11.58175703	12.96838726	15.52292426	16.6964382	18.2808945				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธี Slope and area method บริเวณทางน้ำไหลท้ายายทิม 2

ลำดับที่	ข้อมูล															
	H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.180				
1	ลักษณะทั่วไป	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	0.225	0.230				
1.1	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_1$ (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.180				
1.2	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.002	0.006	0.010	0.016	0.024	0.042	0.061	0.082	0.103	0.125	0.129				
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.001	0.003	0.005	0.009	0.013	0.023	0.034	0.046	0.059	0.073	0.076				
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.286	0.372	0.507	0.725	0.749	0.810	0.870	0.931	0.991	1.051	1.063				
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.152	0.222	0.342	0.373	0.405	0.480	0.542	0.603	0.664	0.725	0.831				
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000				
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035				
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6				
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$															
2.1	รัศมีไฮดรอลิก: $R=A/P$	0.008397481	0.015343203	0.019727757	0.022479658	0.031366791	0.051871063	0.070451672	0.087694788	0.103542234	0.118413544	0.121309009				
	$R_1$	0.005280528	0.01171699	0.015501609	0.02356722	0.030864198	0.04725229	0.06278855	0.076667773	0.089347597	0.100993377	0.091817088				
2.2	ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด: $K=1/n \cdot AR^{2/3}$															
	$K_1$	0.002832929	0.01005568	0.020859861	0.037094302	0.06677925	0.16690156	0.29875565	0.460187105	0.646379719	0.857760028	0.903193178				
	$K_2$	0.000693105	0.00382154	0.009414263	0.02066719	0.035140418	0.084768656	0.15345952	0.238220306	0.338614125	0.453560246	0.443678836				
	$K=\sqrt{K_1 \cdot K_2}$	0.001401256	0.006207649	0.014013572	0.027688174	0.048442242	0.118945454	0.214118889	0.331098042	0.467838971	0.6237354	0.633030566				
3	สมมติ $V1=V2, h_e=0$															
	$h_e = h_1 - h_2$ (หน้าตัด1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด2)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
4	$S_f = h_f/L$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
5	$Q=K \cdot \sqrt{S_f}$	0.000140126	0.000620765	0.001401357	0.002768817	0.004844224	0.011894545	0.021411889	0.033109804	0.046783897	0.06237354	0.063303057				
check																
6.1	$(Q/A_1)^2 / Zg$	0.000173745	0.000604513	0.001000918	0.001470667	0.002165777	0.00408788	0.006218563	0.00839139	0.010597394	0.012792725	0.012273571				
6.2	$(Q/A_2)^2 / Zg$	0.001563709	0.002905418	0.003563256	0.005045733	0.007654722	0.0139941	0.02021404	0.026177627	0.031723741	0.037006637	0.035083368				
6.3	$6.1 + 6.2$	0.001737454	0.003509931	0.004564174	0.006516401	0.009820499	0.01808198	0.026432603	0.034569017	0.042321135	0.049799363	0.047356939				
7	สมมติ $K_e$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6				
7.1	$h_e = K_e \cdot ((Q/A_1)^2 / Zg - (Q/A_2)^2 / Zg)$	-0.00083398	-0.00138054	-0.0015374	-0.00214504	-0.00329337	-0.00594373	-0.00839729	-0.01067174	-0.01267581	-0.01452835	-0.01368588				
8	$h_e = (h_1 - h_2) + (V_1^2 / 2g - V_2^2 / 2g) - h_e$	0.049444015	0.049079638	0.048975065	0.048569974	0.047804422	0.046037512	0.044401809	0.042885505	0.041549461	0.040314435	0.040876081				
	%diff. $h_e$	1.111970753	1.840724174	2.049869676	2.860052833	4.391156153	7.924976351	11.19638212	14.22898938	16.90107824	19.37112928	18.24783786				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธีSlope and area method บริเวณทางน้ำไหลวัดที่ถ้ายายปริก

ลำดับที่	ข้อมูล	วัดถ้ายายปริก									
		0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080		
1	H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.080	0.080
	ลักษณะทั่วไป	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ	ธรรมชาติ
1.1	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_1$ (m)	0.310	0.320	0.330	0.340	0.350	0.360	0.370	0.380	0.380	0.380
1.2	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.080	0.080
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.001	0.004	0.010	0.018	0.033	0.055	0.078	0.099	0.099	0.099
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.002	0.008	0.016	0.025	0.042	0.063	0.086	0.111	0.111	0.111
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.215	0.429	0.644	1.036	1.921	2.117	2.314	2.511	2.511	2.511
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	0.376	0.751	0.896	1.041	1.894	2.169	2.400	2.620	2.620	2.620
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	รัศมีไฮดรอลิก : R=A/P										
	$R_1$	0.005128205	0.01002331	0.014918415	0.016885372	0.017026816	0.026166635	0.0333494684	0.039432805	0.039432805	0.039432805
	$R_2$	0.005058573	0.009984026	0.017522321	0.024305889	0.022388848	0.028950765	0.035669639	0.042183623	0.042183623	0.042183623
2.2	ความสามารถการไหลของหน้าตัด: $K = 1/n \cdot A^{2/3}$										
	$K_1$	0.000934603	0.005711294	0.016621832	0.03290823	0.061834299	0.139508831	0.230080245	0.327693316	0.327693316	0.327693316
	$K_2$	0.001599668	0.009935514	0.030261249	0.060653347	0.096230662	0.169171229	0.265012711	0.382577038	0.382577038	0.382577038
	$K = \sqrt{K_1 \cdot K_2}$	0.001222724	0.007532904	0.022427603	0.044676552	0.077138548	0.15362578	0.246929524	0.354073352	0.354073352	0.354073352
3	สมมติ $V1=V2, h_e=0$										
	$h_1 = h_1 - h_2$ (หน้าตัด1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด2)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	$S_1 = h_1/L$	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294	0.088235294
5	$Q = K \cdot S \cdot \text{sqrt}(S)$	0.000363203	0.002237606	0.006661991	0.013270913	0.022913563	0.045633657	0.073348998	0.105175458	0.105175458	0.105175458
check											
6.1	$(Q/A_1)^2 / 2g$	0.005556677	0.013801659	0.024545202	0.029310723	0.02502596	0.034582151	0.04565475	0.057525371	0.057525371	0.057525371
6.2	$(Q/A_2)^2 / 2g$	0.001862487	0.004536759	0.009177191	0.014023667	0.014885195	0.026912389	0.037423279	0.046174825	0.046174825	0.046174825
6.3	$6.1+6.2$	0.007419164	0.018338417	0.033722393	0.043334339	0.039911155	0.06149454	0.083078029	0.103700197	0.103700197	0.103700197
7	สมมติ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	$h_e = K_e \cdot (Q/A_1)^2 / 2g - (Q/A_2)^2 / 2g$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	$h_1 = (h_1 - h_2) + (V_1^2 / 2g - V_2^2 / 2g) - h_e$	0.30369419	0.3092649	0.315368011	0.315287056	0.310140765	0.307669763	0.30823147	0.311350546	0.311350546	0.311350546
	%diff: $h_1$	1.231396545	3.088300065	5.122670271	5.095685412	3.380254872	2.556587505	2.743823444	3.78351523	3.78351523	3.78351523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธีslope and area method บริเวณทางน้ำไหลบาริษ 1

ลำดับที่	ข้อมูล	บาริษที่											
		0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.220	0.140	0.180	0.220	0.260	0.300	0.320
1	ลักษณะทั่วไป	0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.220	0.140	0.180	0.220	0.260	0.300	0.320
1.1	ความสูงน้ำในบาริษ: $h_1$ (m)	0.140	0.180	0.220	0.260	0.300	0.320	0.140	0.180	0.220	0.260	0.300	0.320
1.2	ความสูงน้ำในบาริษ: $h_2$ (m)	0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.220	0.040	0.080	0.120	0.160	0.200	0.220
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ ( $m^2$ )	0.0067	0.0324	0.086	0.1516	0.2204	0.256	0.0067	0.0324	0.086	0.1516	0.2204	0.256
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ ( $m^2$ )	0.0064	0.028	0.0643	0.111	0.167	0.198	0.0064	0.028	0.0643	0.111	0.167	0.198
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.345	1.0975	1.6239	1.7371	1.8502	1.9068	0.345	1.0975	1.6239	1.7371	1.8502	1.9068
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	0.3298	0.7782	1.0678	1.3462	1.5631	1.6716	0.3298	0.7782	1.0678	1.3462	1.5631	1.6716
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	รัศมีไฮดรอลิก: $R=A/P$	0.01942029	0.02952164	0.052958926	0.08727189	0.119122257	0.134256346	0.01942029	0.02952164	0.052958926	0.08727189	0.119122257	0.134256346
		0.0194057	0.035980468	0.060217269	0.082454316	0.106838974	0.11844939	0.0194057	0.035980468	0.060217269	0.082454316	0.106838974	0.11844939
2.2	ความสมารถต่อการไหลของหน้าตัด: $K=1/\eta AR^{2/3}$	0.01383051	0.088423056	0.346512522	0.852204613	1.524529181	1.917751048	0.01383051	0.088423056	0.346512522	0.852204613	1.524529181	1.917751048
		0.013204616	0.08718927	0.282240651	0.60079584	1.074315054	1.364423768	0.013204616	0.08718927	0.282240651	0.60079584	1.074315054	1.364423768
		0.01351394	0.087803996	0.31272787	0.715542442	1.279775234	1.617598563	0.01351394	0.087803996	0.31272787	0.715542442	1.279775234	1.617598563
3	สมมติ $V1=V2, h_e=0$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	$h_e = h_1 - h_2$ (หน้าตัด 1 อยู่สูงกว่า หน้าตัด 2)												
4	$S_e = h_1/L$	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789	0.026315789
5	$Q=K \cdot \text{sqrt}(Sf)$	0.002192251	0.014243689	0.05073147	0.116076312	0.207606957	0.262409138	0.002192251	0.014243689	0.05073147	0.116076312	0.207606957	0.262409138
check													
6.1	$(Q/A_1)^2/2g$	0.005456721	0.009850447	0.017736135	0.029880633	0.045223235	0.053552404	0.005456721	0.009850447	0.017736135	0.029880633	0.045223235	0.053552404
6.2	$(Q/A_2)^2/2g$	0.005980279	0.013189548	0.031727361	0.055736827	0.07876837	0.089521742	0.005980279	0.013189548	0.031727361	0.055736827	0.07876837	0.089521742
6.3	$6.1+6.2$	0.011437	0.023039995	0.049463497	0.08551746	0.123991605	0.143074146	0.011437	0.023039995	0.049463497	0.08551746	0.123991605	0.143074146
7	สมมติ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	$h_e = K_e \cdot (Q/A_1)^2/2g - (Q/A_2)^2/2g$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	$h_e = (h_1 - h_2) + (V_1^2/2g - V_2^2/2g) - h_e$	0.099476443	0.096660899	0.086008774	0.074143806	0.066454864	0.064030662	0.099476443	0.096660899	0.086008774	0.074143806	0.066454864	0.064030662
	%diff: $h_e$	0.523557469	3.339100547	13.99122257	25.85619372	33.54513576	35.96933765	0.523557469	3.339100547	13.99122257	25.85619372	33.54513576	35.96933765

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณอัตราการไหลด้วยวิธี Slope and area method บริเวณทางน้ำไหลปาริษัท 2

ลำดับที่	ข้อมูล																				
	H (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300
1	ลักษณะทั่วไป	0.210	0.220	0.230	0.240	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.210	0.220	0.230	0.240	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500
1.1	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_1$ (m)	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300
1.2	ความสูงน้ำในหน้าตัด: $h_2$ (m)	0.0006	0.002	0.005	0.009	0.016	0.067	0.126	0.190	0.259	0.332	0.0006	0.002	0.005	0.009	0.016	0.067	0.126	0.190	0.259	0.332
1.3	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_1$ (m <sup>2</sup> )	0.001	0.004	0.009	0.014	0.021	0.069	0.125	0.187	0.254	0.326	0.001	0.004	0.009	0.014	0.021	0.069	0.125	0.187	0.254	0.326
1.4	พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ $A_2$ (m <sup>2</sup> )	0.118	0.237	0.355	0.474	0.841	1.189	1.322	1.455	1.588	1.721	0.118	0.237	0.355	0.474	0.841	1.189	1.322	1.455	1.588	1.721
1.5	เส้นขอบเปียก: $P_1$ (m)	0.201	0.403	0.498	0.593	0.837	1.105	1.252	1.399	1.546	1.693	0.201	0.403	0.498	0.593	0.837	1.105	1.252	1.399	1.546	1.693
1.6	เส้นขอบเปียก: $P_2$ (m)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.7	ระยะทางระหว่างหน้าตัด: L (m)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
1.8	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning Coef. n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.9	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดทางน้ำ $K_e$	0.005067568	0.009712838	0.014921171	0.019636824	0.024973115	0.06244909	0.095475866	0.130808359	0.162950365	0.192620569	0.005067568	0.009712838	0.014921171	0.019636824	0.024973115	0.06244909	0.095475866	0.130808359	0.162950365	0.192620569
2.1	รัศมีไฮดรอลิก : R=A/P	0.00496771	0.00993542	0.017081994	0.023451999	0.024973115	0.06244909	0.130808359	0.162950365	0.192620569	0.225512106	0.00496771	0.00993542	0.017081994	0.023451999	0.024973115	0.06244909	0.130808359	0.162950365	0.192620569	0.225512106
2.2	ความสามารถต่อการไหลของหน้าตัด: $K=1/n \cdot AR^{2/3}$	0.000505757	0.002991464	0.009177767	0.019340011	0.031897392	0.277917364	0.753211569	1.401064503	2.205105218	3.158989718	0.000505757	0.002991464	0.009177767	0.019340011	0.031897392	0.277917364	0.753211569	1.401064503	2.205105218	3.158989718
		0.0008331818	0.005281729	0.016107842	0.032536278	0.051017759	0.310309051	0.770666151	1.394198645	2.17237242	3.10541181	0.0008331818	0.005281729	0.016107842	0.032536278	0.051017759	0.310309051	0.770666151	1.394198645	2.17237242	3.10541181
		0.000648612	0.003974934	0.012158701	0.025085667	0.040340221	0.293666943	0.761888877	1.397627358	2.18867628	3.132086202	0.000648612	0.003974934	0.012158701	0.025085667	0.040340221	0.293666943	0.761888877	1.397627358	2.18867628	3.132086202
3	สมมติ $V1=V2, h_e=0$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	$h_u = h_1 - h_2$ (หน้าตัด1 สูงกว่า หน้าตัด2)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
4	$S_f = h_u/L$	0.000129722	0.000794987	0.00243174	0.005017133	0.008068044	0.058733389	0.152377775	0.279525472	0.437735526	0.62641724	0.000129722	0.000794987	0.00243174	0.005017133	0.008068044	0.058733389	0.152377775	0.279525472	0.437735526	0.62641724
5	$Q=K \cdot \text{sqrt}(S_f)$	0.002382478	0.00608927	0.010729602	0.014833594	0.013289951	0.039758301	0.074306284	0.109967967	0.145925661	0.181995787	0.002382478	0.00608927	0.010729602	0.014833594	0.013289951	0.039758301	0.074306284	0.109967967	0.145925661	0.181995787
6.1	$(Q/A_1)^2/2g$	0.000857692	0.002013265	0.004171551	0.006640223	0.007595301	0.036929458	0.075498026	0.114127428	0.15173426	0.188188552	0.000857692	0.002013265	0.004171551	0.006640223	0.007595301	0.036929458	0.075498026	0.114127428	0.15173426	0.188188552
6.2	$(Q/A_2)^2/2g$	0.00324017	0.008102535	0.014901153	0.021473817	0.020885251	0.076687759	0.14980431	0.224095396	0.297659941	0.370184339	0.00324017	0.008102535	0.014901153	0.021473817	0.020885251	0.076687759	0.14980431	0.224095396	0.297659941	0.370184339
6.3	$6.1 + 6.2$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	สมมติ $K_e$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.1	$h_u = K_e \cdot (Q/A_1)^2/2g - (Q/A_2)^2/2g$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	$h_u = (h_1 - h_2) + (V_1^2/2g - V_2^2/2g) - h_e$	0.201524786	0.204076005	0.206558052	0.208193371	0.20569465	0.202828844	0.198808258	0.195840539	0.194191421	0.193807235	0.201524786	0.204076005	0.206558052	0.208193371	0.20569465	0.202828844	0.198808258	0.195840539	0.194191421	0.193807235
	%diff: $h_u$	0.762392847	2.038002606	3.279025838	4.096685277	2.847324966	1.414421826	0.595870884	2.079730377	2.904289626	3.096382372	0.762392847	2.038002606	3.279025838	4.096685277	2.847324966	1.414421826	0.595870884	2.079730377	2.904289626	3.096382372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n (Roughness coefficient)

Type of channel and description	Minimum	Normal	Maximum
<b>A. CLOSED CONDUITS FLOWING PARTLY FULL</b>			
<b>A-2. Nonmetal</b>			
<b>d. Concrete</b>			
1. Culvert, straight and free of debris	0.010	0.011	0.013
2. Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
3. Finished	0.011	0.012	0.014
4. Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
5. Unfinished, steel form	0.012	0.013	0.014
6. Unfinished, smooth wood form	0.012	0.014	0.016
7. Unfinished, rough wood form	0.015	0.017	0.020
<b>B. LINED OR BUILT-UP CHANNELS</b>			
<b>B-2. Nonmetal</b>			
<b>c. Concrete</b>			
1. Trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. Float finish	0.013	0.015	0.016
3. Finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.020
4. Unfinished	0.014	0.017	0.020
5. Gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. Gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. On good excavated rock	0.017	0.020	
8. On irregular excavated rock	0.022	0.027	
<b>d. Concrete bottom float finished with sides of</b>			
1. Dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.020
2. Random stone in mortar	0.017	0.020	0.024
3. Cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
5. Dry rubble or riprap	0.020	0.030	0.035
<b>D. NATURAL STREAMS</b>			
D-1. Minor streams (top width at flood stage <100 ft)			
a. Streams on plain			
1. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
2. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
3. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
4. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
5. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
6. Same as 4, but more stones	0.045	0.050	0.060
7. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
8. Very weedy reaches, deep pools, or foodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150
b. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages			
1. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
2. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณผาถ้ำพังจุดที่1 หน้าตัดที่1

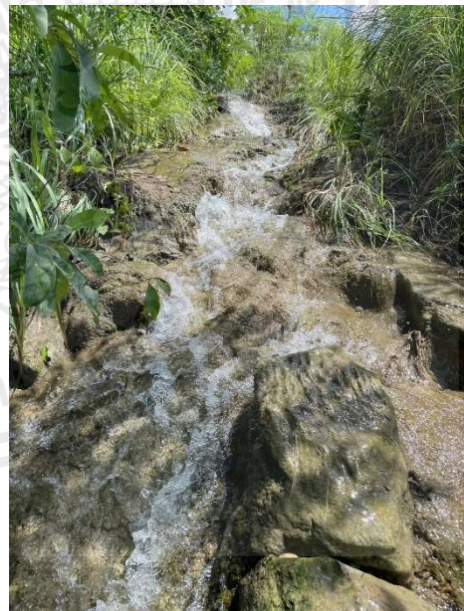


รูปที่ 2 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณผาถ้ำพังจุดที่1 หน้าตัดที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณผาถ้ำพังจุดที่2



รูปที่ 4 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณผาถ้ำพังจุดที่3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณผาถ้ำพังจุดที่ 4



รูปที่ 6 สํารวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณศูนย์ประวัติศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 สำรวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณทางน้ำลงหาดถ้ำพัง



รูปที่ 8 สำรวจพื้นที่และวัดอัตราการไหลบริเวณบ่อน้ำนุ้บน้บหนองนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 สำรวจพื้นที่เพื่อทำ Profile & Cross section ที่ทางน้ำลงหาดถ้ำพัง



รูปที่ 10 การใช้กล้อง Total station ในการถ่ายระดับทางน้ำลงหาดถ้ำพัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

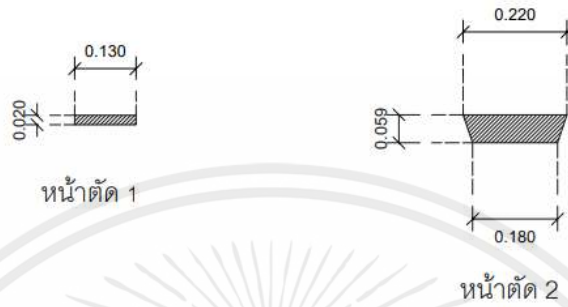


รูปที่ 11 การทำ Profile & Cross section ที่ทางน้ำลงหาดถ้ำพัง

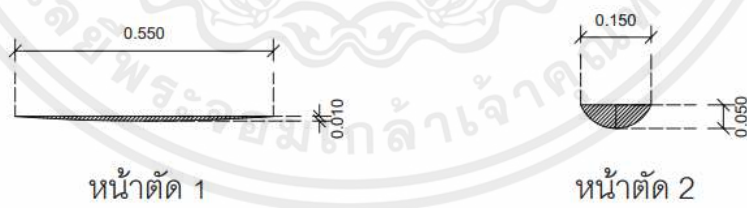


รูปที่ 12 การทำ Profile & Cross section ที่ทางน้ำลงหาดถ้ำพัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 Cross section ของพื้นที่ผาล้ำฟ้งจุดที่ 1 หน้าตัดที่ 1 และ 2

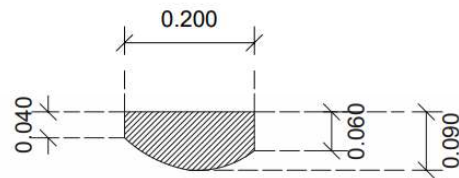


จุด 2

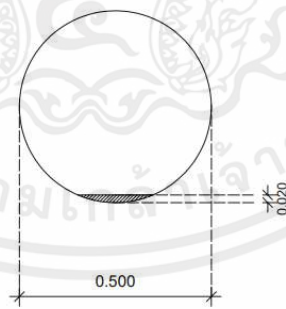
ผาล้ำฟ้ง

รูปที่ 14 Cross section ของพื้นที่ผาล้ำฟ้งจุดที่ 2 หน้าตัดที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จุด 3  
 ฝ่าถ้ำพัง  
 รูปที่ 15 Cross section ของพื้นที่ฝ่าถ้ำพังจุดที่ 3

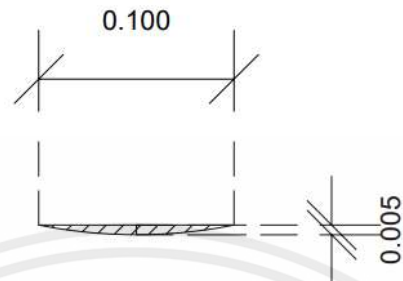


จุด 4

ฝ่าถ้ำพัง

รูปที่ 16 Cross section ของพื้นที่ฝ่าถ้ำพังจุดที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ศูนย์ประวัติศาสตร์

รูปที่ 17 Cross section ของพื้นที่ศูนย์ประวัติศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้