สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม

THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA IN NAM KAM BASIN SAKONNAKORN – NAKORNPANOM

โดย

นายไกรสร จินะพันธ์มงคล

นางสาวเจนจิรา หัสดีวิจิตร

นางสาวนงนภัส เกิดมรกต

เลขหมู่.....
ลงทะเบียน 83250
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2551

b 11972833
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA IN NAM KAM BASIN SAKONNAKORN – NAKORNPANOM

MR. KAISORN JINAPANMONGKOL

MISS. JAENJIRA HATSADEEVIJIT

MISS.NONGNAPAS KIRTMORAKOT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม		
นักศึกษา	นายไกรสร จินะพันธ์มงคล	รหัสประจำตัว	47010065
	นางสาวเจนจิรา หัสดีวิจิตร	รหัสประจำตัว	47010118
	นางสาวนงนภัส เกิดมรกต	รหัสประจำตัว	47010657
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อุมา สีบุญเรือง		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน อ.อุบะ ศิริแก้ว ดร.อุมา สีบุญเรือง อ.ชลิดา อู่ตะเภา	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ.อำนวย พานิชกุลพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	**การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม** THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA IN NAM KAM BASIN SAKONNAKORN - NAKORNPANOM
นักศึกษา	**นาย ไกรสร จินะพันธ์มงคล รหัส 47010065** **นางสาว เจนจิรา หัสดีวิจิตร รหัส 47010118** **นางสาว นงนภัส เกิดมรกต รหัส 47010657**
อาจารย์ที่ปรึกษา	**ดร. อุมา สีบุญเรือง**
หลักสูตร	**วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา**
ภาควิชา	**วิศวกรรมโยธา**
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

จากโครงการตามแนวพระราชดำริ ทรงมีพระราชดำริให้กรมชลประทานพิจารณาวางโครงการและการก่อสร้างโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร – นครพนม เพื่อช่วยแก้ปัญหาความเดือดร้อนให้กับราษฎรที่อาศัยอยู่บริเวณ 2 ฝั่งลำน้ำก่ำเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้และการเกษตรกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ศึกษาถึงสภาพความเป็นจริง และหาทางป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ การศึกษาถึงคุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครพนมนั้น มีจุดประสงค์หลักคือการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินบริเวณลุ่มน้ำก่ำ และลำน้ำสาขา สามารถนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีซึ่งประกอบไปด้วยค่า pH, TDS, ค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO), ค่าคลอไรด์, ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเค็ม ซึ่งจากการศึกษาได้มีการตรวจพบความเค็มในบางพื้นที่ และลำน้ำสาขาก่อนไหลลงสู่แม่น้ำโขง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TITLE	:	THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA IN NAM KAM BASIN SAKONNAKORN – NAKORNPANOM
NAME	:	MR. KAISORN JINAPANMONGKOL
		MISS. JAENJIRA HATSADEEVIJIT
		MISS.NONGNAPAS KIRTMORAKOT
FIELD	:	CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT	:	CIVIL ENGINEERING
FACULTY	:	ENGINEERING
ADVISOR	:	PH.Dr.UMA SEEBOONRUANG

ABSTRACT

From the project have royal thought or idea to Royal Irrigation Department consider lay the Project develop water area in NAM KAM BASIN SAKONNAKORN – NAKORNPANOM for solve a problem trouble to people who employ sideways because lack of water problem. Therefore, then must study quality of physical and chemical for able take data to consider and search for protect problem that occur. In study the surface water quality be purpose for test water quality by keep example of surface water area in NAM KAM BASIN and small Nam Kam tributaries then take to analyze quality of physical and chemical which feature pH, TDS, DO, Chloride, Conductivity and Salinity. From the result able fine Salinity in someplace and in small Nam Kam tributaries close to the Khong River.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถใช้บ่งบอกถึงความกรุณาและความอนุเคราะห์ในการทำโครงการฉบับนี้ของอาจารย์ ดร.อุมา สืบุญเรือง ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงานพิเศษนี้ได้เลยตลอดระยะเวลาของการศึกษาโครงการนี้ท่านได้ให้ความรู้ คำแนะนำและการสั่งสอนที่เกี่ยวกับงานทางด้านวิศวกรรม อีกทั้งความรู้ในเรื่องอื่นๆ ที่มีค่ามากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม ท่านคอยแนะแนวในเรื่องการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ประสบ เน้นให้ประพฤติตนโดยอุทิศให้กับงานและการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาและการนำเสนองาน ซึ่งถือเป็นสิ่งอันมีค่าที่ผู้ประพันธ์ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นอกเหนือจากปริญญาอันสูงส่ง ขอกล่าวคำขอบคุณอย่างซาบซึ้งและนับถือแด่ อาจารย์ ดร.อุมา สืบุญเรือง

ถือเป็นเกียรติอันสูงส่งแก่ผู้ประพันธ์ที่ได้รับจาก ผศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน อาจารย์อุบะ ศิริแก้ว และอาจารย์ ชลิดา อู่ตะเภา ในฐานะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ด้วยคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่กระจ่างชัดของท่านถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับความสำเร็จในงานนี้ ผู้ประพันธ์ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ มากมายจากท่านและพึงระลึกถึงท่านเสมอในฐานะอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอขอบคุณอย่างซาบซึ้ง สำหรับความร่วมมือ และความช่วยเหลือที่ผู้ประพันธ์ได้รับจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจแก่ผู้ประพันธ์อย่างดีเสมอมา

ท้ายที่สุดแต่ไม่ใช่น้อยที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษสุดที่ขอมอบให้แด่สมาชิกครอบครัวทุกคนที่มอบความรัก ความห่วงใยและให้การช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ประพันธ์ และขอขอบคุณห้องสมุด KMITL สำหรับหนังสือและแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

นายไกรสร จินะพันธ์มงคล

นางสาวเจนจิรา หัสดีวิจิตร

นางสาวนงนภัส เกิดมรกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฐ
	สารบัญรูป	ค
1.	บทนำ	1
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.5. วิธีการศึกษา	3
	1.5.1. หลักการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	4
	1.5.1.1. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ	4
	1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
2.	วรรณกรรมปริทัศน์	6
	2.1 นิยามและความหมาย	6
	2.2. การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง	7
	2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
	2.3.1. ลำธารและน้ำ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.3.2. การวัดระดับน้ำในแม่น้ำ	11
	2.3.2.1. เครื่องวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (non-recording gauge or manual gauge)	11
	2.3.2.2. เครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (recording-type gauge)	13
	2.3.2.3. เครื่องมือวัดระดับสูงสุด (crest-stage gauge)	15
	2.3.3. การวัดความเร็วในลำน้ำ	16
	2.3.3.1. การกระจายความเร็วน้ำ (velocity distribution)	16
	2.3.3.2. การวัดความเร็วน้ำ (measurement of velocity)	17
	2.3.4. การหาความลึกน้ำและจุดวัดความเร็วน้ำจากสายเคเบิล	21
	2.3.5. การหาอัตราการไหลในลำน้ำ	23
	2.3.5.1 การหาอัตราการไหลในลำน้ำด้วยวิธีวัดพื้นที่และความเร็วน้ำ (area-velocity method)	23
	2.3.6. คุณภาพของน้ำ	27
	2.3.6.1. คุณภาพน้ำที่สำคัญ	28
	2.3.7. คุณภาพน้ำตามธรรมชาติ	36
	2.3.7.1. น้ำผิวดิน (Surface Water)	40
3.	แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	
	3.1. แผนงานการดำเนินการ	44
	3.1.1. การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ	44
	3.1.2. การติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขอความอนุเคราะห์ข้อมูล	44
	3.1.3. วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างและจุดวัดความเร็วน้ำ (หน้างาน)	44
	3.1.4. การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติมทางด้านกายภาพ (หน้างาน)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.1.5. การเก็บตัวอย่างน้ำ	45
	3.1.6. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล	45
	3.1.7. การแสดงผลในรูป GIS	45
	3.1.8. การจัดทำรูปเล่มรายงาน	45
	3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน	47
	3.2.1. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	47
	3.2.2. การสำรวจพื้นที่ และ ตรวจสอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และจุดวัดน้ำ	47
	3.2.3 หลักการเก็บตัวอย่างน้ำ	51
	3.2.4 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ	51
	3.2.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	51
	3.2.6. วิธีการวิเคราะห์	52
	3.2.7. การวัดความเร็วของน้ำ	53
	3.2.8. การวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	55
	3.2.9. การหาอัตราการไหลของน้ำ	55
	3.2.10. การเก็บตัวอย่างน้ำ	55
	3.2.11. การดำเนินการทดสอบคุณภาพน้ำ	56
	3.2.11.1. การทดสอบหาค่า Dissolved Oxygen (DO), pH	56
	3.2.11.2. การทดสอบหาค่า TDS, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็ม	56
	3.2.12. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล	57
	3.2.13. การแสดงผลในรูป GIS	57
4.	**ผลการทดสอบและการวิเคราะห์**	62
	4.1. ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำ	62
	4.1.1. อุณหภูมิ	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.1.2. pH	66
	4.1.3. TDS	67
	4.1.4. DO	67
	4.1.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	68
	4.1.6. ค่าความเค็ม (Salinity)	68
	4.1.7. ค่าคลอไรด์	69
	4.2. ผลการทดสอบการหาอัตราการไหลในลำน้ำ	70
	4.2.1. ค่าความเร็วในน้ำ	70
	4.2.2. พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	71
	4.2.3. ค่าอัตราการไหลในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	71
	4.2.4. การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	72
	4.2.5. การหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	75
	4.3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	87
	4.3.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์	77
	4.3.1.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความเค็ม (Salinity)	77
	4.3.1.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)	79
	4.3.1.3. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และค่า pH	81
	4.3.1.4. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความนำไฟฟ้าครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550	83
	4.3.1.5. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่า TDSครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550	84
	4.3.1.6. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความเค็มครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.3.2. การวิเคราะห์และผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งหมด	86
	4.3.2.1. อุณหภูมิ	86
	4.3.2.2. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	88
	4.3.2.3. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)	90
	4.3.2.4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)	93
	4.3.2.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	96
	4.3.2.6. ค่าความเค็ม (Salinity)	99
	4.3.2.7. ค่าคลอไรด์ (Chloride)	102
5.	**สรุปผลการทดสอบ**	103
	5.1. คุณภาพของน้ำผิวดิน	103
	5.2. ปริมาณของน้ำผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำ	104
	5.3. การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์	104
6.	**ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหา**	105
	6.1. ปัญหาจากการกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	105
	6.2. ปัญหาจากการวัดความเร็วของน้ำ	105
	บรรณานุกรม	107
	ภาคผนวก ก	
	- การคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ	ผก-1
	ภาคผนวก ข	
	- รูปหน้าตัดลำน้ำ	ผข-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ภาคผนวก ค	
	- ข้อมูลและผลการคำนวณหาอัตราการไหล	ผค-1
	ภาคผนวก ง	
	- รูปภาพแสดงตำแหน่งขุดเก็บน้ำ	ผง-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
1.1.	การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการไหล	4
2.1.	ค่าปรับแก้ความเร็ว	18
2.2.	ระยะปรับแก้ในอากาศ (air-line correction)	21
2.3.	ระยะปรับแก้ในน้ำ (water-line correction)	22
2.4.	สมการการหาความเร็วเฉลี่ย $\overline{V_i}$	25
2.5.	สิ่งเจือปนที่สำคัญ ๆ ทางเคมีและชีววิทยาที่พบในน้ำ	37
2.6.	ความสัมพันธ์ระหว่างสารต่าง ๆ ที่อาจพบในน้ำตามธรรมชาติกับคุณภาพน้ำ	39
2.7.	ตัวอย่างลักษณะน้ำผิวดินในประเทศไทย	42
3.1.	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	46
3.2.	แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	48
3.3.	แสดงสถิติการสำรวจปริมาณน้ำ ของกรมชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ	54
4.1.	แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 1	63
4.2.	แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 2	65
4.3.	การหาอัตราการไหลของลำน้ำ (ครั้งที่ 1)	73
4.4.	การหาอัตราการไหลของลำน้ำ (ครั้งที่ 2)	74
4.5.	แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ (ครั้งที่ 1)	75
4.6.	แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ (ครั้งที่ 2)	76
ผก1	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-2
ผก2	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-2
ผก3	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-2
ผก4	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-3
ผก5	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-3
ผก6	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-3
ผก7	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-3
ผก8	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผก9	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-4
ผก10	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-4
ผก11	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-5
ผก12	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-5
ผก13	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-5
ผก14	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-6
ผก15	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-6
ผก16	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-6
ผก17	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-7
ผก18	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-7
ผก19	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-7
ผก20	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-7
ผก21	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-8
ผก22	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-8
ผก23	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-8
ผก24	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-9
ผก25	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-9
ผก26	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-9
ผก27	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-10
ผก28	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-10
ผก29	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-10
ผก30	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-10
ผก31	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-11
ผก32	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-11
ผก33	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-11
ผก34	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)	ผก-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผก35	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-12
ผก36	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)	ผก-12
ผก37	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)	ผก-12
ผค1	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1 (ครั้งที่1)	ผค-2
ผค2	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1 (ครั้งที่2)	ผค-3
ผค3	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4 (ครั้งที่1)	ผค-3
ผค4	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4 (ครั้งที่ 2)	ผค-4
ผค5	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5 (ครั้งที่ 1)	ผค-5
ผค6	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5 (ครั้งที่ 2)	ผค-6
ผค7	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6 (ครั้งที่ 1)	ผค-7
ผค8	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6 (ครั้งที่ 2)	ผค-8
ผค9	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A7 (ครั้งที่ 1)	ผค-9
ผค10	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A7 (ครั้งที่ 2)	ผค-9
ผค11	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A8 (ครั้งที่ 1)	ผค-9
ผค12	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A8 (ครั้งที่ 2)	ผค-10
ผค13	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1 (ครั้งที่ 1)	ผค-10
ผค14	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1 (ครั้งที่ 2)	ผค-10
ผค15	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2 (ครั้งที่ 1)	ผค-11
ผค16	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2 (ครั้งที่ 2)	ผค-12
ผค17	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 1)	ผค-13
ผค18	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 2)	ผค-14
ผค19	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 1)	ผค-15
ผค20	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 2)	ผค-16
ผค21	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C3 (ครั้งที่ 1)	ผค-18
ผค22	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C3 (ครั้งที่ 2)	ผค-19
ผค23	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1 (ครั้งที่ 1)	ผค-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผค24	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1 (ครั้งที่ 2)	ผค-21
ผค25	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2 (ครั้งที่ 1)	ผค-22
ผค26	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2 (ครั้งที่ 2)	ผค-23
ผค27	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D3 (ครั้งที่ 1)	ผค-24
ผค28	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D3 (ครั้งที่ 2)	ผค-24
ผค29	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1 (ครั้งที่ 1)	ผค-25
ผค30	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1 (ครั้งที่ 2)	ผค-26
ผค31	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2 (ครั้งที่ 1)	ผค-26
ผค32	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2 (ครั้งที่ 2)	ผค-27
ผค33	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3 (ครั้งที่ 1)	ผค-28
ผค34	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3 (ครั้งที่ 2)	ผค-29
ผค35	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4 (ครั้งที่ 1)	ผค-30
ผค36	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4 (ครั้งที่ 2)	ผค-31
ผค37	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F (ครั้งที่ 1)	ผค-32
ผค38	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F (ครั้งที่ 2)	ผค-32
ผค39	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1 (ครั้งที่ 1)	ผค-33
ผค40	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1 (ครั้งที่ 2)	ผค-34
ผค41	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H3 (ครั้งที่ 1)	ผค-35
ผค42	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H3 (ครั้งที่ 2)	ผค-35
ผค43	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H4 (ครั้งที่ 1)	ผค-36
ผค44	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H4 (ครั้งที่ 2)	ผค-36
ผค45	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H5 (ครั้งที่ 1)	ผค-36
ผค46	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H5 (ครั้งที่ 2)	ผค-36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1.	ผังแสดงวิธีและขั้นตอนการศึกษา	3
2.1	แผ่นวัดระดับน้ำ	12
2.2	เครื่องมือและการวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก	13
2.3	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ	13
2.4	เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย	14
2.5	อาคารวัดระดับน้ำ	14
2.6	เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศการหาความลึกน้ำที่ปลายท่อฟองอากาศ	15
2.7	เครื่องมือวัดระดับน้ำสูงสุด	15
2.8	การกระจายความเร็วในลำน้ำทั่วไป	17
2.9	การวัดความเร็วโดยใช้ทุ่นลอย	18
2.10	เครื่องมือวัดความเร็วแบบกรวยหมุน	19
2.11	เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด	20
2.12	การเอียงของสายเคเบิลตามทิศทางการไหล	21
2.13	การหาอัตราการไหลด้วยวิธีวัดพื้นที่และความเร็วน้ำ	24
2.14	ขยายหน้าตัดย่อยที่ 1	26
3.1	เครื่องมือจับพิกัด GIS ยี่ห้อGARMIN รุ่น Etrex	49
3.2	แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	50
3.3	แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Profile	52
3.4	การวัดความเร็ว ยี่ห้อ Mini Air Schiltknnecht	53
3.5	อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง	55
3.6	การวัดค่า DO, pH, ค่าความต่างศักย์ ยี่ห้อ WTW รุ่น pH/Oxi340i/SET	56
3.7	การวัดค่า TDS, ค่าความนำไฟฟ้า, และค่าความเค็มด้วยเครื่องยี่ห้อ Senso Direct Con200	57
3.8	การวัดค่าความเค็มด้วยเครื่อง ยี่ห้อ EUTECH Salt Test	57
3.9	แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนสิงหาคม 2550	58
3.10	แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนตุลาคม 2550	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.11	แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนสิงหาคม 2549 และ 2550	60
3.12	แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนตุลาคม 2549 และ 2550	61
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม	77
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม	78
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม	78
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	79
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	80
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	80
4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH	81
4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH	82
4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH	82
4.10	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และค่าความนำไฟฟ้า	85
4.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์และค่า TDS	85
4.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความเค็ม	85
4.13	แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมดครั้งที่ 1-2 ปี 2550	86
4.14	แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด	87
4.15	แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด	87
4.16	แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	88
4.17	แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	88
4.18	แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	89
4.19	แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	90
4.20	แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	91
4.21	แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	92
4.22	แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	93
4.23	แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	94
4.24	แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.25	แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	96
4.26	แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	97
4.27	แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	98
4.28	แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	99
4.29	แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	100
4.30	แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	101
4.31	แสดงค่าคลอไรด์จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ	102
ผข1	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A1	ผข-2
ผข2	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A4	ผข-2
ผข3	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A5	ผข-3
ผข4	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A6	ผข-3
ผข5	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A7	ผข-4
ผข6	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง A8	ผข-4
ผข7	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง B1	ผข-5
ผข8	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง B2	ผข-5
ผข9	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง C1	ผข-6
ผข10	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง C2	ผข-6
ผข11	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง C3	ผข-7
ผข12	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง D1	ผข-7
ผข13	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง D2	ผข-8
ผข14	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง D3	ผข-8
ผข15	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง E1	ผข-9
ผข16	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง E2	ผข-9
ผข17	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง E3	ผข-10
ผข18	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง E4	ผข-10
ผข19	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง F	ผข-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผข20	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง G1	ผข-11
ผข21	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง H3	ผข-12
ผข22	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง H4	ผข-12
ผข23	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 1 ตำแหน่ง H5	ผข-13
ผข24	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A1	ผข-14
ผข25	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A4	ผข-14
ผข26	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A5	ผข-15
ผข27	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A6	ผข-15
ผข28	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A7	ผข-16
ผข29	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง A8	ผข-16
ผข30	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง B1	ผข-17
ผข31	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง B2	ผข-17
ผข32	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง C1	ผข-18
ผข33	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง C2	ผข-18
ผข34	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง C3	ผข-19
ผข35	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง D1	ผข-19
ผข36	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง D2	ผข-20
ผข37	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง D3	ผข-20
ผข38	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง E1	ผข-21
ผข39	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง E2	ผข-21
ผข40	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง E3	ผข-22
ผข41	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง E4	ผข-22
ผข42	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง F	ผข-23
ผข43	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง G1	ผข-23
ผข44	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง H3	ผข-24
ผข45	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง H4	ผข-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผข46	แสดงหน้าตัดลำน้ำครั้งที่ 2 ตำแหน่ง H5	ผข-25
ผง1	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A1	ผง-2
ผง2	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A4	ผง-3
ผง3	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A5	ผง-4
ผง4	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A6	ผง-4
ผง5	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A7	ผง-5
ผง6	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง A8	ผง-5
ผง7	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง B1	ผง-6
ผง8	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง B2	ผง-7
ผง9	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง C1	ผง-8
ผง10	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง C2	ผง-9
ผง11	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง C3	ผง-9
ผง12	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง D1	ผง-10
ผง13	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง D2	ผง-10
ผง14	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง D3	ผง-11
ผง15	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง E1	ผง-11
ผง16	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง E2	ผง-12
ผง17	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง E3	ผง-13
ผง18	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง E4	ผง-13
ผง19	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง F	ผง-14
ผง20	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง G1	ผง-15
ผง21	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง G2	ผง-16
ผง22	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง G3	ผง-17
ผง23	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง H3	ผง-18
ผง24	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง H4	ผง-18
ผง25	แสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ ตำแหน่ง H5	ผง-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

โครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นโครงการที่ประชาชนในท้องถิ่นบริเวณฝั่งลำน้ำก่ำในเขตจังหวัดสกลนคร และจังหวัดนครพนม ทูลเกล้าขอความช่วยเหลือจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวให้ทรงช่วยแก้ปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกในฤดูฝน และขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตร รวมทั้งน้ำอุปโภคบริโภคในฤดูแล้ง จากโครงการตามแนวพระราชดำริ ทรงมีพระราชดำริให้กรมชลประทานพิจารณาวางโครงการและการก่อสร้างโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร – นครพนม เพื่อช่วยแก้ปัญหาความเดือดร้อนให้กับราษฎรที่อาศัยอยู่บริเวณ 2 ฝั่งลำน้ำก่ำ เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้และการเกษตรกรรม ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพและปัญหาที่พบภายในพื้นที่โครงการและสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ศึกษาถึงสภาพความเป็นจริง และหาทางป้องกันปัญหาที่จะเกิดได้

1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงทรงมีพระราชดำริ เมื่อวันที่ 14, 18 และ 23 พฤศจิกายน 2535 ให้กรมชลประทานพิจารณาวางโครงการ และก่อสร้างโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม และทรงวางโครงการด้วยพระองค์เอง เพื่อช่วยแก้ปัญหาความเดือดร้อนให้กับราษฎรที่อาศัยอยู่บริเวณ 2 ฝั่งลำน้ำดังกล่าว

เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของราษฎร ที่อาศัยบริเวณสองข้างลำน้ำก่ำ กรมชลประทานได้ศึกษาถึงผลกระทบของการเก็บกักน้ำและความเป็นไปได้ของการแพร่กระจายตัวของความเค็ม เมื่อมีการกักเก็บน้ำในพื้นที่โครงการฯ กรมชลประทานจึงได้ศึกษาโครงการชลประทานน้ำก่ำตอนล่าง ตั้งแต่ปี 2536 ผลการศึกษาระดับเก็บกักที่เหมาะสมคือ +138.5 ม.รทก. จัดเป็นโครงการขนาดใหญ่เนื่องจากมีพื้นที่น้ำท่วมเกิน 15 ตร.กม. ต่อมาได้มีปัญหาในเรื่องการชดเชยค่าที่ดินมีราคาสูง กรมชลประทาน จึงได้ศึกษาเพิ่มเติมในการลดระดับเก็บกักลงมาอยู่ที่ +137.5 ม.รทก. และมติในที่ประชุมเดือนกันยายน 2546 ลงความเห็นว่าสมควรดำเนินงานแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมแม้ว่าจะไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่ามีหลายประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนและจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม ในทางด้านเกษตรกรรมพบว่าพื้นที่ชลประทานที่อยู่ในพื้นที่ความเค็มจะต้องมีการจัดการดินและน้ำในพื้นที่ชลประทานให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็ม และจะต้องมีการพิจารณาถึงความเค็มที่อาจเพิ่มขึ้นภายหลังจากการเก็บกักน้ำโดยอาจมีที่มาจากหลายสาเหตุ จากที่ผ่านมาได้มีหลายหน่วยงานได้เข้าไปสำรวจเกี่ยวกับปัญหาเหล่านี้ ซึ่งก็พบว่าภายในพื้นที่เกิดปัญหาดินเค็มและทำการศึกษาข้อมูลและวิจัยบ้างแล้วในบางส่วน ถึงผลกระทบของปัญหาที่จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำและวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของความเค็ม เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ที่ประสบปัญหามีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ดังนั้นคณะ ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของปัญหาดินเค็มในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ และสมควรที่จะนำมาวิจัยศึกษาถึงข้อมูลต่าง ๆ อย่างละเอียดมากขึ้น โดยที่ข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์อย่างหนึ่งคือ คุณภาพของน้ำผิวดิน ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำก่ำรวมถึง ปริมาณน้ำผิวดิน ว่ามีการกระจายตัวของความเค็มลงในแหล่งน้ำเหล่านั้นหรือไม่จากข้อมูลที่ได้เหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลส่วนอื่น ๆ เช่น ข้อมูลน้ำใต้ดินและชั้นดิน และสามารถนำข้อมูลมาสรุปได้

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

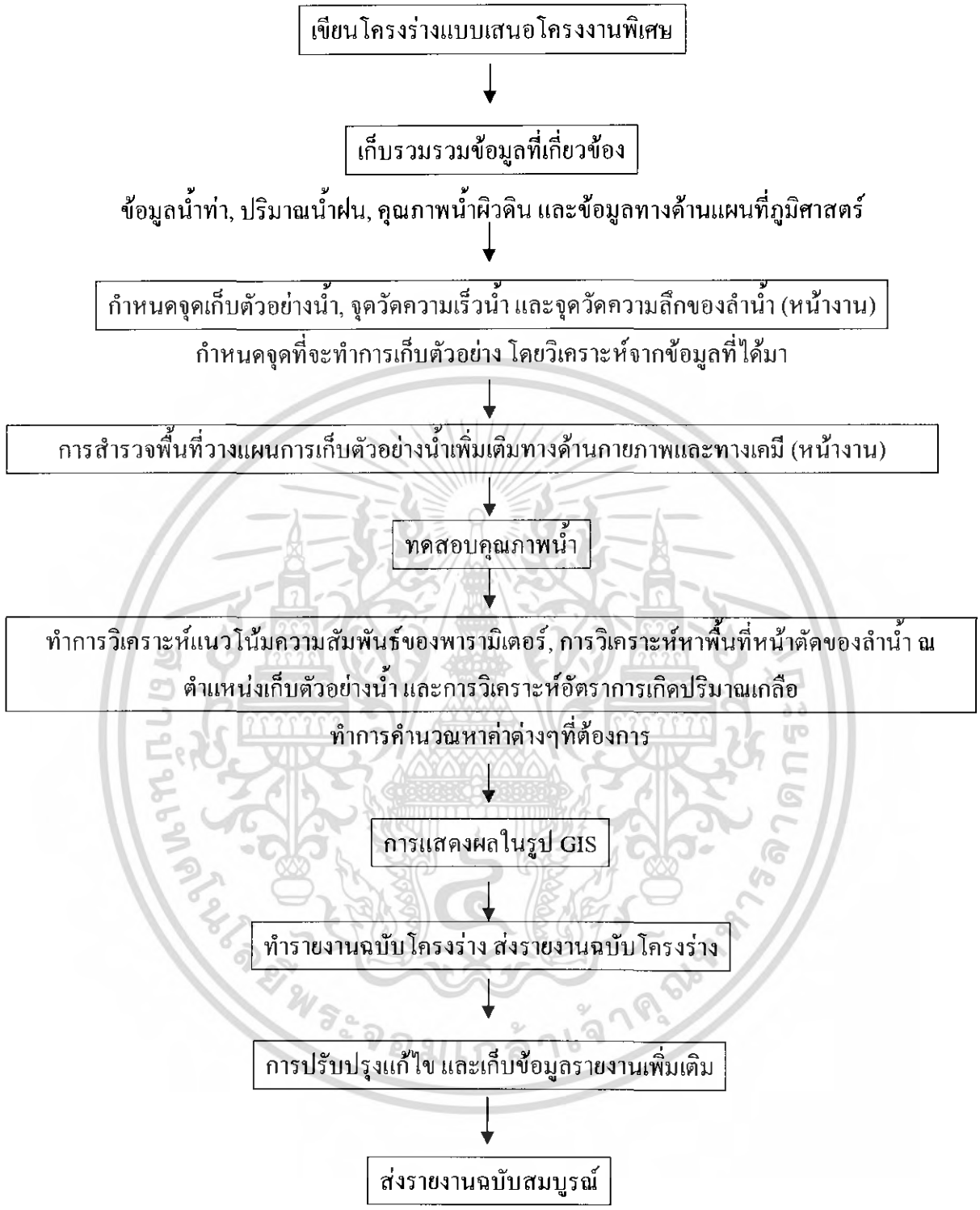
1. ศึกษาคุณภาพของน้ำผิวดินโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระจายตัวของความเค็มในพื้นที่แหล่งน้ำต่าง ๆ
2. ศึกษาถึงปริมาณน้ำผิวดินในบริเวณลุ่มน้ำก่ำ
3. สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้นำไปใช้ในการพัฒนาทรัพยากรน้ำและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำได้อย่างเหมาะสม

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ โดยตัวแปรที่ศึกษา คือ ค่าความเค็ม, อุณหภูมิ, pH, TDS, DO, ค่าความนำไฟฟ้า, อัตราการไหล และค่าคลอไรด์
2. เก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาเก็บน้ำตัวอย่าง ในแต่ละช่วงของฤดูกาล โดยจะเก็บน้ำตัวอย่างในเดือน สิงหาคม ตุลาคม และมีนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 วิธีการศึกษา



รูปที่ 1.1. ผังแสดงวิธีและขั้นตอนการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1. หลักการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1.5.1.1. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

(1) การเก็บแบบจ้วง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉยๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ

(2) การเก็บแบบผสมรวม (composite sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้งในช่วงเวลาต่างๆกันโดยแบ่งช่วงเวลาของการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำแล้วนำมารวมในถังใบเดียวกัน

ตารางที่ 1.1 การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการไหล

เวลา	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มล.)
8.00	3.5	3,500
10.00	4.0	4,000
12.00	6.0	6,000
14.00	8.0	8,000
16.00	7.5	7,500
18.00	7.0	7,000
20.00	6.0	6,000
22.00	5.5	5,500
24.00	4.0	4,000
02.00	3.5	3,500
04.00	3.0	3,000
06.00	2.0	2,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบคุณภาพของน้ำในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ และเพื่อทราบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแต่ละฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการกระจายตัวของความเค็มต่อพื้นที่เกษตรกรรม
2. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจายของความเค็มและลักษณะของความเค็มเพื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของน้ำผิวดิน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับปริมาตรความเค็มในลำน้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ในการเกษตรกรรม และการควบคุมคุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. นิยามและความหมาย

"แหล่งน้ำผิวดิน" หมายถึง แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะอยู่ในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ

"คุณภาพน้ำ" หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์ คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไป มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะของธรณีวิทยา พืชพรรณธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

"พีเอช" หมายถึง ตัววัดค่าของอนุมูลไฮโดรเจนอิสระในน้ำ น้ำธรรมชาติมีพีเอช 6-8

"ทีดีเอส" หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อกรองปริมาณของแข็งแขวนลอยออก แล้วเอาน้ำใสที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้วไประเหยจะหาปริมาณของแข็งได้ ทีดีเอสมีหน่วยเป็น มิลลิกรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

"ดีโอ" หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียในน้ำ มีหน่วยมิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นค่าที่แสดงให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำเท่าใด กล่าวคือ ถ้าน้ำสกปรกมากหรือมีปริมาณของเสียที่เป็นอินทรีย์ในแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำก็จะถูกใช้ไปในการทำลายสารสกปรกหรือใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้นมาก ถ้ามีปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำมาก แสดงว่าน้ำนั้นยังเหมาะสำหรับการดำรงชีพของ สิ่งมีชีวิตในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. มหาวิทยาลัยขอนแก่น (พ.ศ. 2544) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อจำลองการไหลของน้ำใต้ดินและการแพร่กระจายของน้ำเค็ม ในแนวระนาบและแนวดิ่ง ครอบคลุมพื้นที่โครงการ 389.5 ตร.กม. ศึกษาถึงสภาวะปกติที่ไม่มีการเก็บกักน้ำ ระยะเวลาจากปัจจุบันจนถึง 10 ปีข้างหน้า ยังไม่มีพื้นที่ที่มีศักยภาพจะเกิดดินเค็ม แต่หลังจาก 10 ปีไปจนถึง 100 ปีข้างหน้า จะมีพื้นที่ที่มีศักยภาพการเกิดการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินและดินเค็ม 3 แห่ง คือ บริเวณบ้านพระซองน้อย บ้านพิมานท่า และทิศตะวันตกเฉียงเหนือบ้านดงขุนคราม มีพื้นที่รวม 1,425 ไร่ และบริเวณที่จะเกิดน้ำใต้ดินกร่อย มีพื้นที่รวม 16,066 ไร่

กรณีที่มีการสร้างประตูระบายน้ำโนนสังข์ ที่ระดับ+138.5ม.รทก พบว่าในช่วงระยะเวลา 10ปีแรก การแพร่กระจายของน้ำใต้ดินเค็มและพื้นที่ที่จะเกิดดินเค็มยังไม่ปรากฏแน่ชัด จาก 100 ปีข้างหน้า จะมีพื้นที่เกิดการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินเค็ม 4 แห่ง คือบริเวณบ้านพระซองน้อย บ้านพิมาน บ้านดงขุนคราม และบ้านดอกขาว คิดเป็นพื้นที่รวม 1,130 ไร่ และพื้นที่ที่เกิดการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินกร่อย 13 แห่ง คิดเป็นพื้นที่รวม 14,755 ไร่

จากการศึกษาทั้ง 2 กรณี สรุปว่า

- การสร้างอ่างเก็บน้ำ จะทำให้พื้นที่ที่มีศักยภาพการเกิดน้ำใต้ดินเค็มและดินเค็มน้อยกว่าการไม่สร้างอ่างเก็บน้ำ 295ไร่
- การสร้างอ่างเก็บน้ำ จะทำให้เกิดพื้นที่น้ำใต้ดินกร่อยน้อยกว่าไม่สร้างอ่างเก็บน้ำ 1.311 ไร่

2. กรมชลประทาน (พ.ศ.2537) ได้ทำการศึกษาการกระจายความเค็มของดินเค็ม มีผลสรุปที่น่าสนใจ คือ ได้พบว่าพื้นที่ดินเค็มใน 3 หมู่บ้านคือ บ้านพระซองน้อย บ้านบ่อดอกซ้อน บ้านดงมะเอก

- บ้านพระซองน้อย พบดินเค็มบริเวณห้วยบ่อ อยู่บริเวณทางทิศใต้ของหมู่บ้าน ลำห้วยนี้มีทิศทางการไหลของน้ำลงสู่ลำน้ำบัง ซึ่งเป็นสาขาของลำน้ำก่ำ พื้นที่พบดินเค็มคือประมาณ 1.5 – 2.5 เมตร
- บ้านบ่อดอกซ้อน บริเวณที่พบดินเค็มอยู่ในน้ำบัง และลำน้ำสาขาทางทิศตะวันออกของบ้านบ่อดอกซ้อน ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือของอ่างเก็บน้ำ ชั้นดินชั้นหินคล้ายกับที่ห้วยน้ำบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บ้างดงมะเอก อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอเรณูนคร และอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา ปัจจุบันพื้นที่นี้ถูกดัดแปลงเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กไม่มีการทำนาเกลือเนื่องจากน้ำท่วมพื้นที่ดินเค็มไปแล้ว แต่ในฤดูแล้งน้ำจะเค็ม

3. กรมทรัพยากรธรณี (พ.ศ.2540) จากการศึกษาธรณีฟิสิกส์ โดยการจัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ทำการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า จำนวน 3 แนว ในบริเวณพื้นที่ตอนล่างของอ่างเก็บน้ำคือ บริเวณบ้านดอนขาว บ้านฝั่งแดง บ้านนางเลิศ และบ้านนาขาม ผลการสำรวจพบว่า

- บริเวณตอนล่างของอ่างเก็บน้ำในระดับตื้นๆรองรับด้วยตะกอนกรวดทราย ลึกลงไปประมาณ 50 เมตร เป็นหินดินดานมีน้ำจืดแทรกอยู่ในรอยแตกลึกลงไปกว่า 50 เมตร ในชั้นหินดินดาน มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มแทรกตัวอยู่ และลึกกว่า 100 เมตร ลงไปจะรองรับด้วยชั้นหินเกลือหรือ หินทราย
- บริเวณทิศใต้ของอ่างเก็บน้ำเป็นชั้นหินทรายที่รองรับอยู่ในระดับตื้น
- บริเวณทางตอนเหนือของอ่างเก็บน้ำอาจเป็นหินดินดานที่มีน้ำจืดและน้ำกร่อยแทรกตัวอยู่ในปริมาณไม่มาก

จากการสำรวจประเมินว่า อาจจะมีชั้นเกลือหินในระดับที่ลึกกว่า 100 เมตร จึงคาดหมายได้ว่า การเก็บกักน้ำของอ่างเก็บน้ำก่ำตอนล่างนี้ไม่น่าจะมีผลต่อชั้นน้ำเกลือหรือน้ำกร่อยที่รองรับอยู่

5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรแห่งชาติและสิ่งแวดล้อม รายงานเกี่ยวกับสถานการณ์มลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี 2544 ที่ดำเนินการตรวจสอบ ได้แก่ แม่น้ำลำตะคอง มูล ชี พอง อูน เลย เสียว สงคราม ลำปาว ลำชี หนองหาน ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ยกเว้น ลำตะคองตอนล่างในบริเวณตั้งแต่ท้ายเทศบาลนครราชสีมาจนถึงปากแม่น้ำ ตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เนื่องจากมีการสะสมของน้ำเสียในแหล่งน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทชุมชน โดยมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มเฉลี่ย 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การบริหารจัดการมลพิษ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรแห่งชาติและสิ่งแวดล้อม สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2548 เกี่ยวกับคุณภาพแหล่งน้ำทั่วประเทศ ดังนี้

แหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 20 พอใช้ร้อยละ 48 เสื่อมโทรมร้อยละ 27 และเสื่อมโทรมมากร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2547 พบว่าคุณภาพน้ำโดยรวมมีแนวโน้มเสื่อมโทรมมากขึ้น ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่มาจากการระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ โดยไม่ผ่านการบำบัด ทำให้มีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) สูง แหล่งน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เดิม ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ท่าจีนตอนล่าง และลำตะคองตอนล่าง

2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1. ลำธารและน้ำ

น้ำที่อยู่ในแม่น้ำ คือขบวนการไหลกลับคืนสู่ทะเลหรือแหล่งน้ำของฝนที่ตกลงมาบนพื้นดิน ขบวนการไหลกลับดังกล่าวมีศัพท์เทคนิคเรียกว่า "RUN OFF"

RUN OFF แบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น Overland runoff หมายถึงน้ำที่ไหลอยู่บนผิวดินก่อนที่มันถึงลำธารหรือแม่น้ำ Surface runoff หมายถึงน้ำที่ไหลอยู่ลำธาร Ground water runoff หมายถึง น้ำที่ไหลซึมลงสู่น้ำใต้ดิน เพื่อลงสู่ลำธารและแม่น้ำ เรียกอีกอย่างว่า Seepage ฝนที่ตกลงมาแล้วมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

บางส่วนระเหยแล้วกลับสู่บรรยากาศ
บางส่วนไหลกลับลงสู่ทะเลโดย Surface runoff
บางส่วนไหลลงดิน
บางส่วนพืชดูดซับไว้ก่อนที่จะกลับสู่บรรยากาศอีกครั้งที่พืชตายและมีการเน่าเปื่อย

การหมุนเวียนของน้ำในรอบหนึ่งปีอาจแบ่งได้ 4 ช่วง คือ

1. ช่วงฤดูแล้ง (Rainless period) เป็นช่วงที่ไม่มีฝนหรือเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำในลำธารจะถูกหล่อเลี้ยงโดยน้ำที่อยู่ใต้ดิน และเมื่อน้ำใต้ดินมีน้อยลงน้ำในลำธารก็เริ่มน้อยตามไปด้วย
2. ช่วงฤดูฝน (Initial of rain) เป็นช่วงที่ฝนเริ่มตก พื้นดินก็จะมีความสามารถในการซับน้ำ ในช่วงนี้ไว้ได้ จึงยังไม่มี overland runoff การระเหยมีน้อย เนื่องจากในบรรยากาศยังมีความชื้นอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการคายน้ำโดยใบพืชก็ลดลงด้วย ลำธารจะได้รับน้ำฝนโดยตรงและจากน้ำที่อยู่ใต้ดิน ระดับน้ำในลำธารอาจจะเพิ่มขึ้นด้วย

3. ช่วงฝนตกชุก เป็นช่วงที่ต่อมาที่ฝนตกมากขึ้น ดินจะซับน้ำไว้จนอิ่มตัวจนไม่สามารถจะซับน้ำไว้ได้อีก ก็จะเกิด overland runoff ลำธารจะได้รับน้ำหลายทางด้วยกัน จากน้ำที่ไหลซึมผ่านใต้ดินบนดินและจากฝนโดยตรง ทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ในบางครั้งระดับน้ำในลำธารอาจจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) การระเหยและการคายน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้น้อย
4. ช่วงฝนหยุด เป็นช่วงต่อมาจากฝนหยุดตกแล้ว ในประเทศไทยจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เมื่อไม่มีฝนและความชื้นในบรรยากาศลดลงก็จะทำให้มีการระเหยและคายน้ำโดยใบพืชเพิ่มขึ้น น้ำในดินจะซึมลงสู่ชั้นของลำน้ำใต้ดิน ลำธารได้รับน้ำใต้ดินเพียงพออย่างเดียวและยังคงระดับสูงอยู่เหมือนเดิม ระดับของน้ำใต้ดิน (Water Table) จะเท่ากับระดับน้ำในลำธาร ถ้าในช่วงมีการไหลของน้ำในลำธารมารวมกันในที่ที่ต่ำกว่าก็อาจจะเกิดน้ำท่วมขึ้นได้ในกรณีที่มีระดับต่ำ เช่น ในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย

ดังที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าลำธารที่เกิดขึ้นจากวัฏจักรน้ำนั่นเอง ลำธารมีหลายประเภท สามารถแบ่งลำน้ำได้เป็น 3 ประเภท ซึ่งมีคุณลักษณะน้ำท่าของแต่ละลำน้ำแต่ละประเภทดังต่อไปนี้

1. ลำน้ำที่มีน้ำตลอดปี (perennial steam) คือ ลำน้ำที่มีระดับท้องน้ำของลำน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน (water table) ตลอดปี ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง คุณลักษณะเช่นนี้ทำให้ลำน้ำได้รับน้ำท่าจากฝนและน้ำใต้ดินที่ไหลซึมลงลำน้ำตลอดทั้งปี เกิดเป็นลำน้ำที่มีน้ำตลอดปี
2. ลำน้ำที่มีน้ำบางเวลา (intermittent steam) คือ ลำน้ำที่มีระดับท้องน้ำของลำน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินในช่วงฤดูฝน และมีระดับท้องน้ำของลำน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินในช่วงฤดูแล้ง คุณลักษณะเช่นนี้ ทำให้ในฤดูฝนมีน้ำในลำน้ำ ส่วนในฤดูแล้งจะไม่มีน้ำในลำน้ำ ซึ่งเป็นลำน้ำที่มีน้ำบางเวลา
3. ลำน้ำที่ไม่ค่อยมีน้ำ (ephemeral steam) คือ ลำน้ำที่มีระดับท้องน้ำของลำน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินตลอดปี มักจะพบในเขตพื้นที่แห้งแล้ง (arid zone) และพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ตินมาก ซึ่งในลำน้ำที่ไม่ค่อยมีน้ำ

ลักษณะที่ใช้ในการประเมินเป็นตัวเลขของลำน้ำได้ เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) อัตราการไหล (Discharge)

- ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) เป็นความเร็วของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณสารละลายที่อยู่ในน้ำหรือสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังขึ้นอยู่กับผิวสัมผัสของร่องน้ำที่ไหลผ่าน ถ้าเป็นผิวขรุขระก็จะเกิดการเสียดสีมากทำให้น้ำไหลช้าลง เราสามารถวัดความเร็วของน้ำโดยเครื่องมือวัดการไหลของน้ำ

- อัตราการไหล (Discharge) คือ ปริมาตรน้ำที่ไหลผ่านจุดหนึ่งในร่องน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยที่นิยมใช้เป็น หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที การไหลคำนวณปริมาตรใช้สมการ

$$Q = VA$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล, หน่วยเป็นลูกบาศก์ต่อวินาที (m^3/s)

V = ความเร็วของการไหล, หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

A = พื้นที่หน้าตัดของร่องน้ำ, ตารางเมตร (m^2)

2.3.2. การวัดระดับน้ำในแม่น้ำ

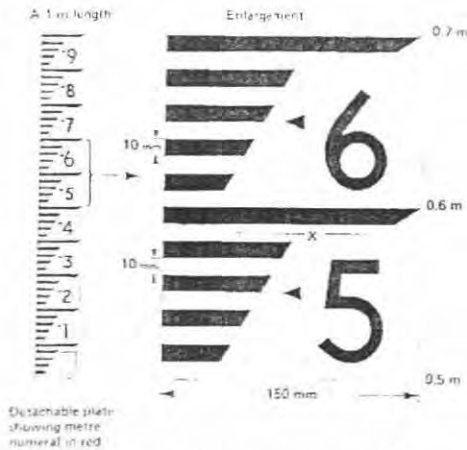
การวัดระดับน้ำในแม่น้ำสามารถวัดได้โดยเทียบกับระดับอ้างอิงที่ใดที่หนึ่ง เช่น เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean sea level) หรือ เทียบกับระดับท้องน้ำ เป็นต้น ซึ่งการวัดระดับน้ำในแม่น้ำที่มักจะใช้ในงานอุทกวิทยาเสมอมี 3 วิธี คือ การวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง การวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง และการวัดระดับน้ำสูงสุด ซึ่งมีรายละเอียดของเครื่องมือวัดระดับน้ำแต่ละชนิดดังนี้

2.3.2.1. เครื่องวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (non-recording gauge or manual gauge)

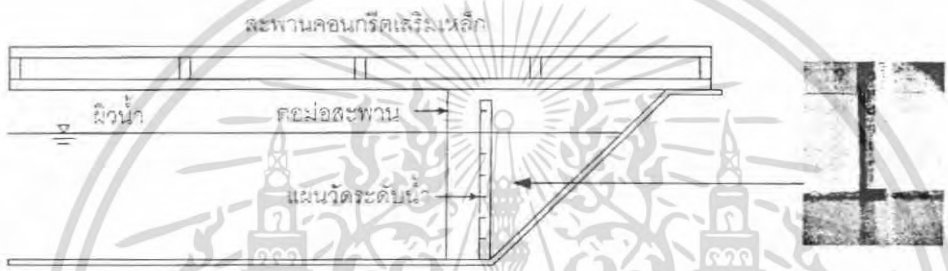
เครื่องมืออย่างง่ายสำหรับสำหรับวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง มี 2 ลักษณะ คือ

1. แผ่นวัดระดับน้ำ (staff gauge) เป็นแผ่นวัดระดับน้ำที่มีขีดบอกระดับน้ำดังรูปที่ 2.1 (ก) มักจะใช้อ่านระดับน้ำวันละ 1 ถึง 2 ครั้งและควรติดตั้งบนฐานที่มั่นคง ไม่เกิดการทรุดตัว เช่น บนเข็มคอนกรีต, ข้างตอม่อสะพาน ดังรูปที่ 2.1 (ข) อาคารชลประทาน แผ่นวัดระดับน้ำข้างคลองชลประทาน ดังรูปที่ 2.1 (ค) และท่าเทียบเรือ เป็นต้น ซึ่งในกรณีที่น้ำมีความลึกมาก จะวางแผ่นวัดระดับน้ำซ้อนกัน ดังรูปที่ 2.1 (ง) หรือในคลองชลประทานบางแห่งจะวางแผ่นวัดระดับน้ำในแนวเอียง ดังรูปที่ 2.1 (จ) เพื่อให้สามารถวัดระดับน้ำได้ละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ตัวอย่างแผ่นวัดระดับน้ำ



(ข) แผ่นวัดระดับน้ำข้างตอม่อสะพาน

(ค) แผ่นวัดระดับน้ำข้างคลอง

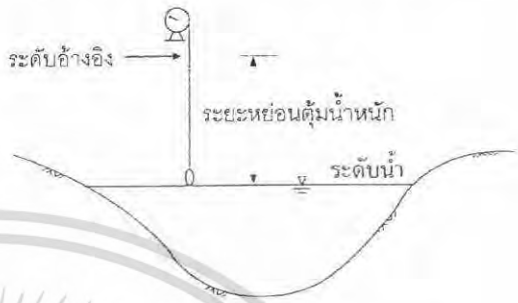
(ง) ภาพการวางแผ่นวัดระดับน้ำซ้อนกัน

(จ) แผ่นวัดระดับน้ำแบบวางในแนวเอียง

รูปที่ 2.1 แผ่นวัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก (wire-weight gauge) มีลักษณะดังรูปที่ 2.2 ประกอบด้วยเส้นลวดที่มีขีดบอกระดับระยะพันอยู่รอบเพลาหมุน โดยที่ปลายเส้นลวดจะมีตุ้มน้ำหนัก เมื่อต้องการวัดระดับน้ำ ก็ปล่อยตุ้มน้ำหนักลงมาจากระดับอ้างอิง เช่น ระดับสะพาน ระดับตลิ่ง หรือระดับอาคารที่ยื่นเข้าไปในแม่น้ำลงมาสัมผัสผิวน้ำ จะสามารถอ่านระยะหย่อนตุ้มน้ำหนักได้ เมื่อนำระดับอ้างอิงลบด้วยระยะหย่อนตุ้มน้ำหนัก จะได้ระดับน้ำตามต้องการ

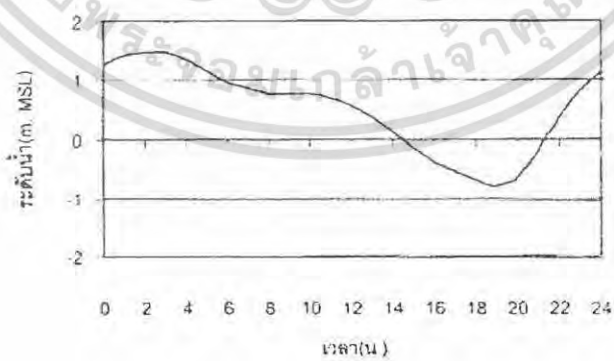


(ก) เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก (ข) การวัดระดับน้ำ

รูปที่ 2.2 เครื่องมือและการวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก

2.3.2.2. เครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (recording-type gauge)

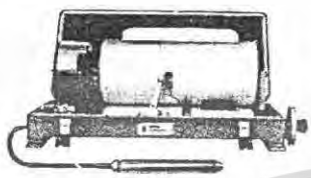
เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องเป็นเครื่องมือที่สามารถบันทึกข้อมูลระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาลงบนกระดาษกราฟได้อย่างต่อเนื่อง มีตัวอย่างผลการบันทึกข้อมูลดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย (floating-gauge recorder) และเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ (bubble gauge)



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ

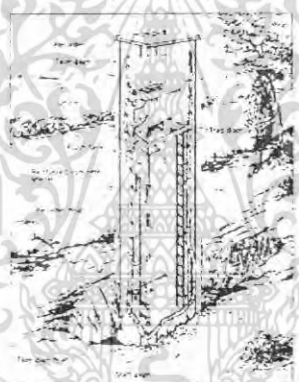
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย (floating-gauge recorder) มีลักษณะดังรูปที่ 2.4 ซึ่งมีทั้งแบบที่มีเครื่องบันทึกข้อมูลในแนวนอน (horizontal float recorder) และเครื่องบันทึกข้อมูลในแนวดิ่ง (vertical float recorder) ที่มักจะติดตั้งอยู่ในอาคารวัดระดับน้ำดังรูปที่ 2.5 ซึ่งมีท่อน้ำเข้าจากแม่น้ำเข้ามายังบ่อน้ำนิ่งที่มีลูกลอยของเครื่องบันทึกระดับน้ำลอยตามการขึ้นลงของระดับน้ำที่ทำการตรวจวัด



(ก) เครื่องบันทึกข้อมูลในแนวนอน (ข) เครื่องบันทึกข้อมูลในแนวดิ่ง

รูปที่ 2.4 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย

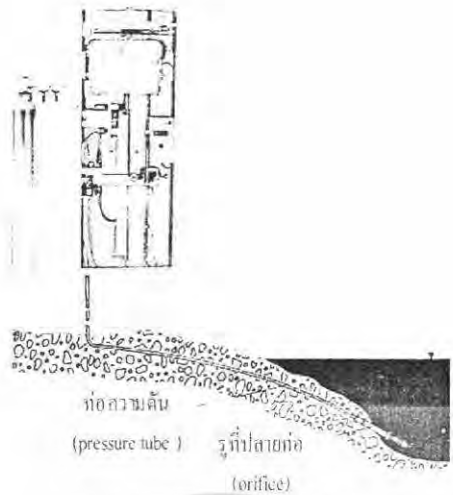


รูปที่ 2.5 อาคารวัดระดับน้ำ

ที่มา : Linsley; [44]

2. เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ (bubble gauge) เป็นเครื่องมือวัดระดับน้ำสำหรับบางพื้นที่ที่มีปัญหาตะกอนที่ไหลปนมากับน้ำ ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย เพราะตะกอนจะไหลเข้าไปอุดตันในท่อที่ต่อเข้าในอาคารวัดน้ำ จึงใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจะใช้ถังบรรจุก๊าซไนโตรเจนแห้ง (dry nitrogen) ปล่อยเป็นแรงดันผ่านท่อที่มีปลายใต้ผิวน้ำ ซึ่งความดันที่ปลายท่อที่ปล่อยฟองอากาศออกมาจะสามารถแปลงเป็นความสูงน้ำ ทำให้ทราบระดับน้ำในเครื่องบันทึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



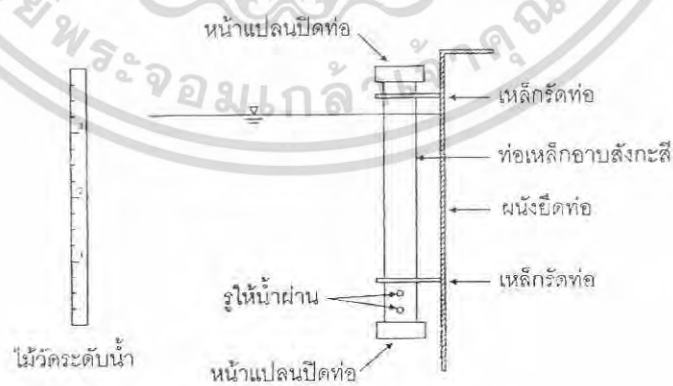
รูปที่ 2.6 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศการหาความลึกน้ำที่ปลายท่อฟองอากาศ

ความดัน $$P = \gamma_w H$$

$$H = \frac{P}{\gamma_w}$$

2.3.2.3. เครื่องมือวัดระดับสูงสุด (crest-stage gauge)

เครื่องมือวัดระดับน้ำสูงสุดประกอยด้วยไม้วัดระดับน้ำทั่วไป (Ordinary staff gauge) ที่มีความกว้างและความยาวที่พอเหมาะในการตรวจวัดระดับน้ำสูงสุด ในท่อเหล็กอาบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2 in. ดังรูปที่ 2.7 โดยท่อเหล็กอาบสังกะสีจะมีหน้าแปลนท่อที่ปลายทั้ง 2 ด้าน และมีการเจาะรูเล็กๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 in. หลายๆรูรอบปลายท่อด้านล่าง



รูปที่ 2.7 เครื่องมือวัดระดับน้ำสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับสูงสุดจะเริ่มจากการนำท่อเหล็กอาบสังกะสีไปติดตั้งในลำน้ำ โดยด้านล่างอยู่ที่ระดับอ้างอิงของลำน้ำ (stream datum) หรือระดับที่เทียบกับระดับอ้างอิงของลำน้ำ จากนั้นก็นำไม้วัดระดับใส่ลงไปในท่อ แล้วนำเศษไม้ก๊อก (cork) หรือผงไม้ใส่เข้าไปในท่อ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำหลากไหลผ่าน น้ำในลำน้ำจะไหลเข้าตามรูเล็กๆ ทำให้เศษไม้ก๊อกหรือผงไม้ลอยขึ้นและไปเกาะที่ไม้วัดระดับน้ำ ทำให้สามารถอ่านระดับน้ำสูงสุดได้ตามต้องการ และเมื่อต้องการตรวจวัดในครั้งต่อไป ก็ทำได้โดยล้างไม้วัดระดับน้ำให้สะอาด แล้วนำไม้วัดระดับน้ำและเศษไม้ก๊อกหรือผงไม้ใส่ลงไปในท่อเหล็กอาบสังกะสีเพื่อวัดระดับน้ำสูงสุดต่อไปได้

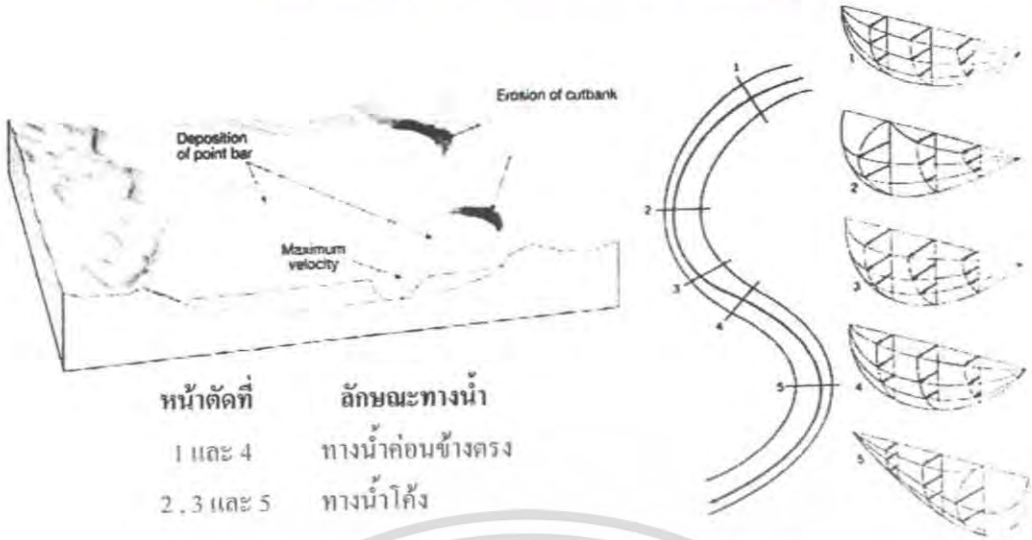
2.3.3. การวัดความเร็วในลำน้ำ

2.3.3.1. การกระจายความเร็วน้ำ (velocity distribution)

เนื่องจากผลของแรงเสียดทานของการไหลระหว่างน้ำกับน้ำและน้ำกับผนังลำน้ำกับผิวน้ำอิสระ ทำให้เกิดการกระจายความเร็วของกระแสน้ำไม่สม่ำเสมอตลอดความกว้างและความลึกของการไหล โดยที่ผนังลำน้ำหรือที่ขอบเขตของการไหล (boundary of flow) ไม่มีความเร็ว และความเร็วจะมากที่สุดในบริเวณกลางหน้าตัดที่เยื้องขึ้นไปทางผิวน้ำดังรูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงการกระจายความเร็วของกระแสน้ำในทางน้ำเปิดทั่วไป ซึ่งที่หน้าตัด 1 และหน้าตัดที่ 4 เป็นหน้าตัดที่อยู่ในแนวการไหลค่อนข้างตรง จะมีการกระจายความเร็วที่ค่อนข้างสมดุลกันทั้งทางซ้ายและทางขวาจากแนวกึ่งกลางหน้าตัด ส่วนหน้าตัดที่ 2 , 3 และ 5 ซึ่งเป็นบริเวณทางโค้ง จะเห็นได้ว่ากระแสน้ำจะมีการกระจายความเร็วทางด้านนอกของส่วนโค้งมากกว่าทางด้านในของส่วนโค้ง ดังนั้นในทางธรรมชาติทั่วไปจะพบว่ากระแสน้ำจะกัดเซาะตลิ่ง (Erosion) ทางด้านนอกของส่วนโค้ง เพราะมีความเร็วน้ำมาก ส่วนทางด้านในของส่วนโค้งจะเกิดการตกตะกอน (Deposition) เพราะน้ำมีความเร็วช้า ทำให้เม็ดดินและตะกอนแขวนลอยตกทับถม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



หน้าตัดที่	ลักษณะทางน้ำ
1 และ 4	ทางน้ำค่อนข้างตรง
2 , 3 และ 5	ทางน้ำโค้ง

รูปที่ 2.8 การกระจายความเร็วในลำน้ำทั่วไป

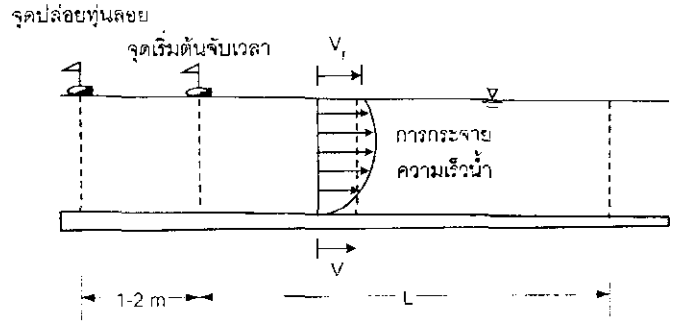
2.3.3.2. การวัดความเร็วน้ำ (measurement of velocity)

การวัดความเร็วน้ำในแม่น้ำลำธาร เป็นข้อมูลที่สำคัญในหลายลักษณะงาน เช่น การหาอัตราการไหลในแม่น้ำลำธาร การกัดเซาะและการตกตะกอน การไหลผ่านระหว่างตอม่อสะพาน และการป้องกันตลิ่งแม่น้ำ เป็นต้น ซึ่งการวัดความเร็วน้ำที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ การวัดความเร็วน้ำโดยใช้ทุ่นลอย (Floats Method) และการวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (Current meter method) โดยมีรายละเอียดการวัดความเร็วน้ำแต่ละแบบดังนี้

1. การวัดความเร็วน้ำโดยใช้ทุ่นลอย (Floats Method)

การวัดความเร็วน้ำของกระแสน้ำโดยใช้ทุ่นลอย เป็นวิธีการวัดความเร็วอย่างประมาณ ซึ่งเหมาะสำหรับในกรณีที่ทางน้ำอยู่ในแนวตรง ที่มีหน้าตัดสม่ำเสมอ ผิวน้ำมีการไหลที่ไม่มีคลื่นกระแสน้ำตัดผ่านไปมาไม่มีพืชน้ำหรือโขดหินขวางทาง และไม่มีอิทธิพลของกระแสลมต่อการเคลื่อนที่ของทุ่นลอย สำหรับอุปกรณ์ในการวัดความเร็วของกระแสน้ำ ก็ใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่หาได้ง่าย เช่น ทุ่นลอยอาจจะใช้เศษไม้ ลูกพลาสติก จุกก๊อก หรือโฟม ซึ่งมีขนาดไม่โตมาก สามารถลอยตามผิวกระแสน้ำได้ ประกอบกับเทปวัดระยะทางการไหลและนาฬิกาจับเวลา โดยใช้หลักการว่าเมื่อปล่อยทุ่นลอยทางด้านเหนือน้ำเหนือจุดที่เริ่มวัดระยะทางประมาณ 1- 2 m. เพื่อให้ทุ่นลอยปรับความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับความเร็วผิวน้ำ V_f ดังรูปที่ 2.9 จากนั้น เมื่อทุ่นลอยลอยมาถึงจุดเริ่มต้นให้จับเวลาจนกระทั่งทุ่นลอยถึงจุดสุดท้ายที่อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น L ใช้เวลาเท่ากับ T จะสามารถหาความเร็วทุ่นลอยได้

83250
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การวัดความเร็วโดยใช้ทุ่นลอย

ความเร็วของทุ่นลอย $V_f = L/T$

จากผลการทดลองของ U.S. Bureau of Reclamation (พ.ศ. 2518) พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำมีค่าน้อยกว่าความเร็วของทุ่นลอยหรือความเร็วที่ผิวน้ำ ซึ่งหาความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำได้จากสมการ

ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ $V = (CF)V_f$

เมื่อ CF คือ ค่าปรับแก้ความเร็ว ขึ้นอยู่กับความลึกเฉลี่ยของการไหลดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าปรับแก้ความเร็ว

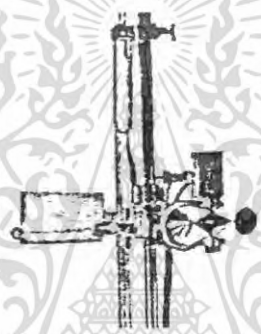
ความลึกเฉลี่ย		CF
(m)	(ft)	
0.3	1.0	0.66
0.6	2.0	0.68
0.9	3.0	0.70
1.2	4.0	0.72
1.5	5.0	0.74
1.8	6.0	0.76
2.7	9.0	0.77
3.7	12.0	0.78
4.6	15.0	0.79
≥6.1	≥20.0	0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

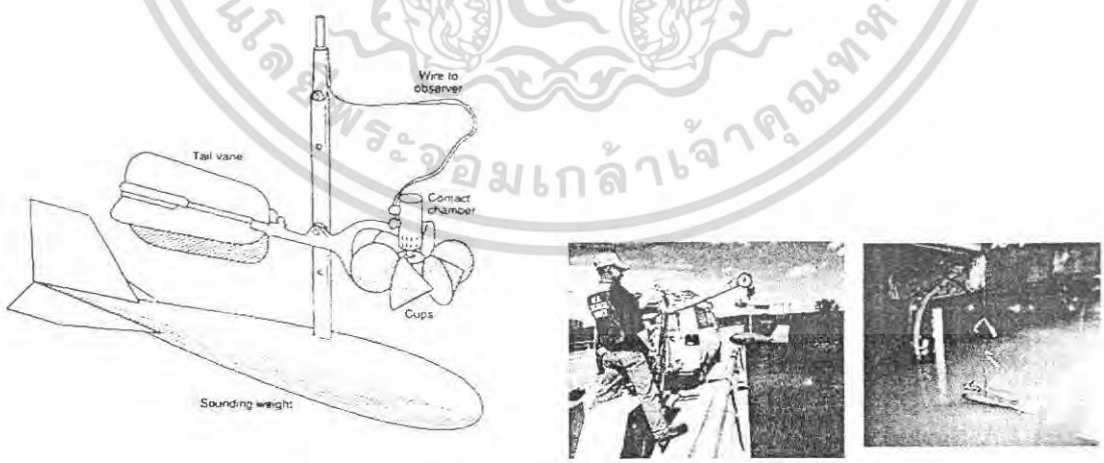
2. การวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (current meter method)

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

2.1 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน (cup-type current meter) มีทั้งแบบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการหรือใช้ในคลองหรือร่องน้ำขนาดเล็กดังรูปที่ 2.10(ก) ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วน้ำจะติดอยู่กับเสากลมที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆ และแบบที่ใช้ในแม่น้ำหรือคลองขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 2.10 (ข) ซึ่งจะมีทุ่นน้ำหนักถ่วงและตัวเครื่องจะผูกโยงด้วยลวดสลิงที่สามารถวัดได้ที่ความลึกน้ำต่างๆ เช่นกัน



(ก) แบบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการหรือคลองและร่องน้ำขนาดเล็กๆ



(ข) แบบที่ใช้ในแม่น้ำหรือคลองขนาดใหญ่

รูปที่ 2.10 เครื่องมือวัดความเร็วแบบกรวยหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$V = aN + b$$

เมื่อ V คือ ความเร็ว (m/s)

N คือ จำนวนรอบต่อเวลา (จำนวนรอบ/s)

a และ b คือค่าคงที่ของเครื่องวัด (Constants of meter) ซึ่งจะมีบอกในคู่มือที่ใช้เฉพาะเครื่อง

2.2. เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด (propeller type current meter) มีทั้งแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำไม่มากจะมีใบพัดขนาดเล็กๆ ดังรูปที่ 2.11 (ก) และแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมากดังรูปที่ 2.11 (ข) ซึ่งมีหลักการวัดความเร็วน้ำเหมือนกับเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน แต่ใบพัดจะหมุนรอบแกนเพลาที่วางอยู่ในแนวนอน และลักษณะเครื่องมือมีความทนทานกว่าเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน

(ก) แบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำไม่มาก

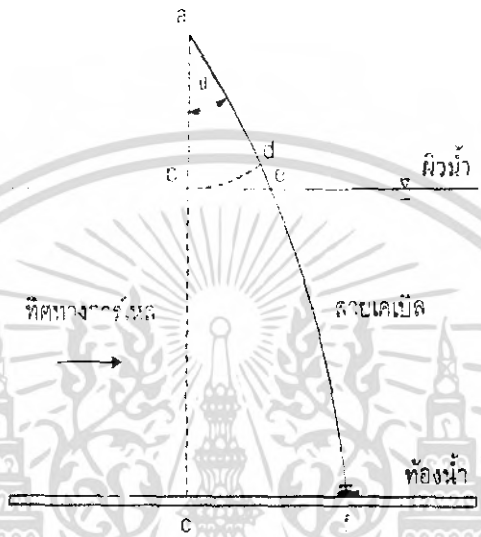
(ข) แบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมาก

รูปที่ 2.11 เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4. การหาความลึกน้ำและจุดวัดความเร็วน้ำจากสายเคเบิล

เมื่อปล่อยเครื่องมือวัดความเร็วจากสายเคเบิล (cable) ลงไปวัดความเร็วน้ำจะพบว่าสายเคเบิลจะมีแนวเอียงเนื่องจากน้ำมีการไหลดังรูปที่ 2.12 ทำให้ความยาวสายเคเบิล af มากกว่าระยะในแนวดิ่ง ac ดังนั้นในการหาความลึกน้ำ bc และจุดวัดความเร็วน้ำจากสายเคเบิลจึงต้องมีการปรับแก้ระยะโดยใช้ค่าปรับแก้ทั้งระยะปรับแก้ในอากาศ ดังตารางที่ 2.2 และระยะปรับแก้ในน้ำดังตารางที่ 2.3 ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมเอียงของสายเคเบิล เทียบกับแนวดิ่ง (θ)



รูปที่ 2.12 การเอียงของสายเคเบิลตามทิศทางการไหล

ตารางที่ 2.2 ระยะปรับแก้ในอากาศ (Air-line correction)

มุม θ (องศา)	ระยะปรับแก้ในอากาศ (%)
4	0.24
6	0.55
8	0.98
10	1.54
12	2.23
14	3.06
16	4.03
18	5.15
20	6.42
22	7.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ระยะปรับแก้ในอากาศ (Air-line correction) (ต่อ)

มุม θ (องศา)	ระยะปรับแก้ในอากาศ (%)
24	9.42
26	11.26
28	13.26
30	15.47

ที่มา : Reginald W.Herschy, [60]

ตารางที่ 2.3 ระยะปรับแก้ในน้ำ (Water-line correction)

มุม θ (องศา)	ระยะปรับแก้ในน้ำ (%)
4	0.06
6	0.16
8	0.32
10	0.50
12	0.72
14	0.98
16	1.23
18	1.64
20	2.04
22	2.48
24	2.96
26	3.50
28	4.08
30	4.72

ที่มา : Reginald W.Herschy, [60]

วิธีการหาความลึกน้ำและจุดวัดความเร็วน้ำ มีดังต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 2.12 ปล่อยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำลงมาสัมผัสกับผิวน้ำวัดระยะในแนวดิ่งได้ ab
2. ปล่อยลงมาสัมผัสท้องน้ำ วัดความยาวสายเคเบิลได้ AF และมุมจากแนวดิ่งได้ θ
3. คำนวณระยะ df = af – ad โดยที่ระยะ ad = ab ที่วัดมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากตารางที่ 2.2 รู้มุม θ หาระยะปรับแก้ในอากาศได้เป็นเปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นคำนวณระยะปรับแก้ในอากาศ de = ระยะปรับแก้ในอากาศเป็นเปอร์เซ็นต์คูณด้วยระยะ ab
5. คำนวณความยาวสายเคเบิลในน้ำ $ef = df - de$
6. จากตารางที่ 2.3 รู้มุม θ หาระยะปรับแก้ในน้ำได้เปอร์เซ็นต์ (%) จากนั้นคำนวณระยะปรับแก้ในน้ำ = ระยะปรับแก้ในน้ำเป็นเปอร์เซ็นต์คูณด้วยระยะ ef
7. ความลึกน้ำ BC = ef – ระยะปรับแก้ในน้ำ
8. ถ้าต้องการหาจุดวัดความเร็วน้ำที่ความลึกจากผิวน้ำต่างๆ เช่น 0.2 d, 0.6 d และ 0.8d โดยที่ d คือ ความลึกน้ำ สามารถหาได้เป็นความยาวสายเคเบิลจากผิวน้ำลงไปยังจุดวัดความเร็วน้ำ จากผิวน้ำได้เท่ากับ 0.2, 0.6 และ 0.8 คูณด้วยความยาวสายเคเบิลในน้ำ (ef)

2.3.5. การหาอัตราการไหลในลำน้ำ

อัตราการไหลในลำน้ำ (Stream discharge) คือ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านหน้าตัดลำน้ำใน 1 หน่วยเวลาปกติจะมีหน่วยเป็น cms. หรือ cfs. สามารถแบ่งวิธีการหาอัตราการไหลในลำน้ำได้เป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

2.3.5.1 การหาอัตราการไหลในลำน้ำด้วยวิธีวัดพื้นที่และความเร็วน้ำ (area-velocity method)

1. หลักการในการเลือกหน้าตัดที่เหมาะสม มีดังนี้

- หน้าตัดแม่น้ำลำธารที่เหมาะสมควรเป็นหน้าตัดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดตามฤดูกาลต่างๆ
- ควรเป็นหน้าตัดที่สามารถเข้าไปสำรวจได้ตลอดปี
- ควรเป็นหน้าตัดที่แม่น้ำอยู่ในแนวตรงและมีเสถียรภาพ
- เป็นหน้าตัดที่ไม่มีผลของการไหลย้อนกลับจากทางด้านท้ายน้ำ

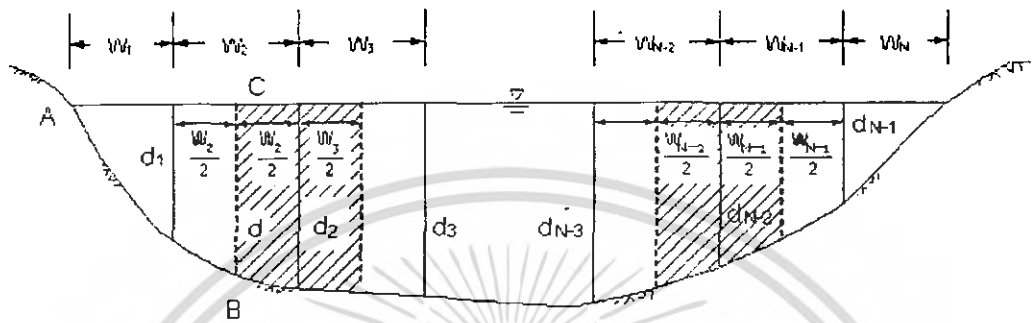
2. แนวทางในการกำหนดหน้าตัดย่อย มีดังต่อไปนี้

- ความกว้างของหน้าตัดย่อยไม่ควรมากกว่า 1/15 ถึง 1/20 ของความกว้างแม่น้ำ
- อัตราการไหลผ่านแต่ละพื้นที่หน้าตัดย่อยควรจะน้อยกว่า 10 % ของอัตราการไหลทั้งหมด
- ความแตกต่างของความเร็วน้ำระหว่างหน้าตัดย่อยที่อยู่ติดกันไม่ควรเกินกว่า 20 %

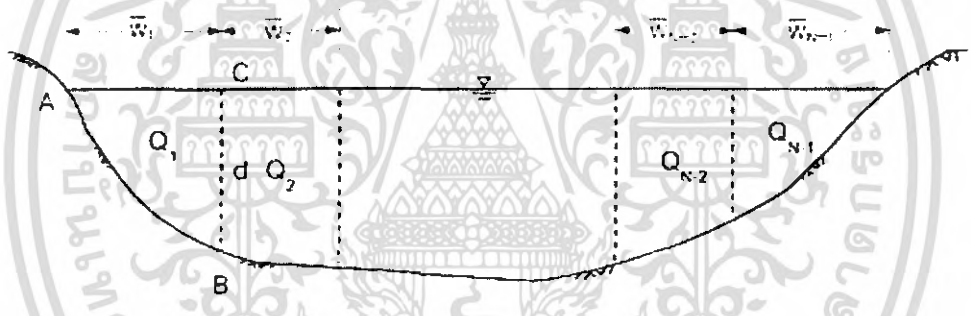
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การหาอัตราการไหล

การหาอัตราการไหลจะใช้สมการการไหลต่อเนื่อง (continuity equation) โดยหาอัตราการไหลในแต่ละหน้าตัดย่อย แล้วนำมารวมกันจะได้อัตราการไหลทั้งหมดที่ไหลผ่านหน้าตัดแม่น้ำลำธารที่ตรวจวัด ซึ่งมีวิธีการหาอัตราการไหลโดยพิจารณารูปที่ 2.13



(ก) แนว d_1 , d_2 , ..., d_{n-1} ที่มีการหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ



(ข) อัตราการไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดย่อย

รูปที่ 2.13 การหาอัตราการไหลด้วยวิธีวัดพื้นที่และความเร็วน้ำ

จากรูปที่ 2.13 (ก) เมื่อแบ่งความกว้างของลำน้ำออกเป็นความกว้างย่อยจำนวน N ส่วน ที่มีความกว้างย่อยแต่ละส่วนคือ W_i โดยที่ i = 1 , 2 , 3 ,..., N และเนื่องจากอัตราการไหลผ่านหน้าตัดลำน้ำสามารถหาได้จากผลรวมของอัตราการไหลผ่านหน้าตัดย่อยที่แบ่งหน้าตัดย่อยที่ระยะครึ่งหนึ่งของแต่ละความกว้างย่อย ยกเว้นที่ความกว้างที่อยู่ติดกับริมตลิ่งทั้ง 2 ฝั่ง จะใช้ความกว้างเต็มเป็น W_1 และ W_N ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดรวมจึงสามารถแบ่งพื้นที่หน้าตัดย่อยได้เป็นจำนวน N – 1 หน้าตัด ดังรูปที่ 2.13 (ข) เพราะฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหลรวม $Q = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i$

โดยที่ Q_i คือ อัตราการไหลที่หน้าตัดย่อย ที่ i ซึ่งหาได้มาจาก อัตราการไหลที่หน้าตัดย่อย $Q_i = A_i \overline{V_i}$

โดยที่ A_i คือ พื้นที่หน้าตัดย่อยที่ i

และ $\overline{V_i}$ คือ ความเร็วเฉลี่ยผ่านพื้นที่หน้าตัดย่อยที่ i เป็นความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากผลการวัดความเร็วจากเครื่องมือวัดความเร็วน้ำดัง ตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สมการการหาความเร็วเฉลี่ย $\overline{V_i}$

ความลึกน้ำ (m)	จำนวนจุด	ความลึกจุดวัดจากผิวน้ำ (m)	ความเร็วเฉลี่ย ($\overline{V_i}$)
น้อยกว่า 0.6	1	$0.6d_i$	$\overline{V_i} = V_{0.6}$
0.6 ถึง 3.05	2	$0.2d_i$ และ $0.8d_i$	$\overline{V_i} = \frac{1}{2}(V_{0.2} + V_{0.8})$
3.05 ถึง 6.1	3	$0.2d_i$, $0.6d_i$ และ $0.8d_i$	$\overline{V_i} = \frac{1}{4}(V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$
มากกว่า 6.1	5	S, $0.2d_i$, $0.6d_i$, $0.8d_i$ และB	$\overline{V_i} = \frac{1}{10}(V_S + 3V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8} + V_B)$

หมายเหตุ V_S คือ ความเร็วที่ความลึก จากผิวน้ำ

และ V_B คือ ความเร็วที่ระยะ เหนือท้องน้ำ

พื้นที่หน้าตัดย่อยที่ i = 2, 3, 4, N-2 หาได้จากสมการพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูดังนี้

$A_i = \frac{1}{2}(w_i + w_{i+1})d_i$ โดยที่ i = 2, 3, 4, N-2

พื้นที่หน้าตัดย่อยที่อยู่ติดกับริมตลิ่งทั้ง 2 ฝั่ง คือ และ หาได้จากสมการพื้นที่สมการพื้นที่สามเหลี่ยมดังนี้

$A_1 = \overline{W_1} d_1$

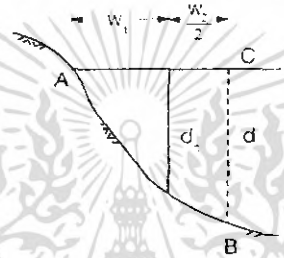
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $A_{N-1} = \overline{W_{N-1}} d_{N-1}$

โดยที่ $\overline{W_1} = \dfrac{(W_1 + W_2/2)^2}{2W_1}$ (1)

และ $\overline{W_{N-1}} = \dfrac{(W_1 + W_2/2)^3}{2W_N}$.(2)

สมการที่ 1 สามารถพิสูจน์ได้โดยพิจารณาจากการขยายหน้าตัดย่อยที่ 1 ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ขยายหน้าตัดย่อยที่ 1

จากรูปที่ 2.14 พิจารณาสามเหลี่ยมคล้ายได้

อัตราส่วน $\dfrac{W_1}{d_1} = \dfrac{W_1 + W_2/2}{d}$

$$d = \left[\frac{W_1 + W_2/2}{W_1}\right] d_1 \quad (3)$$

พื้นที่หน้าตัดย่อย $A_1 = \dfrac{1}{2}(W_1 + W_2/2)d$ (4)

แทนค่า d จากสมการที่ (3) ในสมการที่ (4) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่หน้าตัดย่อย $A_1 = \frac{1}{2}(W_1 + W_2/2)\left[\frac{W_1 + W_2/2}{W_1}\right]d_1$

$$= \frac{(W_1 + W_2/2)^2}{2W_1} d_1$$

$$= \overline{W_1} d_1$$

แสดงว่า $\overline{W_1} = \frac{(W_1 + W_2/2)^2}{2W_1}$ ดังสมการ (1)

ในทำนองเดียวกันที่ริมตลิ่งอีกฝั่ง (สมการที่ 1) ก็พิสูจน์ได้ในลักษณะเดียวกัน

2.3.6. คุณภาพของน้ำ

แหล่งน้ำนอกจากจะเป็นประโยชน์ทั้งโดยตรง และทางอ้อมแล้วยังเป็นที่ระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไป ดังนั้นการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำจึงมีความจำเป็น เพื่อหาว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำนั้นส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่ใช้แหล่งน้ำอย่างไร

ดังนั้นคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงได้กำหนดมาตรฐานของคุณภาพไว้เพื่อเป็นดรรชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical Quality) เป็นลักษณะที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสต่างๆ เช่น สี, อุณหภูมิ, สารแขวนลอย, ความขุ่น, กลิ่น เป็นต้น
- คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Quality) ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำปริมาณออกซิเจนที่ถูกย่อยสลายโดยสารอินทรีย์ ค่าพีเอช ความกระด้าง คลอรีนอิสระ เป็นต้น
- คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological Quality) เกิดจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำบางอย่างเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในมนุษย์ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.1. คุณภาพน้ำที่สำคัญ

- **คุณภาพน้ำทางกายภาพ**

ค่าพีเอช (pH) ความเป็นกรด – ด่างของน้ำ เกิดจากประจุบวกของ Ca^{+2}, Ma^{+2} และ K^{+2} จะเข้าไปสะเทินกับ H^{+} ในสารละลายในดิน ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลให้ค่า pH ของน้ำที่ไหลผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

ค่า pH ในช่วงที่เป็นกลางประมาณ 6-9 เป็นช่วงที่ปลาและสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้อย่างสบาย ค่า pH สูงหรือต่ำเกินไปทำให้ปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งหลายเกิดความเครียด บางครั้งอาจถึงขั้นทำให้ปลาตายได้ทันที ถึงแม้การเปลี่ยนแปลงไม่มากนักก็อาจมีผลต่อสิ่งมีชีวิตได้ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่เป็นอาหารของปลาที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงนี้มากกว่าปลา ยกตัวอย่างเช่น Daphnia magna และ Gammarus ไม่สามารถขยายพันธ์ได้ในน้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่า 6 น้ำที่มีค่า pH มากกว่า 8.5 อาจทำให้ปลาวางไข่น้อยลง ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า pH ลดลง 1.5 ก็อาจทำให้สารประกอบไซยาไนด์เพิ่มขึ้นเป็นพันเท่า (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2536 : 18) นอกจากนั้น ค่า pH ที่ต่ำเกินไปยังส่งผลเสียต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา

โดยปกติแล้วค่า pH ของแหล่งน้ำธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 5.0 – 9.0 และแหล่งน้ำส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 7.0 (วราพร สุรวดี. 2530: 58)

อุณหภูมิของน้ำ โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศที่อยู่เหนือน้ำ การถ่ายเทความร้อนจากแสงแดด, ฤดูกาล, ระดับความสูง, ลมและการระเหย ในแม่น้ำที่มีร่มเงาของต้นไม้มาก น้ำจะมีอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น เป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช (เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต.2528 : 39) อุณหภูมิของน้ำจะผันแปรอยู่ในช่วง 28 – 32 องศาเซลเซียส (ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2528: 18)

อุณหภูมิของน้ำ ในแม่น้ำปกติแล้วไม่เป็นปัญหากับสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นหรือลงมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น น้ำจากการหล่อเย็น ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเกินปกติ และจะทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย เนื่องจากการที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการอิ่มตัวของออกซิเจนลดลง ปฏิกิริยาของพวกจุลินทรีย์ก็จะมีมากขึ้นด้วยทำให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์.2536 : 85) นอกจากนั้นอาจจะทำให้สารพิษเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารพิษเหล่านั้นละลายได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีของน้ำ สีของน้ำมีสองประเภทคือ

- สีที่แท้จริง (True color) ซึ่งเป็นสีของน้ำที่เกิดจากการย่อยสลายของพืชหรืออนุภาคคอลลอยด์ต่างๆ
- สีที่ปรากฏ (Apparent color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือไม่ก็อาจเกิดจากการสะท้อนของท้องฟ้า

สีของน้ำธรรมชาติมักเป็นสีเหลืองน้ำตาลชา เกิดจากการเน่าของพืช ซึ่งมีสารลิกนิน (Lignin) เป็นส่วนประกอบ เมื่อสลายตัวจะให้สารแมนนิน (Manin) กรดฮิวมิค (Humic Acid) และสารฮิวเมต (Humates) ซึ่งให้สีเหลืองชา นอกจากนั้นสีของน้ำยังเกิดจากไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก แมงกานีส และเกิดจากการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรม (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์.2540: 2) หรืออาจจะเกิดจาก algae มาก ๆ ในบ่อ หรือลำคลองก็จะเป็นสาเหตุให้น้ำมีสีเขียวได้

กลิ่น (Odors) เกิดจากการละลายของสารบางชนิดในน้ำ หรืออาจเกิดจากก๊าซบางชนิด เช่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H^2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้อากาศหรือ กลิ่นอื่น จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น (อาวีระ ภัคมาตร์.2540: 7)

สารแขวนลอย (Suspended) สารแขวนลอย หมายถึง สารที่ไม่ละลายน้ำ อยู่ในรูปของแข็งมักทำให้น้ำมีสีและมีความขุ่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีสารแขวนลอยอยู่มาก

ความขุ่น (Turbidity) น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปแล้วมักจะมีความขุ่นเสมอ เนื่องจากสารแขวนลอยที่ถูกพัดพามาจากบริเวณต้นน้ำหรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ความขุ่นของน้ำทำให้การละลายของออกซิเจนลดลง เนื่องจากน้ำด้านบนจะดูดซับความร้อนได้มากทำให้ออกซิเจนละลายได้น้อยลง น้ำที่ใสจะมีค่าความขุ่นไม่เกิน 25 เอ็นทียู น้ำขุ่นปานกลางจะมีค่าความขุ่น 25-100 เอ็นทียู ส่วนน้ำที่ขุ่นมากจะมีค่าความขุ่นเกิน 100 เอ็นทียู (Willayghby. 1976: 109)

- **คุณภาพน้ำทางเคมี**

ความกระด้าง (Hardness) ความกระด้างของน้ำเกิดจากผลรวมของอิออนประจุบวกที่มีวาเลนต์เท่ากับ 2 ทั้งหมด เช่น Ca^{+2}, Ma^{+2} และ Fe^{+2} เป็นต้น หน่วยความเข้มข้นนิยมวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (มก./ล) ในเทอมของหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต $CaCO_3$) ความกระด้างแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมแก้ไขได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต้ม ความกระด้างถาวรเกิดจากเกลือคลอไรด์ ซัลแฟตแมกนีเซียมและซัลเฟตของแคลเซียมไม่สามารถปรับปรุงได้ด้วยวิธีการต้ม ต้องปรับปรุงโดยวิธีการที่ซับซ้อนเราสามารถจัดลำดับความกระด้างดังนี้ (ณรงค์ วุทธเสถียร.2540)

ความกระด้าง พีพีเอ็ม $CaCO_3$	สภาพน้ำ
0 – 50	น้ำอ่อน
50 – 100	ค่อนข้างอ่อน
100 – 150	กระด้างเล็กน้อย
150 – 250	ค่อนข้างกระด้าง
250 – 350	กระด้าง
มากกว่า 350	กระด้างมาก

ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นองค์ประกอบของน้ำที่เป็นปัจจัยจำกัดของสิ่งมีชีวิต ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึ่งได้สรุปผลการศึกษาไว้ดังนี้ (บุญยืน จิรพงษ์.2536: 72-73)

- Oxygen ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำได้ดี กว่าในน้ำอุ่นหรือน้ำร้อน ปลาชอบอาศัยอยู่ในน้ำอุ่นมากกว่าน้ำเย็น เพราะกลไกในการทำหน้าที่ของร่างกายจะ Active ดีกว่า ในสภาพที่มีปริมาณ Oxygen ไม่เพียงพอ
- สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำต้องการออกซิเจน Oxygen มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับปลา
- การย่อยสลายผุพังของอินทรียวัตถุที่ก้นท้องน้ำที่เนื่องมาจาก Bacteria และจุลชีพอื่น ๆ ทำให้ประมาณ Carbon dioxide เพิ่มขึ้น pH ของน้ำจึงลดลงอย่างรวดเร็ว
- Oxygen จะสามารถละลายเพิ่มลงไปในน้ำได้มากขึ้นถ้ามีลมและคลื่น เพราะทำให้มีการเคลื่อนที่หมุนเวียนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจาก Phytoplankton ที่สังเคราะห์อาหารจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจน
- Oxygen ที่ละลายปนอยู่ในแม่น้ำลำธารส่วนใหญ่ได้มาจากอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นเกาะแก่งหรือน้ำตกตามหน้าผา อากาศจะสามารถเติมลงไปในน้ำได้มากขึ้น
- ปริมาณ Oxygen ที่ละลายปนอยู่ในแม่น้ำลำธารและทะเลสาบที่ยังไม่มีผลิตผลอื่นๆ เจือปนลงอันเนื่องมาจากมนุษย์ โดยทั่วไปในปริมาณ 8 – 10 ppm จะเป็นการเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2530 : 18) ได้รายงานว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนมีดังนี้คือ

1. ความเข้มข้นของออกซิเจน ออกซิเจนจะมีความเข้มข้นมากบริเวณผิวน้ำ ยิ่งลึกความเข้มข้นของออกซิเจนก็ยิ่งลดลง เนื่องจากออกซิเจนละลายในน้ำได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
2. อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่อการละลายของออกซิเจน ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีออกซิเจนมากกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูงในน้ำที่มีอุณหภูมิ 20°C จะมีออกซิเจนประมาณ 8 มิลลิกรัม/ลิตร
3. การไหลของน้ำ น้ำที่ไหลเร็วจะมีการม้วนตัวของน้ำอยู่ตลอดเวลา เป็นผลทำให้การแพร่กระจายออกซิเจนในน้ำมีอย่างทั่วถึง นั่นคือออกซิเจนจะละลายอยู่ในน้ำที่มีการเคลื่อนไหวได้รวดเร็วมากกว่าน้ำที่นิ่งหรือไหลได้ช้ากว่า
4. ปริมาณของพืชน้ำ พืชน้ำที่สำคัญคือสาหร่าย เนื่องจากสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วและมีวงจรชีวิตสั้น สาหร่ายจะช่วยเพิ่มออกซิเจนโดยการสังเคราะห์แสง ถ้ามีสาหร่ายมากทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ได้เพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยอินทรีย์สารเคมีของแบคทีเรีย

นอกจากนั้น ยังมีอีกหลายสาเหตุที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจน เช่น คลอไรด์ โดยคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้ลดลง ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนจะลดลง 5% ต่อทุก ๆ 5,000 มิลลิกรัมของคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์.2536 : 44)

BOD (Biochemical Oxygen Demand) ความต้องการออกซิเจนเชิงชีวเคมีเป็นการวัดการแบกรับภาระสารอินทรีย์ของแหล่งน้ำนั้นโดยจะถูกคำนวณเป็นผลต่างระหว่างระดับออกซิเจนของน้ำที่ทดสอบโดยตรง ภายหลังการสุ่มตัวอย่างและภายหลังการบริโภคโดยอินทรีย์ที่มีชีวิตขนาดเล็กในน้ำเป็นเวลา 5 วัน ที่ 20 องศาเซลเซียส ค่าที่วัดได้นี้เรียกว่า ความต้องการออกซิเจนเชิงชีวเคมี หรือ Biochemical Oxygen Demand หรือย่อว่า BOD เนื่องจากมีการเก็บสารตัวอย่างไว้ 2 วันและ 5 วัน ดังนั้นจึงเขียนตัวเลขกำกับท้ายไว้เป็น BOD_2 หรือ BOD_5 เพื่อบอกให้ทราบว่าได้เก็บตัวอย่างไว้ 2 วันและ 5 วัน ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ BOD จึงมีสูตร

$$BOD_5 = D_i - D_f$$

เมื่อ BOD_5 เป็นปริมาณการบริโภคออกซิเจนเชิงชีวเคมีเป็นเวลา 5 วัน

D_i เป็นออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการอบภายหลังสุ่มตัวอย่าง (mg O/l)

D_F เป็นออกซิเจนที่ละลายหลังการอบเป็นเวลา 5 วัน (mg O/l)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหมายความว่าการหาค่า BOD คือ การดำเนินการหาค่า DO ในบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำทันทีแล้วนำตัวอย่างที่เหลือไปแช่ไว้ในอุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ที่ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำออกมาวัดค่า DO ได้เท่าไหร่จึงนำไปแทนค่าในสูตรข้างต้นก็จะได้ค่า BOD

แต่การทดลอง BOD นั้นมีความยุ่งยากกว่าที่คิด ถ้าค่า BOD น้อยกว่า 0.2mg/l ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ จึงได้มีการเติมของเหลวเพิ่มขึ้น ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรกเรียกว่าน้ำจืดจาง (Dilution water, DW) และชนิดที่สอง เรียกว่า ของเหลวต้นกำเนิด (Seed liquid, SL) ด้วยเหตุนี้สูตรของ BOD จึงแตกต่างจากสมการข้างบนโดยน้ำเจือจางนั้น ถือเป็นของเหลวเชิงสังเคราะห์เพื่อให้มีส่วนประกอบคล้ายสารตัวอย่าง เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถใช้สารอาหารในการดำรงชีวิต น้ำเจือจางจะต้องมีออกซิเจนอิ่มตัวด้วยการพ่นอากาศที่ถูกทำให้บริสุทธิ์ และพร้อมกับไม่ให้จุลินทรีย์ใดๆ จนกว่าจะมีการเติมของเหลวต้นกำเนิดหรือสารตัวอย่างลงไป ส่วนของเหลวต้นกำเนิดนั้น นำมาใช้เพราะสารตัวอย่างบางแห่งอาจจะไม่มีจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนหรือจำนวนประชากรจุลินทรีย์มีน้อย แต่อาจจะมีการแบกรับสารอินทรีย์ไว้มากก็อาจทำให้การทดลองผิดพลาดได้ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีของเหลวที่ 3 ที่เรียกว่า น้ำเจือจางเติมด้วยของเหลวต้นกำเนิด (Seed dilution water, SDW) เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นว่ามีกิจกรรมตามปกติของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นเมื่อเติมสารตัวอย่างลงไปก็จะสามารถหาค่า BOD ได้ทั้งที่ลำพังสารตัวอย่างเพียงพออย่างเดียวอาจจะไม่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ตามปกติก็ได้

ไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen) ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมากเพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์ สารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ฉะนั้นสารประกอบไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งจำกัดอย่างหนึ่งถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ไนโตรเจนอาจดำรงอยู่ในน้ำได้ 4 แบบคือ

1. ไนโตรเจนอินทรีย์ (Organic Nitrogen) เป็นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของโปรตีน กรดอะมิโน และยูเรีย
2. แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen) เป็นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนีย เช่น $(NH_4)_2CO_3$, $(NH_4)SO_4$ หรือแอมโมเนียอิสระ (NH_3)
3. ไนไตรต์ไนโตรเจน (Nitrite Nitrogen) เป็นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของ NO ซึ่งไม่ค่อยเสถียร
4. ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate Nitrogen, NO^3) เป็นผลิตผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นขั้นสุดท้ายของไนโตรเจน ออกซิเดชันโดยแบคทีเรียเปลี่ยน ไนโตรเจนอินทรีย์เป็นแอมโนเนียไนโตรเจนต่อไปเป็นไนไตรต์ไนโตรเจน ที่สุดเป็นไนเตรทไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ammonia nitrogen + O_2 ⟶ Ammonia nitrogen

Ammonia nitrogen + O_2 ⟶ Nitrite nitrogen

Nitrite nitrogen + O_2 ⟶ Nitrate nitrogen

น้ำเป็นธรรมชาติที่มีปริมาณไนโตรเจนอินทรีย์ และแอมโมเนียไนโตรเจนที่สูงมาก แต่มีไนโตรเจนและไนเตรทในปริมาณน้อย จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี และไม่ปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค เพราะว่าน้ำนั้นได้เกิดมลพิษมาก่อนแล้ว แต่ถ้าน้ำนั้นมีไนเตรทไนโตรเจนเพียงเล็กน้อย และไม่มีไนโตรเจนกับแอมโมเนียไนโตรเจนเลย จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี(พิมล เรียนวัฒนาและ ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์,: 2539)

คลอไรด์ (Chlorides) ในน้ำธรรมชาติมีสารคลอไรด์ผสมอยู่ด้วยเสมอ เนื่องจากสารคลอไรด์มาจากดิน หรือหินต่าง ๆ ซึ่งน้ำได้ไหลผ่าน หรือจากบริเวณชายฝั่งทะเลทั่ว ๆ ไป เนื่องจากน้ำทะเลได้ซึมเข้าสู่แผ่นดินหรือจากน้ำเสียที่มาจากบ้านเรือนต่าง ๆ โรงงานอุตสาหกรรม และจากการเกษตรทั่วไป

ค่าความเข้มของคลอไรด์จริงแล้วถ้ามีไม่มากจนเกินไปแล้ว ก็ไม่มีอันตรายเพียงแต่ทำให้น้ำมีรสชาติเค็มเท่านั้นอย่างเช่นในน้ำประปาไม่ควรมีคลอไรด์เกินกว่า 250 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกรียงไกร อุตมสินโรจน์.2536 : 97)

โลหะหนัก (Heavy Metals) สารเหล่านี้ได้แก่ นิกเกิล (Ni), แมงกานีส (Mn), โครเมียม (Cr), สังกะสี (Zn), ปรอท (Hg), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe), ตะกั่ว (Pb) ฯลฯ จะพบได้ทั่วไปในน้ำที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ธาตุบางชนิดก็เป็นธาตุจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งถ้าขาดธาตุเหล่านี้ก็อาจทำให้แบคทีเรียบางชนิดไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร น้ำทิ้งที่มาจากครัวเรือนก็อาจมีสารเหล่านี้ปนมาด้วยก็ได้ เช่น ร้านซ่อมรถ ร้านชุบโลหะ หรือกระทั่งน้ำเสียจากสถานพยาบาล แต่ถ้ามีธาตุเหล่านี้มากเกินไปในน้ำก็เป็นพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตได้ เช่น

ตะกั่ว (Lead) ตะกั่วมีพิษร้ายแรงต่อมนุษย์และสัตว์ สามารถเข้าไปสู่ร่างกายมนุษย์ได้หลายทาง เช่น การหายใจ และทางผิวหนัง พิษจากตะกั่วทำให้ร่างกายมีการผิดปกติต่าง ๆ เช่น คลื่นไส้อาเจียน มีอาการทางประสาทและกล้ามเนื้อ นอนไม่หลับ ถ้ามีมากเกินไปอาจทำให้ถึงชักตายได้ ร่างกายสามารถขับตะกั่วออกมาได้เล็กน้อย ในส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ในร่างกาย สารตะกั่วส่วนใหญ่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานหล่อโลหะ โรงงานทำแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครเมียม (Chromium) โครเมียมอยู่ในน้ำมีสองรูป Cr^{+6} และ Cr^{+3} โดยที่ Cr^{+6} มีพิษมากกว่าและพบได้มากกว่า ส่วน Cr^{+3} จะพบได้น้อยมาก อุตสาหกรรมหลายอย่างมีการใช้โครเมียมในรูปโลหะและสารประกอบ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมชุบโลหะ

ทองแดงและสังกะสี (Copper and Zinc) เป็นโลหะหนักที่ไม่มีพิษต่อร่างกาย ถ้ามีปริมาณมากเกิน ร่างกายจะขับออกมาเองโดยไม่มีการสะสมเหมือนสารตะกั่ว

แคดเมียม (Cadmium) มีพิษร้ายแรง การบริโภคแคดเมียมเข้าไปจะทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติต่างๆ เช่น คลื่นเหียน อาเจียน ท้องร่วงและอาจถึงแก่ชีวิตได้ แคดเมียมอาจไปสะสมอยู่ในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายต่างได้ เช่น ตับ ไต และ ตับอ่อนซึ่งอาจเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง นอกจากน้ำที่มีปริมาณแคดเมียมเพียง 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถก่อให้เกิดมลพิษกับปลา แคดเมียมสามารถพบได้ในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมประเภทโลหะผสม ชุบโลหะ เซรามิค และอุตสาหกรรมการถ่ายรูป

แมงกานีส (Manganese) แมงกานีสส่วนใหญ่พบได้ในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดิน ในผิวดินจะพบอยู่ในรูปของ MnO_2 ทั้งนี้เนื่องจากน้ำผิวดินมีปริมาณออกซิเจนอยู่มากทำให้เกิดการตกผลึกของแมงกานีสลงไปนอนที่ก้นคลอง หากเกิดการหมักแบบไร้ออกซิเจน แมงกานีสก็จะสามารถละลายใหม่ได้ ในน้ำที่มีแมงกานีสอยู่มากจะเกิดออกซิไดส์ให้อยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำ ทำให้ขุ่นไม่น่าใช้ ทำให้เกิดความกระด้าง และทำให้เครื่องสุขภัณฑ์สกปรก

เหล็ก (Iron) ในน้ำธรรมชาติมักจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่ทำให้เกิดปัญหาแก่ผู้ใช้น้ำประปา เช่น ทำให้น้ำขุ่น เป็นสนิม มีกลิ่น โดยทั่วไปแล้วพบเหล็กน้ำใต้ดินมากกว่าน้ำผิวดิน โดยเหล็กที่อยู่ในน้ำผิวดินอยู่ในรูปของสารละลายเหล็กฟอสฟอรัส เช่น ฟอรัสไปคาร์บอเนต $(Fe(HCO_3)_2)$ ฟอรัสซัลเฟต $(FeSO_4)$ ถ้านำน้ำเหล่านี้ขึ้นมาจะพบว่าน้ำมีสีใสในช่วงแรกแต่เมื่อถูกอากาศออกซิไดส์แล้วจะกลายเป็นเหล็กฟอริค (Fe^{+3}) ซึ่งไม่ละลายน้ำ เช่น ฟอริคไฮดรอกไซด์ $(Fe(OH)_3)$ เป็นต้น

น้ำดื่มควรมีเหล็กไม่เกิน 0.3 มิลลิลิตร ถึงแม้ว่าจะไม่มีพิษต่อร่างกายแต่ถ้าปริมาณมากเกินไป ร่างกายจะขับออกมาไม่หมดทำให้เหลือเวลาสะสมไว้ในตับ ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับตับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **คุณภาพน้ำทางชีวภาพ**

โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water – born diseases)

โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อแพร่ระบาดโดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางสำคัญนั้นอาจจะทำให้ประชาชนเกิดอาการป่วยอย่างรุนแรงจนกระทั่งถึงความตายได้ โรคบางชนิดนี้บางทีหมายถึงโรคทางเดินอาหารซึ่งมีอาการป่วยโดยทั่วไปคือ ท้องเดิน มีไข้ อาเจียน และโรคดังกล่าวนี้ยังสามารถแบ่งสาเหตุบางตัวทีทำให้เกิดโรคได้ดังต่อไปนี้

1. สาเหตุจากแบคทีเรีย (Bacteria Infection) ได้แก่

- โรคไข้รากสาด (Typhoid Fever)
- โรคไข้รากสาดเทียม (Paratyphoid Fever)
- โรคบิดชนิดแบซิสลารี่ (Bacillary Dysentery)
- โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบมีเชื้อ (Gastroenteritis)
- โรคอหิวาตกโรค (Cholera)

2. สาเหตุเนื่องมาจากโปรตัวซัว (Protozoa Infection)

- โรคบิดชนิดอมีบิส

3. สาเหตุเนื่องจากไวรัส (Visus Infection)

- โรคตับอักเสบเกิดจากเชื้อไวรัส (Infection Hepatitis)

4. สาเหตุเกิดจากสารเคมีเป็นพิษ (Chemical Poison)

- สารอาร์เซนิค (Arsenic Poisoning)
- สารตะกั่ว (Lead Poisoning)
- สารฟลูออไรด์ (Fluoride Poisoning)
- สารสังกะสี (Zinc Poisoning)
- สารซิลิเนียม (Selenium Poisoning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารปรอท (Mercury Poisoning)

5. สาเหตุเกิดจากพวกพยาธิ (Helminthes Infection)

- โรคพยาธิไส้เดือนกลม (Ascariasis)
- โรคพยาธิใบไม้ในตับ (Opisthorchiasis)
- โรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ (Fasciolipsasis)
- โรคพยาธิแส้ม้า (Trchuriasis)
- โรคที่เกิดจากไฮดาติดของไส้เดือน (Hydatidosis)

2.3.7. คุณภาพน้ำตามธรรมชาติ

เมื่อน้ำมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปตามวัฏจักรของน้ำ และมีการเคลื่อนย้ายไปสู่ที่ต่าง ๆ ย่อมทำให้น้ำตามธรรมชาติมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป โดยทั่วไปสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่มักพบในน้ำตามธรรมชาติแสดงไว้ในตารางที่ 2.5 และสิ่งเจือปนเหล่านี้อาจส่งผลกระทบในด้านต่าง ๆ ต่อคุณภาพน้ำ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 สิ่งเจือปนที่สำคัญ ๆ ทางเคมีและชีววิทยาที่พบในน้ำ

ที่มา	สิ่งเจือปน				
	ในรูปของประจุที่ละลายอยู่		คอลลอยด์	แขวนลอยอยู่	ก๊าซ
	ประจุบวก	ประจุลบ			
การสัมผัสของน้ำกับแร่ธาตุ ดิน และหินต่าง ๆ	Ca^{+2} Fe^{+2} Mg^{+2} Mn^{+2} K^{+} Na^{+} Zn^{+2}	HCO_3^{-} CO_3^{-2} Cl^{-} F^{-} NO_3^{-} PO_4^{-3} OH^{-} $H_2BO_3^{-}$ H_2SiO_4 SO_4^{-2}	ดินเหนียว SiO_2 Fe_2O_2 Al_2O_2 MnO_2	ดินเหนียว, ดินตะกอน, ดินทรายและอินทรีย์สารอื่น ๆ ในดิน	CO_2
บรรยากาศ , ฝน	H^{+}	HCO_3 Cl^{-} SO_4^{-2}		ฝุ่น , ละอองเกสร	CO_2 N_2 O_2 SO_2
การย่อยสลายของสารอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม	NH_4^{+} H^{+} Na^{+}	Cl^{-} HCO_3^{-} OH^{-} NO_2^{-} NO_3^{-} HS^{-} อนุมูลอินทรีย์สาร	สีที่ทำมาจากพืช ,ของเสียประเภทอินทรีย์สาร	อุจจาระ (organic soil หรือ topsoil) , ของเสียที่เป็นสารอินทรีย์	NH_2 CO_2 H_2S H_2 CH_2 N_2 O_2
สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม			แบคทีเรีย , สาหร่าย, ไวรัส ฯลฯ	สาหร่าย , ไดอะตอม , สัตว์เล็ก ๆ , ปลา ฯลฯ	NH_2 CO_2 CH_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 สิ่งเจือปนที่สำคัญๆ ทางเคมีและชีววิทยาที่พบในน้ำ (ต่อ)

ที่มา	สิ่งเจือปน				
	ในรูปของประจุที่ละลายอยู่		คอลลอยด์	แขวนลอยอยู่	ก๊าซ
	ประจุบวก	ประจุลบ			
แหล่งจากเทศบาล, โรงงานอุตสาหกรรม, การกสิกรรม และกิจกรรมอื่นๆ ของมนุษย์	ประจุของอินทรีย์สาร รวมทั้งโลหะหนักชนิดต่างๆ	ประจุของสารอินทรีย์สาร, โมเลกุลของอินทรีย์สาร, สี	ของแข็งที่เป็นอนินทรีย์สาร และอินทรีย์สาร ,สารประกอบอินทรีย์พวก chlorinated, แบคทีเรีย, พยาธิ, ไวรัส	ดินเหนียว, ดินตะกอน, ของแข็งชิ้นหยาบๆ และของแข็ง อนินทรีย์อื่นๆ ,สารประกอบอินทรีย์, น้ำมัน, ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการสึกกร่อน ฯลฯ	Cl_2 SO_2

(ที่มา : Tchobanoglous and Shroeder 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสารต่าง ๆ ที่อาจพบในน้ำตามธรรมชาติกับคุณภาพน้ำ

ประเภทสาร	ตัวอย่างที่อาจพบ	ทำให้เกิด
สารแขวนลอย	1. แบคทีเรีย	โรค
	2. สาหร่าย	กลิ่น สี ความขุ่น
	3. ดิน	ความขุ่น
สารละลาย	1. เกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียม	
	-ไบคาร์บอเนต	สภาพด่าง ความกระด้าง
	-คาร์บอเนต	สภาพด่าง ความกระด้าง
	-ซัลเฟต	ความกระด้าง
	-คลอไรด์	ความกระด้าง การกัดกร่อน
	2. เกลือโซเดียมของ	
	-ไบคาร์บอเนต	
	-คาร์บอเนต	สภาพด่าง แก้ความกระด้าง
	-ซัลเฟต	สภาพด่าง แก้ความกระด้าง
	-ฟลูออไรด์	ฟอง
	-คลอไรด์	ฟันผุ
	3. ออกไซด์ของเหล็ก	รส
		รส สีแดง การกัดกร่อนโลหะ
		ความกระด้าง
	4. แมงกานีส	สีดำหรือน้ำตาล
	5. พืช	สี สภาพกรด
	6. ก๊าซ	
	- ออกซิเจน	
	- คาร์บอนไดออกไซด์	การกัดกร่อนโลหะ
	- ไฮโดรเจนซัลไฟด์	การกัดกร่อนโลหะ สภาพกรด
	- ไนโตรเจน	กลิ่นไข่เน่า สภาพกรด
		การกัดกร่อนโลหะ

(ที่มา : กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ)

ตัวอย่างน้ำตามธรรมชาติ เช่น น้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน โดยคุณภาพน้ำเหล่านี้จะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.1. น้ำผิวดิน (Surface Water)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังนี้ (อารี 2538) คือ

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะอยู่ในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ให้ถือแนวเขตามที่กรมเจ้าท่ากำหนดโดยได้แบ่งประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แหล่งน้ำประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

2. แหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- การประมง
- การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

3. แหล่งน้ำประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แหล่งน้ำประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- การอุตสาหกรรม
- แหล่งน้ำประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

น้ำผิวดินได้มาจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลไปสู่ที่ต่ำ เช่น แม่น้ำ ลำธาร และทะเลสาบ ตลอดจน น้ำใต้ดินที่ล้นมาสมทบด้วย การที่น้ำผิวดินไหลนองไปตามที่ต่าง ๆ จึงมีโอกาสรับเอาสารปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ทำให้คุณภาพของน้ำผิวดินมักสัมพันธ์กับลักษณะของแหล่งน้ำและพื้นที่ที่ไหลผ่าน เช่น หากไหลผ่านบริเวณที่มีผู้คนอาศัยอยู่มากก็จะมีส่วนให้แหล่งน้ำสกปรก ถ้าไหลผ่านพื้นที่ที่มีพืชอยู่มากน้ำมักมีสีเข้ม หรือน้ำมักขุ่นมากเมื่อไหลผ่านดิน และหากผ่านบริเวณที่มีการเพาะปลูกมักมีปริมาณแบคทีเรียสูง รวมทั้งสารพิษต่าง ๆ (เช่น โลหะหนัก สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น) และปุ๋ย (เช่น ไนเตรทฟอสเฟต) จะถูกฝนชะล้างออกมาจากพื้นที่เกษตรกรรมได้ด้วย นอกจากนี้น้ำผิวดินอาจมีแร่ธาตุละลายอยู่ตามลักษณะของพื้นที่นั้นด้วย เช่น อาจมีเหล็กในรูปของอินทรีย์สารหรือในรูปคอลลอยด์ อย่างไรก็ตามเมื่อน้ำไหลนองไปบนพื้นดิน จะเกิดการตกตะกอนของเหล็กและแมงกานีสทำให้เหล็กและแมงกานีสที่พบในน้ำผิวดินมีปริมาณน้อย ปริมาณสารแขวนลอยและสารละลายในน้ำผิวดินอาจมีมาก ในพื้นที่ที่น้ำไหลช้าหรือเป็นน้ำนิ่งจะทำให้พืชน้ำและสาหร่ายเจริญเติบโตดี ทำให้สุนทรียภาพของแหล่งน้ำเสียไป และน้ำมีลักษณะเปลี่ยนไปอย่างมากในทางที่ไม่น่าดู เช่น อาจทำให้เกิดปัญหาเรื่อง กลิ่น รส และสีของน้ำได้ เมื่อพิจารณาคุณภาพทางสุขาภิบาลแล้วโดยทั่วไปน้ำผิวดินจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำน้ำประปาโดยปราศจากการทำให้สะอาดก่อน ตัวอย่างลักษณะของน้ำผิวดินแสดงไว้ในตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างลักษณะน้ำผิวดินในประเทศไทย

ลักษณะ	หน่วยความเข้มข้น	แหล่งน้ำ		
		1	2	3
pH		7.75	7.5	7.5
ความขุ่น		5.4	66	49
TDS	NTU	150	83	107
ความกระด้าง	มก../ล.	130	82	93
แคลเซียม	มก./ล.$CaCO_3$	88	48	58
แมกนีเซียม	มก./ล.$CaCO_3$	42	25	29
สภาพด่าง	มก./ล.$CaCO_3$	133	76	74
คลอไรด์	มก./ล.$CaCO_3$	1.4	7	16
เหล็ก	มก./ล.Cl	0.21	1.06	0.92
แมงกานีส	มก./ล.Fe	nil	0.01	0.02
สี	มก./ล.Mn	-	30	8
ซัลเฟต	หน่วยของสี	-		33
	มก./ล.			

หมายเหตุ : แหล่งน้ำที่ 1 แม่น้ำแควน้อย (จากการวิเคราะห์ เมื่อ 8 มกราคม 2526)
แหล่งน้ำที่ 2 แม่น้ำเจ้าพระยาที่บริเวณตำบลสำแลซึ่งเป็นต้นทางของคลองประปา
แหล่งน้ำที่ 3 คลองประปาบริเวณโรงกรองน้ำสามเสน เป็น Na_2SO_4

(ที่มา : มั่นสิน 2537)

น้ำผิวดินมักถูกนำมาใช้ในการชะล้างและพาของเสียที่เป็นของเหลว ของเสียเหล่านี้จะมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพน้ำและทำให้น้ำมีสิ่งเจือปนการระเหยทำให้สารเหล่านี้เข้มข้นขึ้น และส่วนที่เหลือจะไปจมอยู่ที่ก้นแหล่งน้ำนั้น แหล่งน้ำใหญ่ที่รองรับของเสีย คือ มหาสมุทร

น้ำผิวดินที่ถูกขังอยู่นิ่งๆ เป็นเวลานานๆ เช่น ตามอ่างเก็บน้ำและทะเลสาบจะเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ทางกายภาพ เคมี และชีวเคมี ในชั้นน้ำเกิดการตกตะกอนของสารแขวนลอยลงสู่ก้นอ่างเก็บน้ำ อาหารที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในแหล่งน้ำจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียวและจุลินทรีย์ การหมักแบบไร้ออกซิเจนที่ก้นอ่างอาจทำให้เกิดการละลายของเหล็กและแมงกานีสกลับคืนมาสู่น้ำ อีกทั้งการพลิกตัวของน้ำ(Turnover) อันเนื่องมาจากการแบ่งตัวของชั้นน้ำ (stratification) ตามความแตกต่างของอุณหภูมิ ทำให้เกิดการหมุนเวียนจากน้ำชั้นล่างขึ้นมาข้างบนและน้ำชั้นบนจมตัวลงข้างล่าง จึงส่งผลให้เหล็กและแมงกานีสที่สะสมอยู่มากบริเวณก้นอ่างขึ้นมาข้างบนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อสมบัติของน้ำผิวดินมากกว่าน้ำใต้ดิน โดยตามปกติแล้วในฤดูร้อนและฤดูฝนน้ำผิวดินมักมีคุณภาพต่ำ (ที่มา: มั่นสิน 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1. แผนงานการดำเนินการ

ในการทำการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็มลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม จะดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 ใช้เวลาทั้งหมด 32 สัปดาห์ โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

3.1.1. การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ

ในการหาข้อมูลของการศึกษาในโครงการอื่นๆ ศึกษาวิธีการเก็บ และวิธีการทดสอบที่ได้มาตรฐาน ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.2. การติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

เช่น

- ข้อมูลน้ำท่า จากกรมชลประทาน
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- ข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดิน จากกรมควบคุณมลพิษ
- ข้อมูลทางด้านแผนที่ภูมิศาสตร์ จากกรมแผนที่ทหาร

ใช้เวลา 4 สัปดาห์

3.1.3. วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจุดวัดความเร็วน้ำ (หน้างาน)

กำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่าง โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้มาใช้เวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4. การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติมทางด้านกายภาพ (หน้างาน)

การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมทางด้านกายภาพ โดยวิเคราะห์จากแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ใช้เวลา 1 สัปดาห์

3.1.5. การเก็บตัวอย่างน้ำ

มีจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 23 จุด โดยในละจุดนั้นจะมีการเก็บทั้งหมด 3 ตัวอย่างน้ำในตำแหน่งที่ต่างกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบผล ใช้เวลาครั้งละ 1 สัปดาห์และทำการเก็บ 3 รอบ ในเดือนสิงหาคม ตุลาคม มีนาคม

3.1.6. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วก็จะนำมาเก็บบันทึกผลการทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ ใช้เวลา 8 สัปดาห์

3.1.7. การแสดงผลในรูป GIS

ใช้เวลา 6 สัปดาห์โดยรวบรวมจากข้อมูลที่ได้มาและจากข้อมูลที่ได้บันทึกไว้หน้างาน

3.1.8. การจัดทำรูปเล่มรายงาน

นำผลการศึกษาที่ทำทั้งหมด มารวบรวมเพื่อทำเป็นรูปเล่มรายงาน ใช้เวลา 8 สัปดาห์ โดยข้อมูลต่างได้แสดงในตารางที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.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
ศึกษาข้อมูลความจำเป็นในการทำโครงการ																																				
ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขอความอนุเคราะห์ข้อมูล																																				
กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและจุดวัดความเร็ว (หน้างาน)																																				
การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมทางด้านกายภาพและเคมี (หน้างาน)																																				
เก็บตัวอย่างน้ำ																																				
การแสดงผลในรูป GIS																																				
วิเคราะห์ผล																																				
ทำรายงานฉบับโครงร่าง ส่งรายงานฉบับโครงร่าง																																				
การปรับปรุงแก้ไข และเก็บข้อมูลรายงานเพิ่มเติม																																				
ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์																																				

3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการดำเนินการโครงการจะเป็นการดำเนินการขั้นแรกที่จะต้องทำ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำได้ตรงกับขอบเขตที่ต้องการศึกษาได้ โดยข้อมูลที่ต้องทำการศึกษา รวบรวมในขั้นต้นนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลน้ำท่า จากกรมชลประทาน
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- ข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดิน จากกรมควบคุณมลพิษ
- ข้อมูลทางด้านแผนที่ภูมิศาสตร์ จากกรมแผนที่ทหาร

จากข้อมูลที่ได้จะต้องนำมาวิเคราะห์เลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำมาทดสอบ โดยจะต้องเลือกบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินชัดเจน ทั้งด้านเกษตรกรรม และบริเวณที่อยู่อาศัยโดยใช้ข้อมูลที่ได้มา การเลือกตำแหน่งเก็บน้ำจะเป็นการวางแผนในขั้นต้นอย่างคร่าวๆ ซึ่งจะต้องทำการสำรวจพื้นที่จริงก่อนเพื่อให้รู้ตำแหน่งที่แน่นอนและเพื่อความปลอดภัยของผู้ทำโครงการเอง

3.2.2. การสำรวจพื้นที่ และ ตรวจสอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และจุดวัดน้ำ

หลังจากการเตรียมงานด้านข้อมูลเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือทำการสำรวจพื้นที่จริงเพื่อที่จะได้รู้ตำแหน่งจริง สถานที่จริง

ตำแหน่งเก็บน้ำที่ได้ทำการสรุปแน่นอนแล้ว แสดงอยู่ในตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

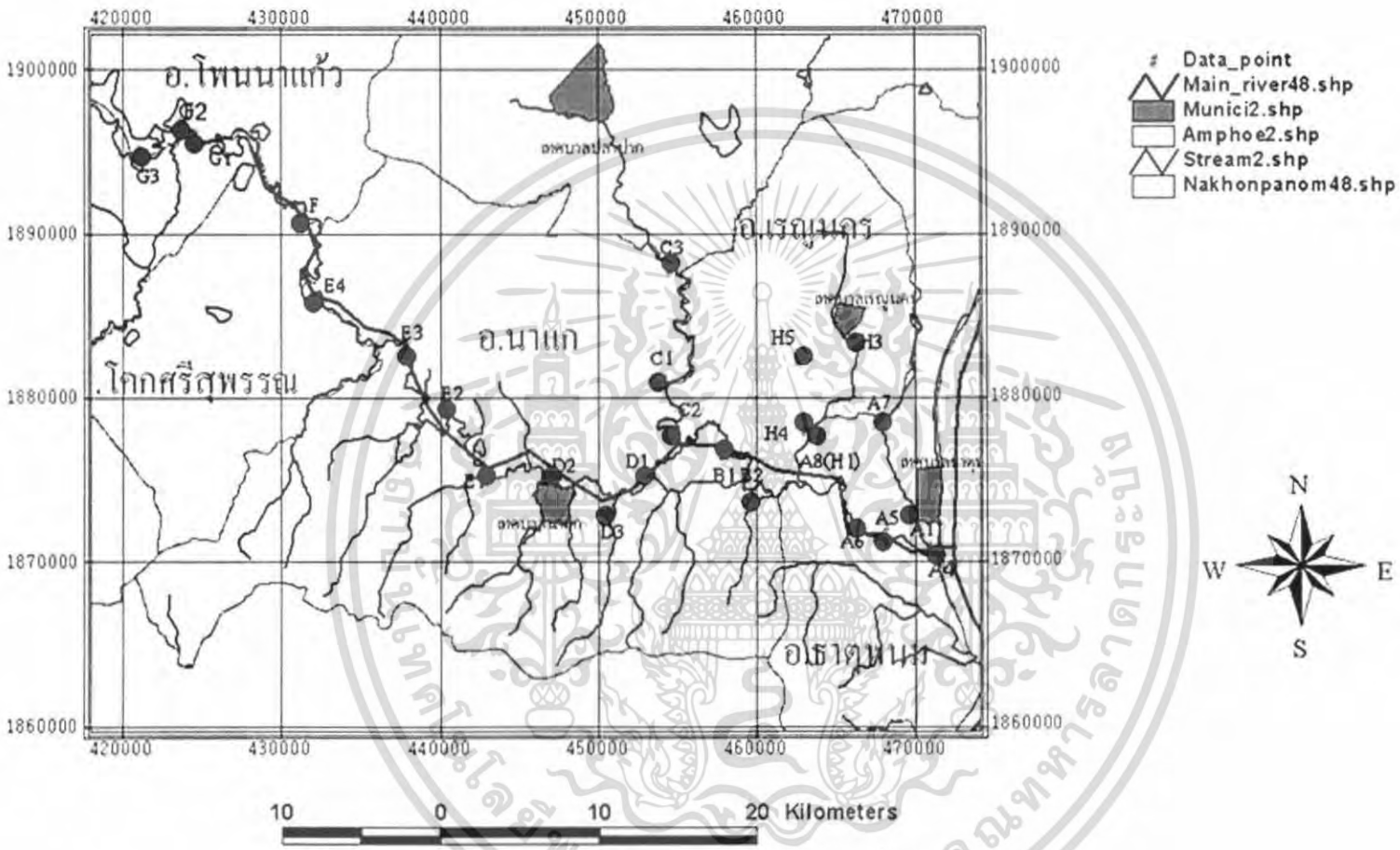
ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

อำเภอ	สัญลักษณ์	จุดเก็บน้ำ/วัดน้ำ	พิกัด	
			x (48 Q)	y (utm)
ธาตุพนม	A1	สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช	0469898	1872780
	A4	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ	0470828	1870792
	A5	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน	0468123	1871738
	A6	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านดงขุนคราม	0466404	1872000
	A7	สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน บ้านหนองกุดแคน	0467775	1878330
	A8(H1)	หนองคุ บ้านเหล่ากกตาล	0464078	1877430
นาแก	B1	สะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ บ้านนางเลิศ	0459564	1873885
	B2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ	0459594	1873892
เรณูนคร	C1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านพระซอง	0454080	1881033
	C2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านแขนนาง	0454748	1877865
	C3	สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านนาบัว	0454604	1887784
นาแก	D1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า	0452444	1874763
	D2	สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านนาแก	0447228	1874939
	D3	สะพานบ้านห้วยยาง อำเภอนาแก	0450438	1872885
กิ่ง อ.วังยาง	E1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง	0442863	1875307
	E2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย	0440417	1879289
	E3	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร	0437726	1883060
	E4	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน	0432269	1885958

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ต่อ)

อำเภอ	สัญลักษณ์	จุดเก็บน้ำ/วัดน้ำ	พิกัด	
			x (48 Q)	y (utm)
อ.โพนนาแก้ว จ.สกลนคร	F	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านด่านม่วงคำ	0431287	1891119
อ.เมือง จ.สกลนคร	G1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง	0424487	1895981
	G2	บึงสูตร	0423598	1896779
	G3	หนองหาน	0420956	1894949
เรณูนคร	H3	สะพานคอนกรีต ขนาด 2 ช่องจราจร บ้านดงมะเอก	0466054	1883252
	H4	สะพานท่อลอด บ้านนางาม	0463046	1877943
	H5	สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านนาโดนเก่า	0462627	1882274

รูปที่ 3.1 เครื่องมือจับพิกัด GIS ยี่ห้อGARMIN รุ่น Etrex



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

3.2.3 หลักการเก็บตัวอย่างน้ำ

จากหลักการเก็บตัวอย่างน้ำนั้น จะทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำว่าจะเก็บที่จุดใด เก็บอย่างไร มีปริมาณเท่าไรในการเก็บแต่ละครั้งและต้องมีความเข้าใจรายละเอียดในการทำงานเป็นอย่างดี และผู้เก็บตัวอย่างน้ำสามารถนำน้ำไปวิเคราะห์ได้ ข้อควรพิจารณาในการเก็บตัวอย่างน้ำมีดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ จุดเก็บ วิธีการเก็บ ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

3.2.4 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำประกอบด้วย

(1) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ มักเป็นชนิดขวดแก้วหรือโพลีเอทิลีน (polyethylene) ขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุน้ำไปเพื่อทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ควรล้างให้สะอาดด้วยกรดโครมิก (Chromic acid) และล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2 – 3 ครั้ง แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่น

(2) อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ กระบอกตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ สายวัด ดินสอ ฉลากสำหรับปิดขวด เชือก สารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ฯลฯ

3.2.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

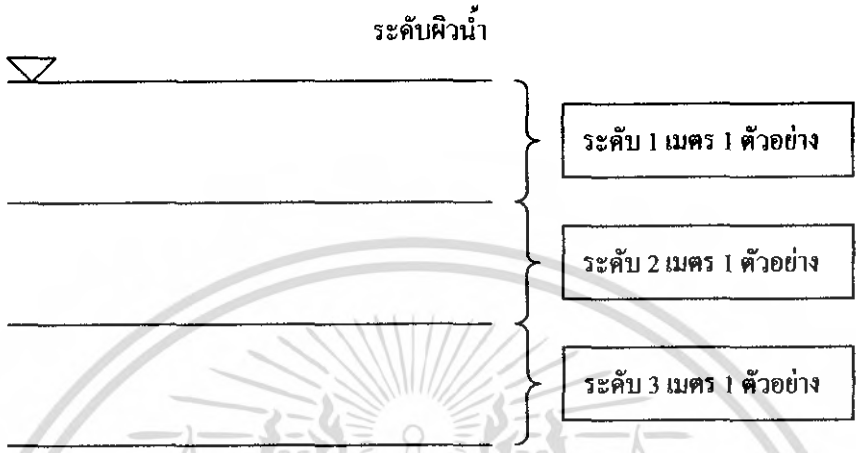
(1) จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ เลือกจุดเก็บบริเวณที่เป็นสะพานข้ามลำน้ำเนื่องจากจุดนี้เป็นจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง วัดความเร็วและหาหน้าตัดได้ง่าย การเข้าถึงทำได้สะดวก

(2) ในการตรวจคุณภาพของลำน้ำ ให้เก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

- ถ้าลำน้ำผสมกันไม่ดี ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งห่างจากกัน และห่างจากตลิ่งเท่ากับ W/4 ถ้า W คือความกว้างของลำน้ำ ณ จุดนั้น และเก็บที่ความลึก 0.2D และ 0.8D ถ้า D คือ ความลึก ณ จุดนั้นๆ รวมเป็น 6 ตัวอย่าง
- ถ้าลำน้ำผสมกันได้ดีในแนวยาว (longitudinal mixing) ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งเดิม แต่เก็บที่ 0.6D ณ แต่ละตำแหน่ง จะได้รวมเป็น 3 ตัวอย่าง
- ถ้าลำน้ำผสมกันดีในแนวขวางก็ให้เก็บที่ 0.2D และ 0.6D ที่ตำแหน่งกลางลำน้ำจะได้ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง
- หากลำน้ำมีการผสมทั่วถึงดีทั้ง 2 ทิศทางให้เก็บตัวอย่างที่ 0.6D ณ ตำแหน่งกลางแม่น้ำเพียงจุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในแต่ละจุดเก็บน้ำนั้นเป็นจุดที่เป็นสะพานข้ามลำน้ำ ซึ่งมีถนนตัดผ่านลำน้ำ เพื่อง่ายต่อการเก็บน้ำของผู้ทำโครงการ แต่บึงขนาดใหญ่ที่เป็นต้นน้ำทางผู้ทำโครงการเลือกที่จะเก็บน้ำแบบ Profile โดยเก็บน้ำที่ระดับความลึก ทุกๆความลึก 1 เมตร จำนวน 3 ตัวอย่าง และนำค่าการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบและหาค่าเฉลี่ยในการทดสอบ ดังรูป 3.28



รูปที่ 3.3 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ *Profile*

3.2.6. วิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ใช้แสดงคุณภาพน้ำมี 3 ประเภท คือ

(1) ทางกายภาพ (Physical characteristics) ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น สี กลิ่น เป็นต้น

(2) ทางเคมี (Chemical characteristic) ได้แก่ พีเอช ซีโอดี บีโอดี เป็นต้น

(3) ทางชีวภาพ (Biological Racteristic) ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น

การวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์จะมีหลายวิธีแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเครื่องมืออุปกรณ์ รวมทั้งลักษณะของตัวอย่างน้ำ

รูปแสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดต่างๆที่ได้ทำการสำรวจและวัดค่าการทดสอบแสดงอยู่ในภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7. การวัดความเร็วของน้ำ

การวัดความเร็วของน้ำในลำน้ำน้ำ ทำได้โดยการหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด ประกอบด้วยใบพัดหมุนรอบแกนในแนวราบ ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณกลางลำน้ำ แต่ความเร็วที่ได้จะเป็นความเร็วของผิวน้ำ เนื่องจากในหน้างานจริง ไม่สามารถวัดในความลึกที่ตำแหน่งต่างๆได้ตามต้องการ จากนั้นทำการบันทึกค่าที่ได้และนำไปปรับแก้กับตารางปรับแก้กับความเร็ว หรือใช้หลักการของการใช้ทุ่นลอยแล้วจับเวลา แต่ในการทำงานจริง จะใช้ใบไม้แทน ซึ่งความเร็วที่ได้นี้จะเป็นความเร็วที่ผิวน้ำเช่นกัน จึงต้องทำการปรับแก้ก่อน จากวิธีการดังกล่าว ได้มีการศึกษาผลการวัดความเร็วของลำน้ำในปีก่อนหน้านี้ (ปี 2549) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากกรมชลประทานในช่วงเวลาและตำแหน่งเดียวกัน พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นวิธีดังกล่าว สามารถใช้ได้

รูปที่ 3.4 การวัดความเร็ว ยี่ห้อ Mini Air Schiltknnecht

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงสถิติการสำรวจปริมาณน้ำ ของกรมชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ อ.ท. 1 - 02

กรมชลประทาน

ตารางแสดงสถิติการสำรวจปริมาณน้ำ

แม่น้ำ กิ่ว สถานี บ้านหนองเรือทอง Code Kh.69A

ตำบล บ้านแก้ง อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม ภาค ตอน . ตอนบน

ประจำเดือน เมษายน 2549 - มีนาคม 2550 ศูนย์เสาระดับอยู่ ล่าง ราคาศูนย์เสาระดับ = + 139.410 ม.(ร.ท.ก.)

วันที่	ระดับน้ำ ม.	ระดับน้ำ ม. (รทก.)	เวลาทำการสำรวจ	ความกว้างผิวน้ำ - ม.	เนื้อที่รูปตัด ม.^{2}	ความเร็วเฉลี่ย ม./วิ	ปริมาณน้ำ ม.^{3} / วิ	หมายเหตุ
7 เม.ย 49	2.920	-	-	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
29 เม.ย 49	3.020	-	-	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
16 พ.ค 49	2.730	142.140	15.550	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
30 พ.ค 49	3.000	142.410	7.150	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
8 มิ.ย 49	3.220	142.630	08.25-09.08	41.00	93.760	0.673	63.107	สำรวจที่แนวสำรวจ
29 มิ.ย 49	2.740	142.150	17.30-18.00	39.40	76.010	0.158	12.056	"
5 ก.ค 49	4.19-4.17	143.590	14.52-15.50	44.50	135.770	0.829	122.611	"
16 ก.ค 49	3.66-3.65	143.065	08.10-09.05	42.00	115.800	0.766	88.730	"
30 ก.ค 49	3.47-3.49	142.890	17.15-18.00	41.20	97.240	0.474	46.132	"
8 ส.ค 49	3.05-3.08	142.475	17.40-18.30	40.00	85.600	0.454	38.930	"
17 ส.ค 49	3.110	142.520	18.15-18.50	40.00	84.800	0.414	35.121	"
24 ส.ค 49	3.470	142.880	09.45-10.55	41.10	97.320	0.523	50.930	"
3 ก.ย 49	3.990	143.400	08.05-09.00	44.00	123.050	0.736	90.669	"
18 ก.ย 49	3.040	142.450	17.48-18.11	40.00	81.600	0.108	8.889	"
27 ก.ย 49	3.47-3.53	142.910	08.00-08.48	42.00	96.400	0.398	38.434	"
11 ต.ค 49	4.540	143.950	08.25-09.20	46.00	143.600	0.754	108.319	"
29 ต.ค 49	3.11-3.15	142.540	15.30-16.20	40.00	88.250	0.356	31.471	"
15 พ.ย 49	2.610	142.020	14.00	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
28 พ.ย 49	2.510	141.920	15.00	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
6 ธ.ค 49	3.360	142.770	13.05	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
25 ธ.ค 49	3.520	142.930	18.20	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
10 ม.ค 50	3.350	142.760	16.30	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
29 ม.ค 50	3.230	142.640	17.00	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
16 ก.พ 50	3.190	142.600	15.40	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
27 ก.พ 50	3.290	142.700	15.45	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
15 มี.ค 50	3.300	142.710	15.35	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล
16 มี.ค 50	3.230	142.640	15.50	-	-	-	-	น้ำไม่ไหล

หมายเหตุ สถานี kh63, kh68 ไม่ได้สำรวจปริมาณน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8. การวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การวัดระดับน้ำจะใช้อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง ที่ทำมาจากท่อพีวีซี ซึ่งมีน้ำหนักพอสมควร แล้วทำเครื่องหมายที่เส้นเชือกยาวทุกๆ 1 เมตร แล้วทำการหย่อนอุปกรณ์ลงไปในน้ำ แล้วทำการบันทึกค่า

ในการหาพื้นที่หน้าตัด จะอาศัยหลักการของวิชาสำรวจเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการนับก้าว (Passing) ในการวัดระยะความกว้างของลำน้ำ และตำแหน่งแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัดระดับน้ำ

3.2.9. การหาอัตราการไหลของน้ำ

การหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำนั้น ได้จากการวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัด โดยจะแสดงข้อมูลในหัวข้อการวิเคราะห์ผล

3.2.10. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดสกลนคร- นครพนม จะเก็บด้วยอุปกรณ์เก็บน้ำแนวดิ่ง โดยจะหย่อนอุปกรณ์เก็บน้ำไปที่ความลึกของกึ่งกลางลำน้ำ จากนั้นจะปล่อยตุ้มน้ำหนักกระแทกอุปกรณ์เก็บน้ำเพื่อปิดฝาได้น้ำเพื่อป้องกันการสัมผัสอากาศ ตัวอย่างที่เก็บมาได้จะเทใส่ขวดแก้ว จุดละ 3 ขวด สำหรับทดสอบ

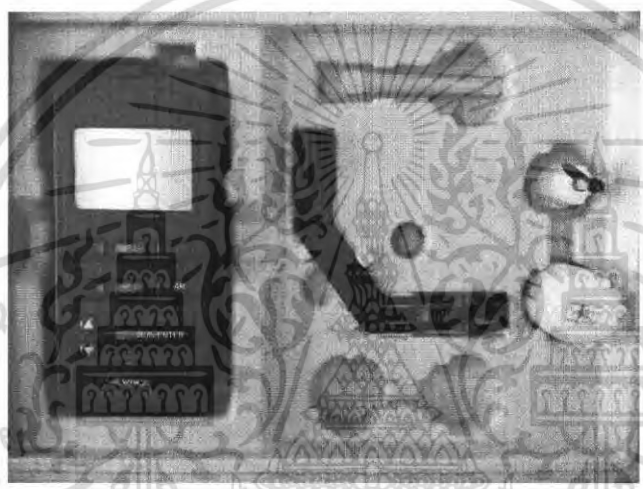
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.11. การดำเนินการทดสอบคุณภาพน้ำ

3.2.11.1. การทดสอบหาค่า Dissolved Oxygen (DO), pH

ในการทดสอบค่าเหล่านี้จะใช้เครื่องวัด pH Meter ซึ่งสามารถเปลี่ยนหัวเพื่อทำการวัดค่า Dissolved Oxygen (DO) และค่าความต่างศักย์ไปได้ในตัว การทดสอบนี้จะทำการทดสอบทันทีที่จุดเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อต้องการค่าที่ถูกต้องและคงความเป็นธรรมชาติเดิมของน้ำให้มากที่สุด โดยจะจุ่มหัวอ่านไปในน้ำตัวอย่างที่เก็บได้ จากนั้นบันทึกค่าที่อ่านได้

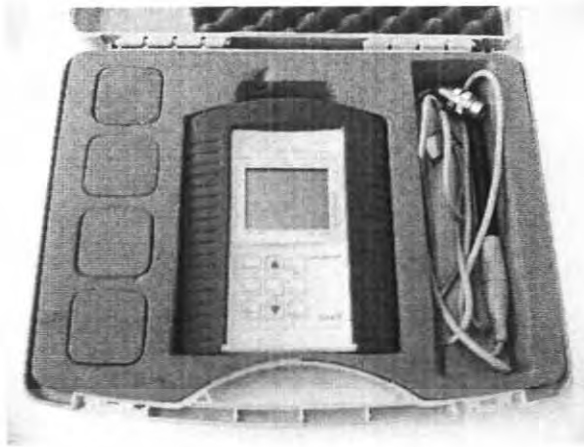


รูปที่ 3.6 การวัดค่า DO, pH, ค่าความต่างศักย์ ยี่ห้อ WTW รุ่น pH/Oxi340i/SET

3.2.11.2. การทดสอบหาค่า TDS, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็ม

การหาค่า Parameter ดังกล่าว จะทำการทดสอบที่หน้างานเช่นเดียวกับการหาค่า DO, pH และค่าความต่างศักย์ แต่จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Senso Direct Con200 ทำการตรวจวัดน้ำที่เก็บมาได้จากแหล่งน้ำทันทีที่หน้างานเช่นเดียวกับการหาค่า DO, pH และค่าความต่างศักย์ โดยจะนำหัวสำหรับอ่านค่าจุ่มลงในตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ จากนั้นทำการอ่านค่าที่ได้โดยกดเลือกฟังก์ชันที่ต้องการแล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การวัดค่า TDS, ค่าความนำไฟฟ้า, และค่าความเค็มด้วยเครื่องยี่ห้อ Senso Direct Con200

รูปที่ 3.8 การวัดค่าความเค็มด้วยเครื่อง ยี่ห้อ EUTECH Salt Test

3.2.12. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

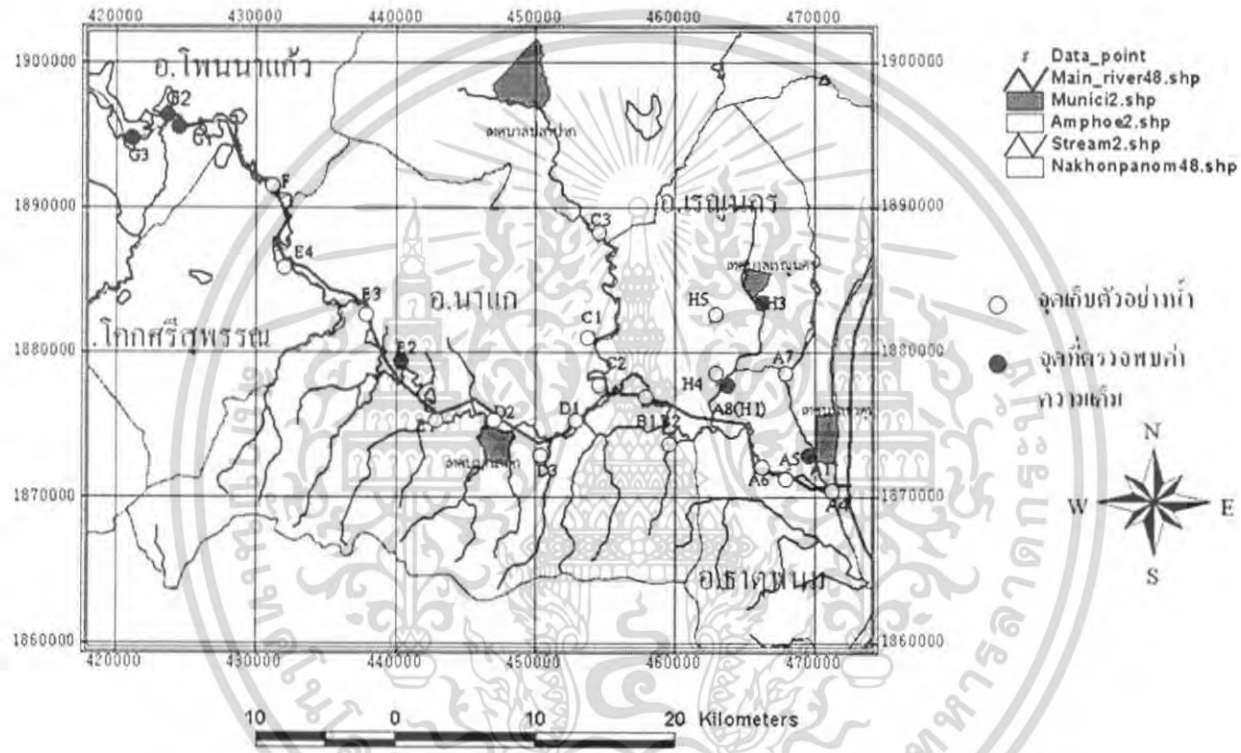
ผลการทดสอบจากการทดสอบเองนั้น จะเก็บบันทึกผลไว้ในคอมพิวเตอร์ การประมวลผลการทดสอบจะแสดงอยู่ในรูปของ GIS เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการทดสอบ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์แต่ละตัวกับการเกิดผลกระทบต่อพื้นที่ดินเค็ม ว่าเป็นเช่นใด

3.2.13. การแสดงผลในรูป GIS

การแสดงผลในรูป GIS นั้น จะเป็นการแสดงผล ณ ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม

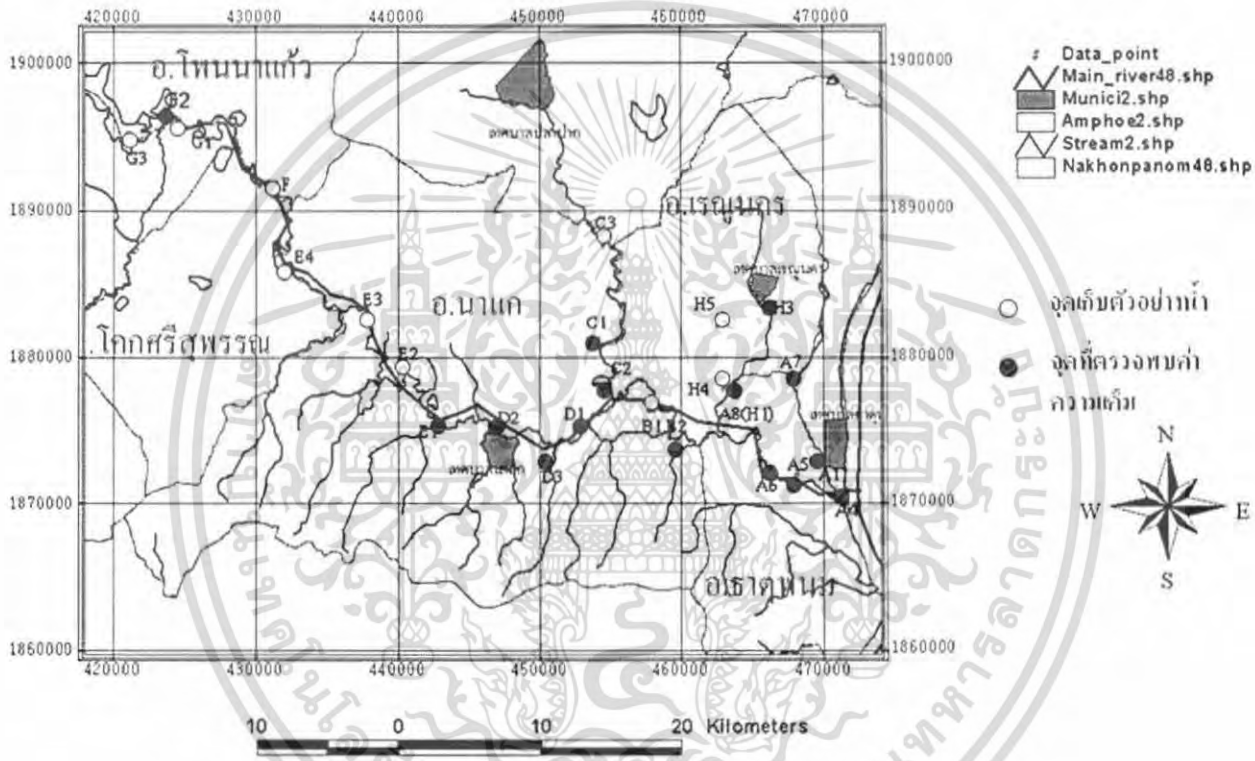
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GIS แสดงตำแหน่งที่เกิดความเค็มครั้งที่1(สิงหาคม2550)



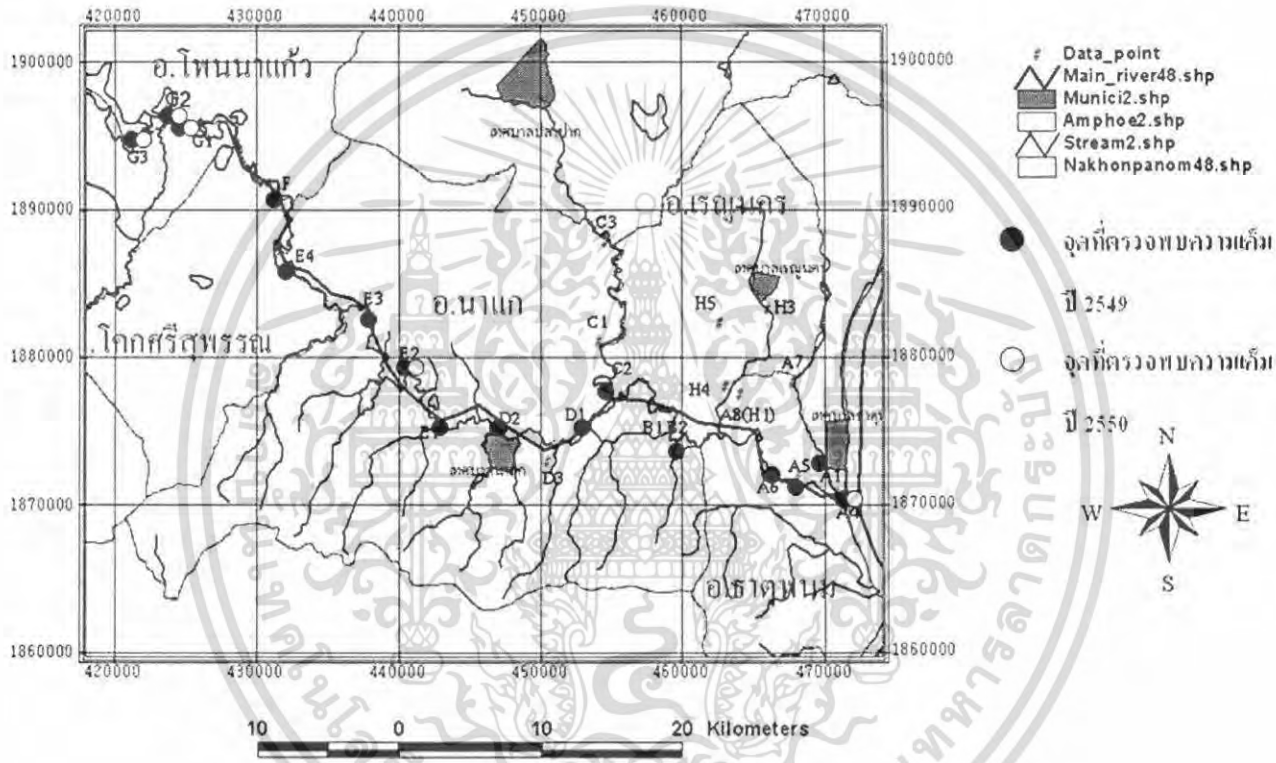
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนสิงหาคม 2550

GIS แสดงตำแหน่งที่เกิดความเค็มครั้งที่2 (ตุลาคม2550)



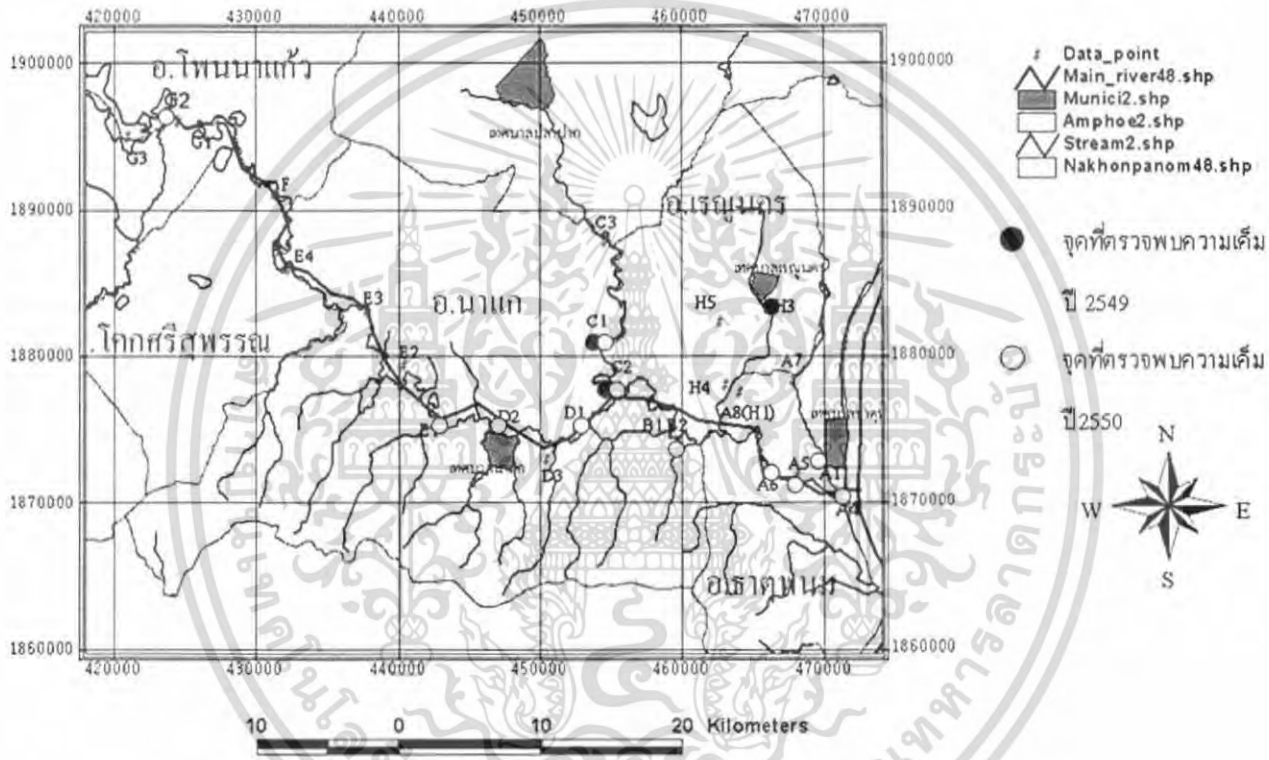
รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนตุลาคม 2550

GIS เปรียบเทียบจุดที่เกิดความเค็มเดือนสิงหาคม 2549 และ 2550



รูปที่ 3.11 แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนสิงหาคม 2549 และ 2550

GIS เปรียบเทียบจุดที่เกิดความเค็มเดือนตุลาคม 2549 และ 2550



รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความเค็ม เดือนตุลาคม 2549 และ 2550

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

4.1. ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำ

ผลการทดสอบที่ได้จะทำเป็นตาราง โดยจะแยกเป็นอำเภอ โดยตัวอักษรตัวแรกหมายถึงอำเภอ หมายเลขถัดมาเป็นหมายเลขตำแหน่งเก็บน้ำที่อำเภอนั้นๆ

A	หมายถึง	อำเภอธาตุพนม
B	หมายถึง	อำเภอนาแก
C	หมายถึง	อำเภอเรณูนคร
D	หมายถึง	อำเภอนาแก
E	หมายถึง	กิ่ง อำเภอวังยาง
F	หมายถึง	อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร
G	หมายถึง	อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
H	หมายถึง	อำเภอเรณูนคร

การตีความหมายของสัญลักษณ์ เช่น A1 หมายถึง ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำในอำเภอธาตุพนม จุดที่ 1

การเก็บตัวอย่างน้ำได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งสิ้น 2 ครั้ง โดยจะอยู่ในช่วงเวลา และฤดูกาลที่แตกต่างกัน ซึ่งช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนสิงหาคม และตุลาคม มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 1

วันที่	เวลา	ตำแหน่ง	พิกัด		อุณหภูมิ (°C)	ความเร็ว เฉลี่ย (m/s)	pH	TDS (mg/l)	DO (mg/l)	ค่าความนำไฟฟ้า (µs/cm.)	ค่าความเค็ม (g/kg)	ค่าคลอไรด์ (mg./l)
			x (48 Q)	y (utm)								
11/8/2007	10.44	A1	0469898	1872780	28.1	0.4	6.0	67.3	4.0	108.3	0.1	7.1
	10.00	A4	0470828	1870792	27.2	0.5	6.2	28.7	5.4	45.5	0.0	2.5
	8.36	A5	0468123	1871738	27.4	0.6	6.3	28.0	5.4	44.6	0.0	2.0
	9.10	A6	0466404	1872000	27.2	0.6	6.2	28.0	7.0	44.4	0.0	2.4
	12.42	A7	0467775	1878330	28.5	0.3	6.2	40.7	4.7	62.8	0.0	3.6
11/8/2007	13.00	A8(H1)	0464078	1877430	28.1	0.2	6.3	62.0	5.6	100.3	0.1	5.8
10/8/2007	16.35	B1	0459564	1873885	28.7	0.0	6.2	17.0	5.0	28.0	0.0	0.7
	17.05	B2	0459594	1873892	27.8	0.3	6.3	27.0	6.2	43.6	0.0	1.5
	14.50	C1	0454080	1881033	29.1	0.2	6.3	24.0	4.7	39.8	0.0	1.6
	12.11	C2	0454748	1877865	28.4	0.4	6.1	25.0	5.6	39.5	0.0	1.7
	14.20	C3	0454604	1887784	29.1	0.1	6.3	22.0	5.5	36.3	0.0	1.5
	11.27	D1	0452444	1874763	28.6	0.8	6.1	30.0	7.1	49.7	0.0	3.2
	9.50	D2	0447228	1874939	28.7	0.8	6.0	32.0	5.7	50.6	0.0	3.5
10/8/2007	10.50	D3	0450438	1872885	28.1	0.0	6.0	23.0	2.9	37.3	0.0	1.5
	9.20	E1	0442863	1875307	28.3	1.2	6.1	31.7	7.0	50.7	0.0	2.3
12/8/2007	10.40	E2	0440417	1879289	29.7	1.6	7.1	42.7	7.1	70.9	0.1	4.3
9/8/2007	15.20	E3	0437726	1883060	28.9	0.7	6.0	32.0	5.8	53.1	0.0	2.0
	14.40	E4	0432269	1885958	28.8	0.5	6.1	40.3	5.9	66.0	0.0	3.6
	12.35	F	0431287	1891119	28.5	0.7	6.1	42.0	6.4	69.1	0.0	2.7
	11.20	G1	0424487	1895981	27.6	0.4	6.3	44.7	4.0	71.1	0.1	5.2

ตารางที่ 4.1แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 1 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ตำแหน่ง	พิกัด		อุณหภูมิ (°C)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	pH	TDS (mg/l)	DO (mg/l)	ค่าความนำไฟฟ้า (µs/cm.)	ค่าความเค็ม (g/kg)	ค่าคลอไรด์ (mg./l)
			x (48 Q)	y (utm)								
	11.55	G2	0423598	1896779	28.0	0.0	5.9	46.0	6.0	73.5	0.1	5.6
	9.30	G3	0420956	1894949	26.3	0.0	6.0	47.0	3.0	74.0	0.1	6.4
11/8/2007	14.30	H3	0466054	1883252	28.6	0.5	7.2	64.0	5.1	103.7	0.1	3.9
	13.40	H4	0463046	1877943	28.4	0.2	5.6	8.0	4.9	11.9	0.0	0.3
	15.20	H5	0462627	1882274	28.0	0.3	6.5	9.0	6.5	14.2	0.0	0.4

ตารางที่ 4.2แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 2

วันที่	เวลา	ตำแหน่ง	พิกัด		อุณหภูมิ	ความเร็วเฉลี่ย	pH	TDS	DO	ค่าความนำไฟฟ้า	ค่าความเค็ม	ค่าคลอไรด์
			x (48 Q)	y (utm)	(◦C)	(m/s)		(mg/l)	(mg/l)	(µs/cm.)	(g/kg)	(mg.)
28/10/2007	9.45	A1	0469898	1872780	26.8	0.1	6.4	40.7	2.7	64.5	0.1	3.2
	9.15	A4	0470828	1870792	26.3	0.4	6.2	49.0	2.1	76.1	0.1	6.0
	10.30	A5	0468123	1871738	27.6	0.6	6.3	46.0	2.3	74.0	0.1	5.6
27/10/2007	16.00	A6	0466404	1872000	28.4	0.4	6.2	60.0	2.5	97.7	0.1	7.9
28/10/2007	12.30	A7	0467775	1878330	28.9	0.2	6.2	51.7	1.5	85.3	0.1	10.0
	12.47	A8(H1)	0464078	1877430	29.9	0.0	6.6	86.0	0.5	144.1	0.1	14.6
27/10/2007	15.00	B1	0459564	1873885	28.9	0.0	5.9	30.0	5.8	49.3	0.0	0.5
	15.26	B2	0459594	1873892	28.8	0.9	6.2	51.7	4.1	86.2	0.1	6.6
	11.33	C1	0454080	1881033	28.2	0.0	6.1	81.7	2.4	134.1	0.1	18.4
	13.18	C2	0454748	1877865	29.7	0.0	6.1	65.0	4.2	108.9	0.1	11.3
	11.15	C3	0454604	1887784	28.3	0.0	6.4	31.7	6.6	51.5	0.0	1.1
	14.02	D1	0452444	1874763	29.4	0.9	6.2	41.3	4.5	69.6	0.1	3.2
	10.45	D2	0447228	1874939	27.9	0.3	6.3	42.7	5.7	68.5	0.1	5.7
	14.34	D3	0450438	1872885	28.4	0.0	5.8	41.0	2.2	67.5	0.1	3.8
	9.20	E1	0442863	1875307	27.2	0.7	5.6	41.0	5.5	64.4	0.1	4.7
	9.50	E2	0440417	1879289	27.7	0.9	5.9	41.0	7.1	66.0	0.0	4.7
26/10/2007	14.50	E3	0437726	1883060	28.0	0.4	5.9	39.3	8.6	63.4	0.0	4.4
	13.50	E4	0432269	1885958	29.0	0.6	5.8	39.7	4.9	65.8	0.0	3.4
	12.35	F	0431287	1891119	28.8	1.4	5.9	40.0	5.0	65.4	0.0	3.9
	10.30	G1	0424487	1895981	27.5	0.9	6.0	40.3	4.8	64.2	0.0	4.2
	11.36	G2	0423598	1896779	27.5	0.0	5.7	41.0	4.7	65.3	0.1	5.5
	9.38	G3	0420956	1894949	27.6	0.0	6.0	32.3	4.5	51.6	0.0	2.6
28/10/2007	14.49	H3	0466054	1883252	29.8	0.0	6.4	147.0	0.2	246.0	0.1	59.1
	13.07	H4	0463046	1877943	28.4	0.0	5.9	13.0	0.2	20.5	0.0	0.3
	13.36	H5	0462627	1882274	28.5	11.3	6.4	12.0	0.1	19.0	0.0	0.6

4.1.1. อุณหภูมิ

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดค่าอุณหภูมิของแหล่งน้ำให้เป็นไปตามธรรมชาติ โดยทำการวัดอุณหภูมิจากตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทันทีโดย Senso Direct Con200 ซึ่งจากตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงค่าบันทึกผล สามารถสรุปค่าการทดสอบต่างๆ ได้ ดังนี้

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 26.3–29.7 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งเก็บน้ำ G3 (หนองหาน บ้านดอนแก้ว) และตำแหน่งที่สูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย)

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 26.3–29.9 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำที่สุดอยู่ที่ตำแหน่งเก็บน้ำ A4 (สะพานลำน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำเหนือ) และตำแหน่งที่สูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง A8 (หนองดุ บ้านเหล่ากกตาล)

4.1.2. pH

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดให้ค่า pH ให้อยู่ในช่วง 6-9

ครั้งที่ 1 ค่า pH ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-7.2 โดยตำแหน่งที่มีค่าความเป็นกรดมากที่สุดคือ H4 (สะพานท่อลอดบ้านนางาม) และตำแหน่งที่มีค่าความเป็นด่างมากที่สุดคือ H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

ครั้งที่ 2 ค่า pH ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-6.6 โดยตำแหน่งที่มีค่าความเป็นกรดมากที่สุดคือ E1 (สะพานข้ามห้วยน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง) และตำแหน่งที่มีค่าความเป็นด่างมากที่สุดคือ A8 (หนองดุ บ้านเหล่ากกตาล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3. TDS

ค่า TDS ไม่มีการกำหนดไว้ในมาตรฐานว่าต้องมีปริมาณเท่าใด

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบพบว่าค่า TDS จะอยู่ในช่วง 8-67.3 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ H4 (สะพานท่อลอด บ้านนางาม) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช บ้านหัวดอน)

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบพบว่าค่า TDS จะอยู่ในช่วง 12-147 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

4.1.4. DO

โดยปกติปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าไม่เกิน 9 mg/l และมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดให้ค่า DO มีค่าไม่น้อยกว่า 2.0 mg/l

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบพบว่าค่า DO จะอยู่ในช่วง 2.9-7.1 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ D3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านห้วยยาง) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ D1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า) และ E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย)

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบพบว่าค่า DO จะอยู่ในช่วง 0.1-8.6 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ E3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ แต่จะบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำได้ ยิ่งมีค่ามากแสดงว่ามีสารปนเปื้อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้อยู่มาก โดยค่าการนำไฟฟ้าจะแปรผันตามค่า TDS

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 11.9-108.3 µS/cm โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ H4 (สะพานท่อลอด บ้านนางาม) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช บ้านหัวตอน)

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 19-246 µS/cm โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

4.1.6. ค่าความเค็ม (Salinity)

ค่าความเค็มไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 0.1 g/Kg ตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดหรือไม่มีความเค็มคือ A4 (สะพานลำน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำเหนือ), A5 (สะพานยงใจยุทธ ลำน้ำก่ำ บ้านแก่งโพธิ์), A6 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านดงขุนราม), A7 (สะพานห้วยแคน ลำน้ำก่ำ บ้านหนองกุดแคน), B1(สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านนางเลิศ), B2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านยอดโพธิ์), C1(สะพานข้ามห้วยลำน้ำบัง ลำน้ำบัง บ้านพระซอง), C2 (สะพานแขนนาง - วังยาง ลำน้ำบัง บ้านแขนนาง), C3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านนาบัว), D1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า), D2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านนาแก), D3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านห้วยยาง), E1(สะพานข้ามห้วยน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง), E3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร), E4 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน), F (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านด่านม่วงคำ), H4 (สะพานท่อลอด บ้านนางาม), H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A1(สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช บ้านหัวคอน), A8 (หนองดุ บ้านเหลากกตาล), E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย), G1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง บ้านบึงศาลา), G2 (บึงสูดร บ้านบึงศาลา), G3 (หนองหาน บ้านคอนแก้ว), H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 0.1 g/Kg ตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดหรือไม่มีความเค็มคือ B1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านนางเลิศ), C3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านนาบัว), E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย) E3 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร), E4 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน), F (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านค่านม่วงคำ), G1(สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง บ้านบึงศาลา), G3 (หนองหาน บ้านคอนแก้ว),H4 (สะพานท่อลอด บ้านนางาม), H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า), และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพารช บ้านหัวดอน), A4 (สะพานลำน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำเหนือ), A5 (สะพานยงใจยุทธ ลำน้ำก่ำ บ้านแก่งโพธิ์), A6 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านดงขุนราม), A7 (สะพานห้วยแคน ลำน้ำก่ำ บ้านหนองกุดแคน), A8 (หนองดุ บ้านเหลากกตาล), B2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านยอดโพธิ์), C1 (สะพานข้ามห้วยลำน้ำบัง ลำน้ำบัง บ้านพระซอง), C2(สะพานแขนนาง - วังยาง ลำน้ำบัง บ้านแขนนาง), D1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า), D2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านนาแก), D3 (บ้านห้วยยาง), E1 (สะพานข้ามห้วยน้ำก่ำ ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง), G2 (บึงสูตร บ้านบึงศาลา), H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

4.1.7 ค่าคลอไรด์

ค่าคลอไรด์ไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

ครั้งที่ 1 ค่าคลอไรด์ที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง ค่า Underange-7.1 mg โดยค่า Underage นั้นคือ ค่าคลอไรด์ที่ไต้มีค่าน้อยกว่าที่เครื่องมือจะสามารถวัดได้ คือ น้อยกว่า 0.5 mg. อยู่ในตำแหน่ง C1 (สะพานข้ามห้วยลำน้ำบัง ลำน้ำบัง บ้านพระซอง), H4 (สะพานท่อลอด บ้านนางาม), H5 (สะพาน บ้านนาโดนเก่า), A8 (หนองดุ บ้านเหลากกตาล), E2 (สะพานคอนกรีด ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย) และตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุดอยู่ตำแหน่ง A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช บ้านหัวดอน)

ครั้งที่ 2 ค่าคลอไรด์ที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ที่ระหว่าง ค่า 0.3-59.1 mg ตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คืออยู่ในตำแหน่ง H4 และตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุดอยู่ตำแหน่ง H3 (สะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการทดสอบการหาอัตราการไหลในลำน้ำ

ผลการทดสอบที่ได้จะทำเป็นตาราง โดยจะแยกรายการคำนวณและผลการทดสอบออกเป็นแต่ละตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และแยกการหาความเร็ว, การหาพื้นที่หน้าตัด และการหาอัตราการไหลในลำน้ำ ซึ่งจะแสดงผล ดังนี้

4.2.1. ค่าความเร็วในน้ำ

ผลการทดสอบที่ได้จะทำเป็นตาราง ในภาคผนวก 1

จากการวัดความเร็วด้วยเครื่องและใบไม้ที่ได้นั้นเป็นความเร็วที่ผิวน้ำ ต้องนำมาคำนวณหาค่าความเร็วที่ผิวน้ำที่แท้จริง ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้ตารางที่ 2.1 ปรับแก้ความเร็วก่อน ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ค่าความเร็วในลำน้ำไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.03-1.60 m/s โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ B1 (สะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย กิ่ง อ.วังยาง)

ครั้งที่ 2 เนื่องจากเป็นการทดสอบในช่วง ฤดูหนาว น้ำค่อนข้างน้อยและนิ่ง จึงมีบางจุดที่น้ำไม่ไหลและไม่สามารถวัดความเร็วได้ ส่วนในจุดที่มีความเร็วมากสุดนั้น คือจุด F (สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านด่านม่วงคำ อำเภอโพนนาแก้ว)

จากการเปรียบเทียบความเร็วของน้ำในการวัดทั้ง 2 ครั้งนั้น พบว่าในครั้งที่ 1 น้ำมีความเร็วมากกว่าในครั้งที่ 2 มาก และถ้าเปรียบเทียบกับค่าความเร็วที่วัดได้จากปีที่แล้วนั้น (พ.ศ. 2549) พบว่า ในปีนี้มีความเร็วของน้ำมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2. พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

แสดงในภาคผนวก ข.

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 – 470.90 m^2 โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ H5 (สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านนาโดนเก่า อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A5 (สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.39 – 237.60 m^2 โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ I1 (สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านนาโดนเก่า อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A4 (สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม)

จากการเปรียบเทียบขนาดของพื้นที่หน้าตัดที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้งนั้น พบว่าในครั้งที่ 1 ลำน้ำมีพื้นที่มากกว่าในครั้งที่ 2 ประมาณเกือบเท่าตัว และถ้าเปรียบเทียบกับปีที่แล้วนั้น (พ.ศ. 2549) พบว่า ในปีนี้มีพื้นที่ของน้ำมากกว่า

4.2.3. ค่าอัตราการไหลในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15 – 205.85 m^3/s โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ H5 (สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านนาโดนเก่า อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A5 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

ครั้งที่ 2 เนื่องจากสภาพน้ำที่น้อยและนิ่งทำให้อัตราการไหลในบางจุดเป็น 0 m^3/s ส่วนในตำแหน่งที่อัตราการไหลมีค่ามากสุดนั้นคือ G1 (สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง)

ซึ่งจากการเปรียบเทียบอัตราการไหลจากการวัดทั้ง 2 ครั้งพบว่า ในครั้งแรกมีอัตราการไหลมากว่าครั้งที่ 2 มาก และถ้าเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่วัดได้จากปีที่แล้วนั้น (พ.ศ. 2549) พบว่า ในปีนี้มีอัตราการไหลมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4. การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำนั้น เป็นการหาค่าโดยการหาทีละช่วงของลำน้ำ ซึ่งจะแสดงผลตามตารางและรูปพื้นที่หน้าตัด ดังแสดงในภาคผนวก 2ในการคำนวณหาอัตราการไหลในลำน้ำ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.86 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ $V = (CF)V_f$

เมื่อ V คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ, (m. /s)

V_f คือ ความเร็วที่ผิวน้ำ, (m. /s)

CF คือ ค่าปรับแก้ความเร็ว ขึ้นอยู่กับความลึกเฉลี่ยของการไหลดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การหาอัตราการไหลของลำน้ำ (ครั้งที่ 1)

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)
A1	0.42	24.40	7.15
A4	0.54	425.90	182.85
A5	0.55	470.90	205.85
A6	0.63	377.93	188.12
A7	0.32	18.28	4.16
A8	0.22	15.40	2.51
B1	0.04	28.97	0.87
B2	0.26	446.95	90.28
C1	0.23	267.15	48.10
C2	0.36	363.20	103.71
C3	0.12	239.35	22.72
D1	0.78	208.35	127.44
D2	0.77	186.30	113.70
D3	0.03	52.98	1.21
E1	1.23	109.10	103.55
E2	1.60	103.06	128.06
E3	0.69	201.60	109.16
E4	0.48	185.40	69.65
F	0.72	118.30	67.18
G1	0.43	87.75	29.09
H3	0.46	17.29	5.70
H4	0.16	6.12	0.69
H5	0.30	0.75	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การหาอัตราการไหลของลำน้ำ (ครั้งที่ 2)

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)
A1	0.12	10.16	0.86
A4	0.37	237.60	69.35
A5	0.59	162.10	74.07
A6	0.43	140.11	46.48
A7	0.00	7.80	0.00
A8	0.00	3.30	0.00
B1	0.00	0.85	0.00
B2	0.87	95.40	63.46
C1	0.00	108.98	0.00
C2	0.00	172.71	0.00
C3	0.00	155.00	0.00
D1	0.89	108.60	73.82
D2	0.31	194.50	47.28
D3	0.00	52.22	0.00
E1	0.67	119.00	61.77
E2	0.00	92.56	0.00
E3	0.44	121.91	41.82
E4	0.56	143.40	62.32
F	1.38	51.14	53.91
G1	0.87	147.69	100.31
H3	0.00	3.30	0.00
H4	0.03	2.04	0.04
H5	0.34	0.39	0.13

อัตราการไหล $Q = VA$

เมื่อ Q = อัตราการไหล, หน่วยเป็นลูกบาศก์ต่อวินาที (m^3/s)

V = ความเร็วของการไหล, หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

A = พื้นที่หน้าตัดของร่องน้ำ, ตารางเมตร (m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5. การหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ (ครั้งที่ 1)

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)	ค่าความเค็ม (g/kg)	ปริมาณเกลือ (g/s)
A1	0.42	24.40	7.15	0.10	722.55
A4	0.54	425.90	182.85	0.00	0.00
A5	0.55	470.90	205.85	0.00	0.00
A6	0.63	377.93	188.12	0.00	0.00
A7	0.32	18.28	4.16	0.00	0.00
A8	0.22	15.40	2.51	0.10	250.50
B1	0.04	28.97	0.87	0.00	0.00
B2	0.26	446.95	90.28	0.00	0.00
C1	0.23	267.15	48.10	0.00	0.00
C2	0.36	363.20	103.71	0.00	0.00
C3	0.12	239.35	22.72	0.00	0.00
D1	0.78	208.35	127.44	0.00	0.00
D2	0.77	186.30	113.70	0.00	0.00
D3	0.03	52.98	1.21	0.00	0.00
E1	1.23	109.10	103.55	0.00	0.00
E2	1.60	103.06	128.06	0.00	0.00
E3	0.69	201.60	109.16	0.00	0.00
E4	0.48	185.40	69.65	0.00	0.00
F	0.72	118.30	67.18	0.00	0.00
G1	0.43	87.75	29.09	0.10	2903.18
H3	0.46	17.29	5.70	0.10	0.00
H4	0.16	6.12	0.69	0.00	0.00
H5	0.30	0.75	0.15	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ (ครั้งที่ 2)

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)	ค่าความเค็ม (g/kg)	ปริมาณเกลือ (g/s)
A1	0.12	10.16	0.86	0.10	85.83
A4	0.37	237.60	69.35	0.10	6921.13
A5	0.59	162.10	74.07	0.10	7392.19
A6	0.43	140.11	46.48	0.10	4638.70
A7	0.00	7.80	0.00	0.10	86.83
A8	0.00	3.30	0.00	0.10	0.00
B1	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00
B2	0.87	95.40	63.46	0.10	6333.31
C1	0.00	108.98	0.00	0.10	0.00
C2	0.00	172.71	0.00	0.10	0.00
C3	0.00	155.00	0.00	0.00	0.00
D1	0.89	108.60	73.82	0.10	7367.24
D2	0.31	194.50	47.28	0.10	4718.54
D3	0.00	52.22	0.00	0.10	13468.01
E1	0.67	119.00	61.77	0.10	6164.65
E2	0.00	92.56	0.00	0.00	2045.90
E3	0.44	121.91	41.82	0.00	0.00
E4	0.56	143.40	62.32	0.00	0.00
F	1.38	51.14	53.91	0.00	0.00
G1	0.87	147.69	100.31	0.00	3362.26
H3	0.00	3.30	0.00	0.10	0.00
H4	0.03	2.04	0.04	0.00	0.00
H5	0.34	0.39	0.13	0.00	0.00

ปริมาณเกลือ = $Q \times \rho_w \times$ **ค่าความเค็ม**

เมื่อ Q = อัตราการไหล, หน่วยเป็นลูกบาศก์ต่อวินาที (m^3/s)

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ 998 kg/m^3

ค่าความเค็มมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัม

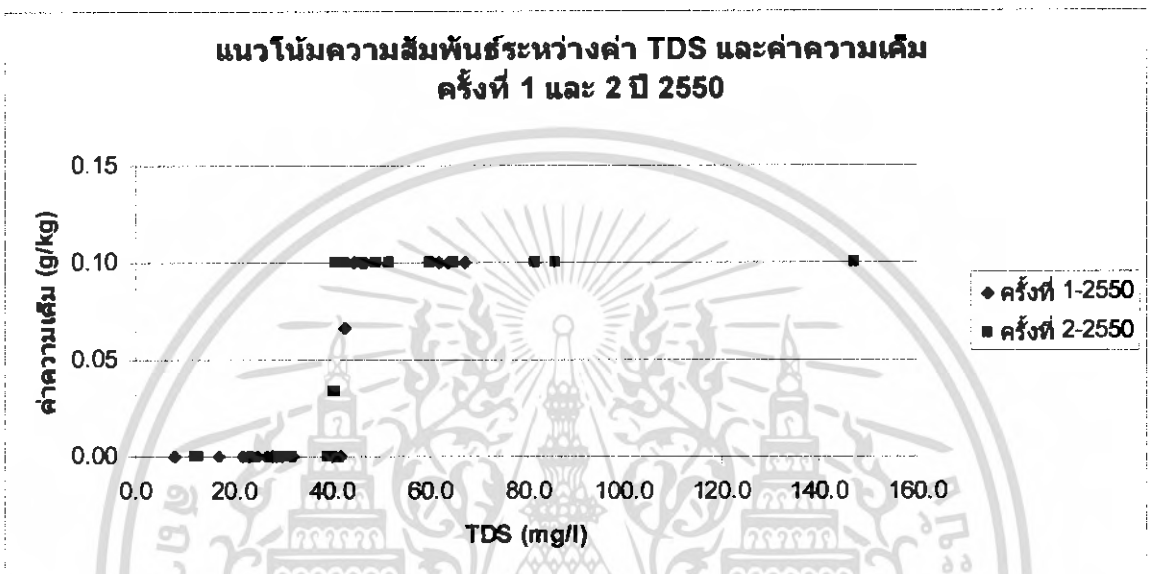
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

4.3.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

จากการทดสอบที่ได้สามารถนำค่าต่างๆมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

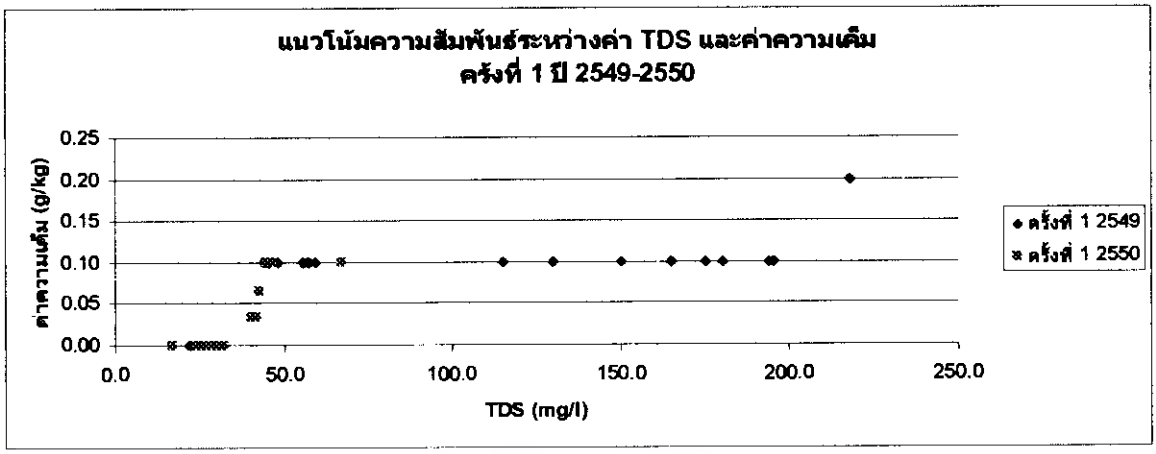
4.3.1.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความเค็ม (Salinity)



รูปที่ 4.1แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม

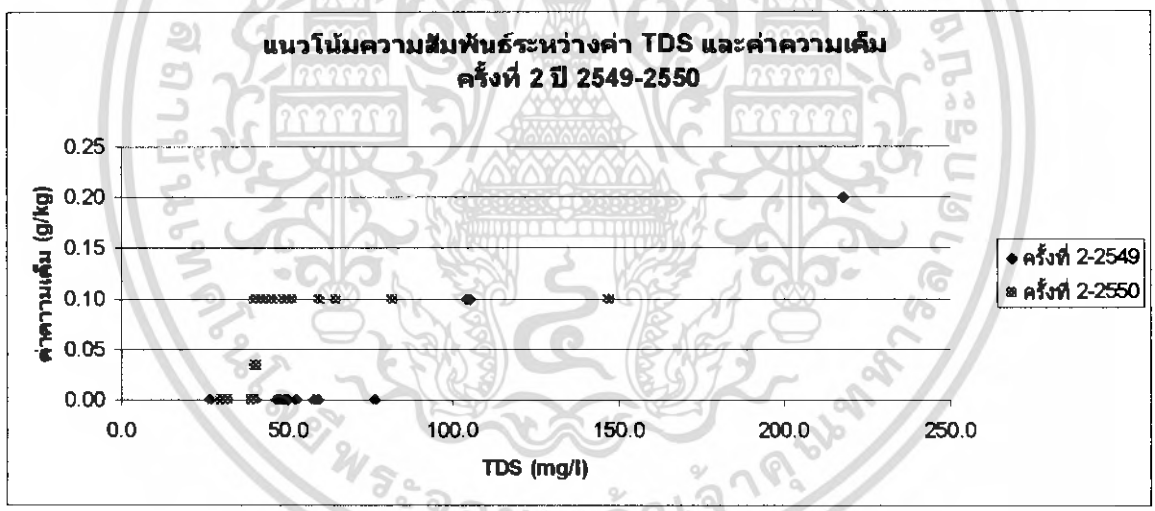
จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าความเค็มที่อยู่ในน้ำทั้ง 2 ฤดูในปี 2550 นั้นจะมีแนวโน้มเดียวกันคือ ค่าความเค็มจะมีปริมาณมากขึ้นตามปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ เนื่องจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำจะประกอบไปด้วยค่าจากสารประกอบต่างๆ ซึ่งรวมไปถึงสารประกอบที่ตรวจพบความเค็มที่ละลายน้ำได้ปนอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม

จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่าความเค็มที่อยู่ในน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่างในฤดูกาลเดียวกัน จากทั้ง 2 ปี มีช่วงของค่าข้อมูลที่แตกต่างกัน แต่ยังคงมีแนวโน้มของค่า TDS กับค่าความเค็มไปในทางเดียวกันคือ ค่าความเค็มจะมีแนวโน้มมากขึ้น เมื่อมีค่า TDS ที่มากขึ้น

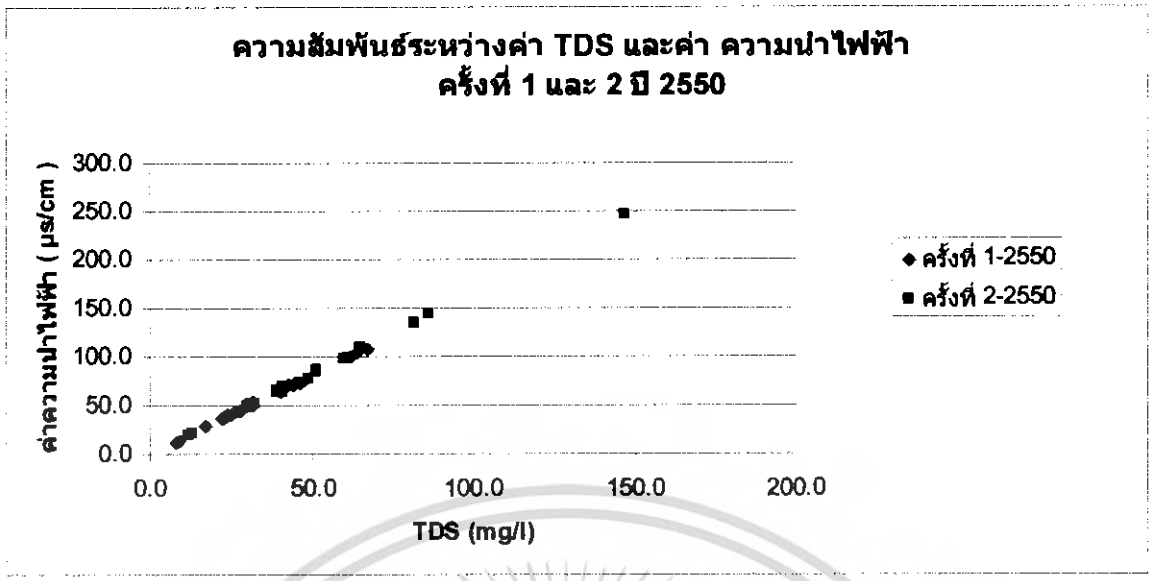


รูปที่ 4.3แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และค่าความเค็ม

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความเค็มที่อยู่ในน้ำทั้ง 2 ปี ในช่วงฤดูกาลเดียวกันจะมีแนวโน้มเดียวกันคือ ค่าความเค็มจะมีปริมาณมากขึ้นตามปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ เนื่องจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำจะประกอบไปด้วยค่าจากสารประกอบต่างๆ ซึ่งรวมไปถึงสารประกอบที่ตรวจพบค่าความเค็มที่ละลายน้ำได้ปนอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

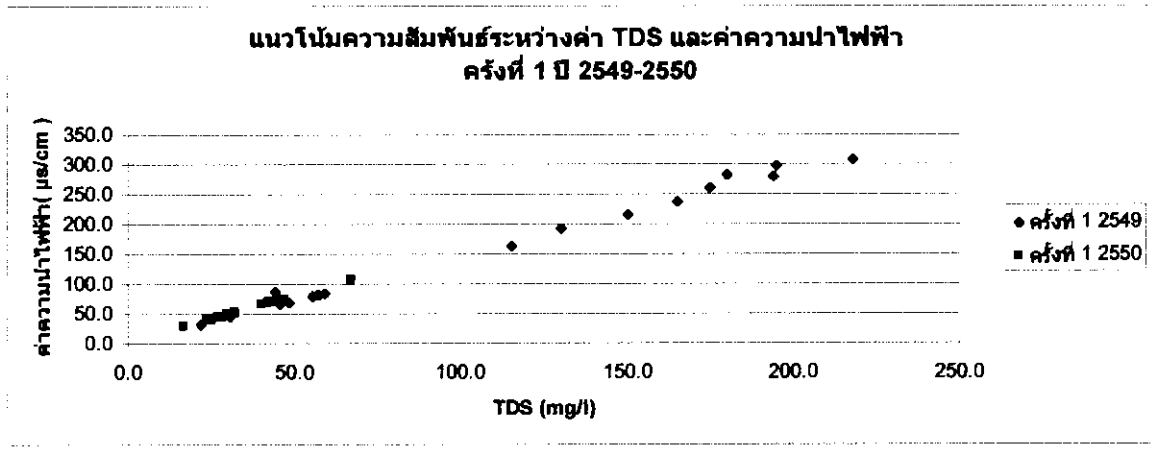
4.3.1.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity)



รูปที่ 4.4แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

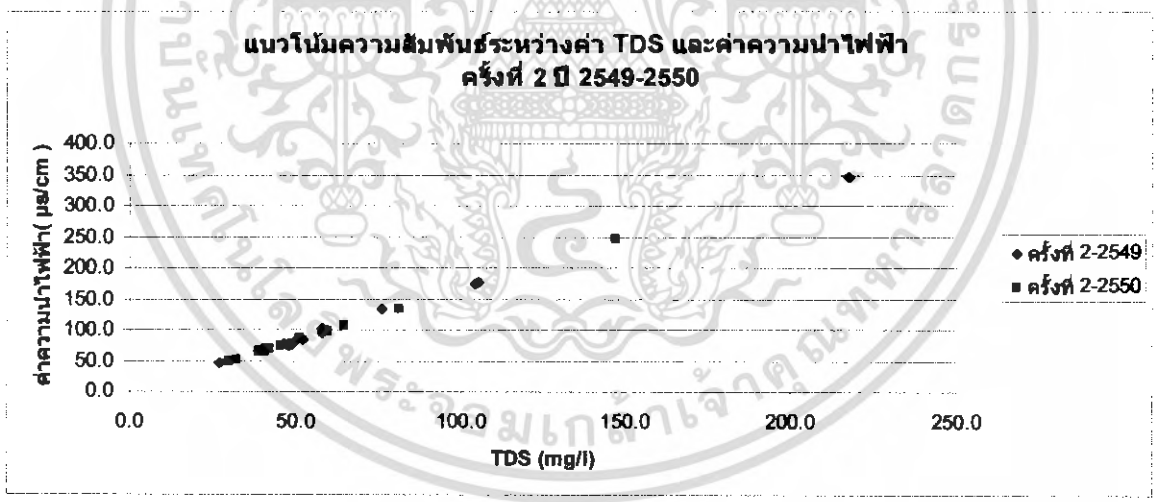
จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ของค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเค็มที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ฤดู ในปี 2550 นั้น มีแนวโน้มเดียวกัน คือเมื่อค่า TDS หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่น้ำมาก ค่าความนำไฟฟ้าที่ได้ก็มีค่าที่มากตามไปด้วย ซึ่งจากค่าการนำไฟฟ้า จะสามารถคาดการณ์ถึงความบริสุทธิ์ของน้ำได้โดย ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามากแสดงว่ามีสารปนเปื้อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้อยู่มาก นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าค่าความนำไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบ ในช่วงฤดูเดียวกันจากทั้ง 2 ปีนั้น มีแนวโน้มของค่าความนำไฟฟ้าแปรตามค่า TDS หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่น้ำ คือ เมื่อค่า TDS มากค่าความนำไฟฟ้าที่ได้ก็มีค่าที่มากตามไปด้วย ซึ่งจากค่าการนำไฟฟ้า จะสามารถคาดการณ์ถึงความบริสุทธิ์ของน้ำได้โดย ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามากแสดงว่ามีสารปนเปื้อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้อยู่มาก

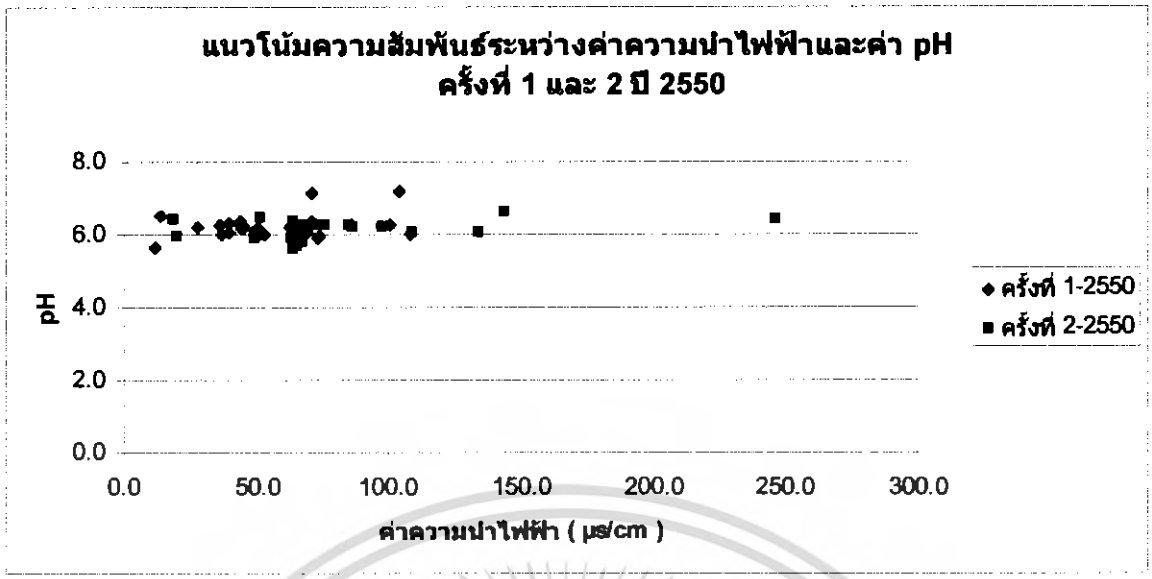


รูปที่ 4.6แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ของค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเค็มที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ฤดู ในปี 2550 นั้น มีค่าที่ใกล้เคียงและมีแนวโน้มเดียวกัน คือเมื่อค่า TDS หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่น้ำมาก ค่าความนำไฟฟ้าที่ได้ก็มีค่าที่มากตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

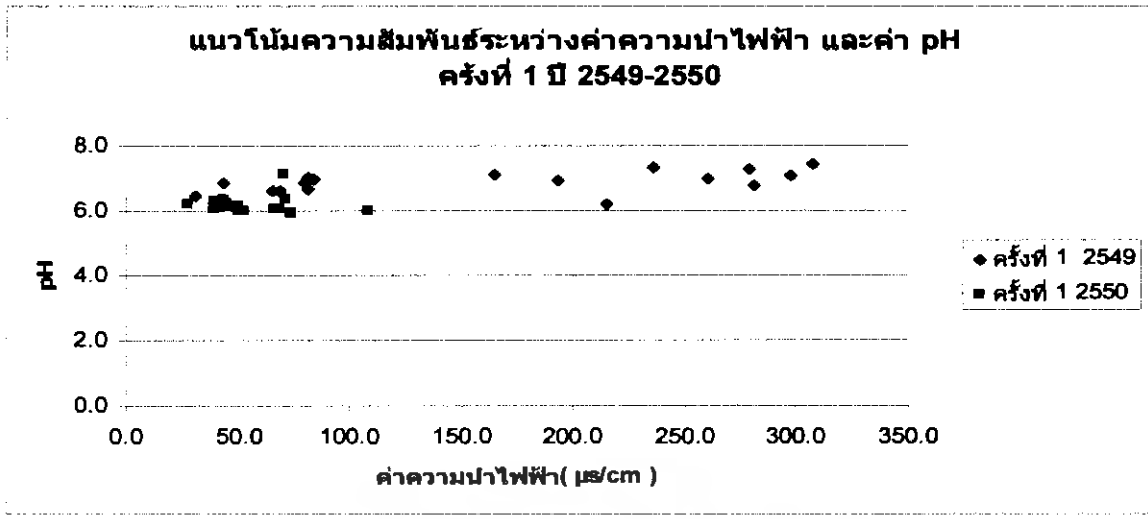
4.3.1.3. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และค่า pH



รูปที่ 4.7แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH

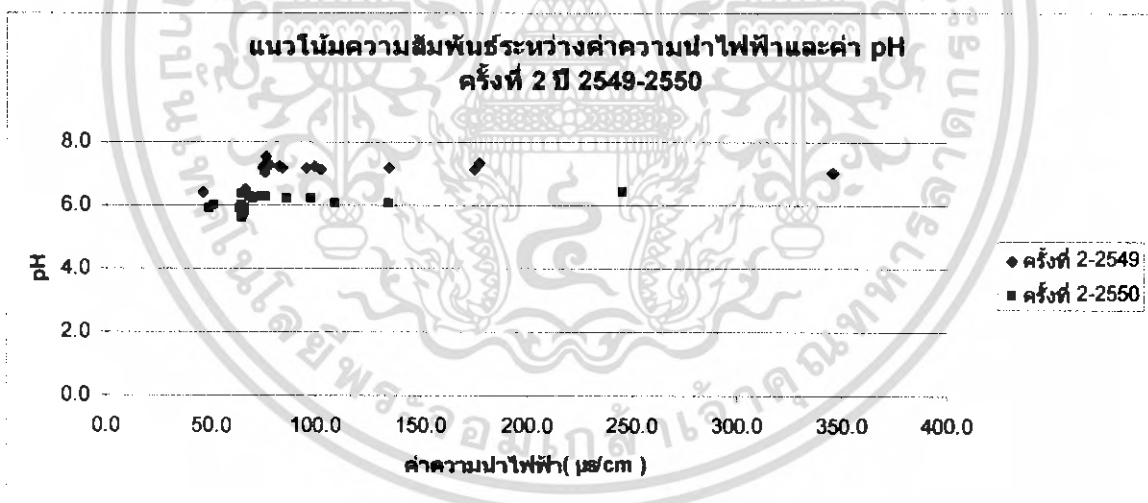
จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าและค่า pH ที่ทำการทดสอบได้นั้นอยู่ในช่วงแคบ โดยค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 5-7 และค่าความนำไฟฟ้าโดยมากมีค่าอยู่เกาะกลุ่มกันทั้ง 2 ครั้งในปีเดียวกันแตกต่างกันไปตามสถานที่เก็บตัวอย่าง จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดนี้ได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH

จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของทั้ง 2 ปี ในช่วงฤดูเดียวกันนั้นส่วนมากอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนมากนั้นจะอยู่ในระดับปรกติคือไม่แสดงค่าแสดงความเป็นกรดหรือด่าง แต่ค่าการนำไฟฟ้านั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานที่เก็บตัวอย่าง จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดนี้ได้อย่างชัดเจน

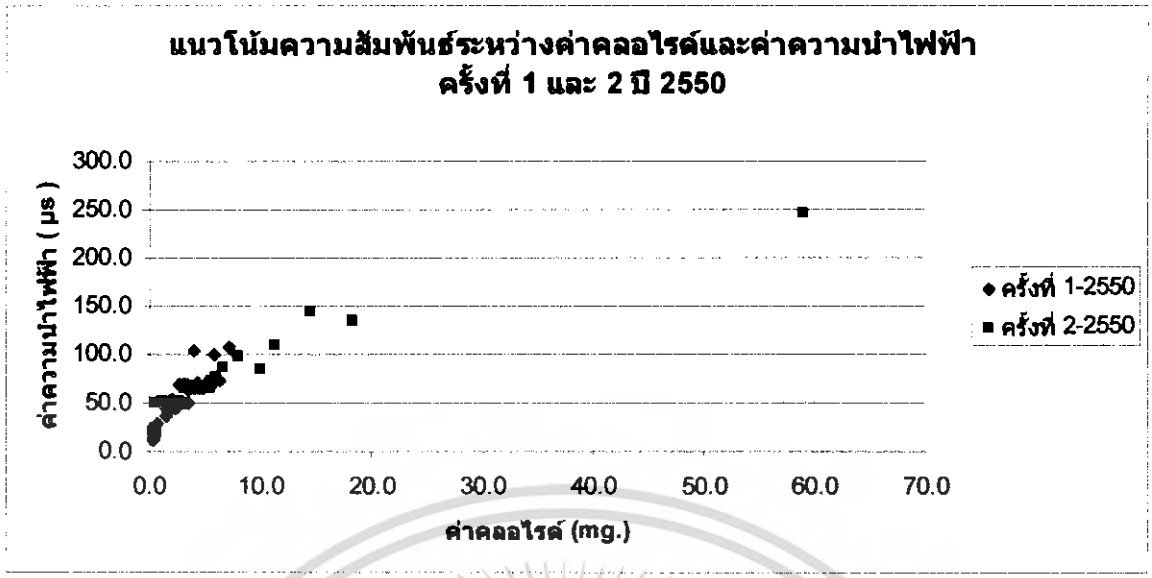


รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่า pH

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของทั้ง 2 ฤดู ปี 2550 นั้นส่วนมากอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนมากนั้นจะอยู่ในระดับปรกติคือไม่แสดงค่าแสดงความเป็นกรดหรือด่าง แต่ค่าการนำไฟฟ้านั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานที่เก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.4. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความนำไฟฟ้าครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550

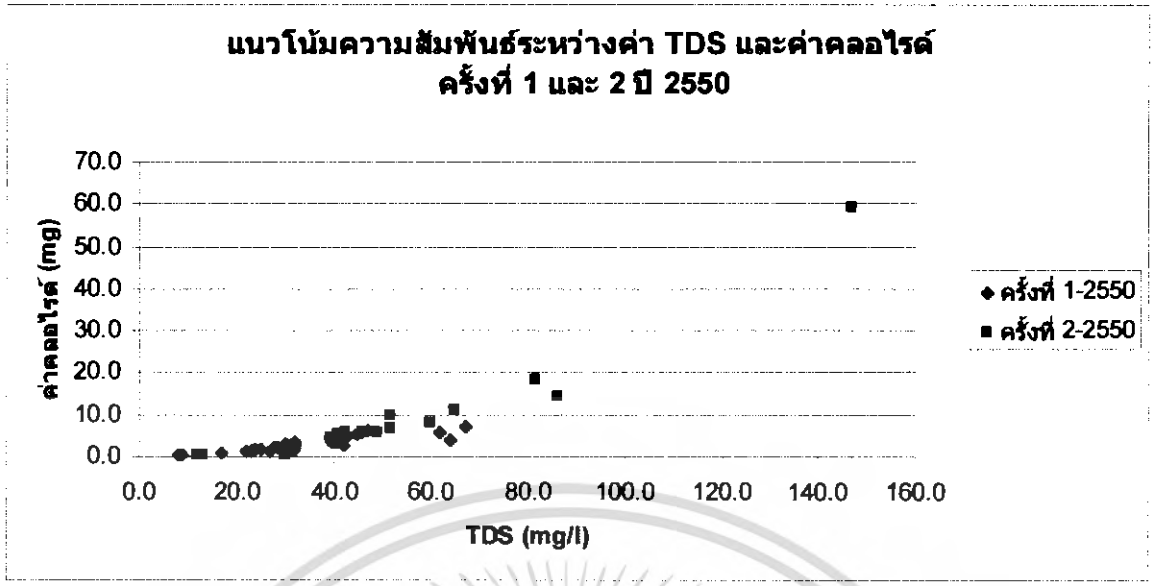


รูปที่ 4.10 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และค่าความนำไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของค่าคลอไรด์ที่มีต่อค่าความนำไฟฟ้าของทั้ง 2 ฤดู ปี 2550 นั้น มีแนวโน้มเดียวกัน เนื่องจากค่าคลอไรด์เป็นสารประกอบของเกลือ ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า จึงสามารถสรุปได้ว่าค่าความนำไฟฟ้าจะสูงเมื่อมีค่าของปริมาณค่าคลอไรด์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.5. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่า TDSครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550

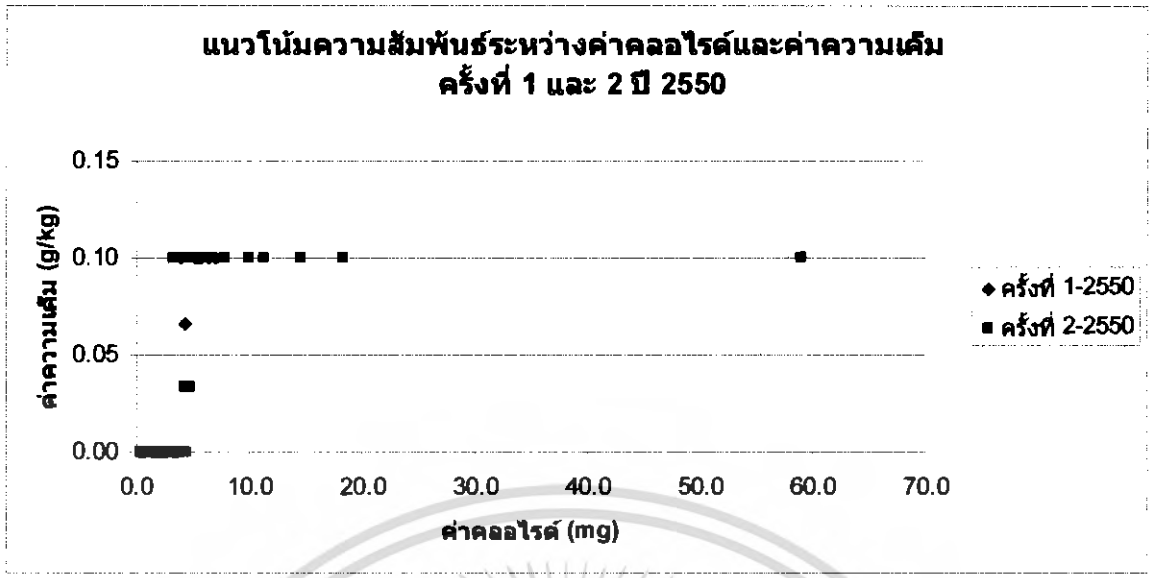


รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์และค่า TDS

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ของค่าคลอไรด์จะแปรผันตามค่า TDS หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ โดยจากทั้ง 2 ฤดู ของปี 2550 นั้นมีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน คือค่าคลอไรด์จะแปรตามค่า TDS เนื่องจากค่าคลอไรด์ในแหล่งน้ำธรรมชาติมาจากน้ำเสียที่ปล่อยจากบ้านเรือนต่างๆหรือการทำการเกษตร ซึ่งอาจมีปริมาณของแข็งที่เป็นสารประกอบคลอไรด์ปนเปื้อนอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.6. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความเค็มครั้งที่ 1 และ 2 ปี2550



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอไรด์ และ ค่าความเค็ม

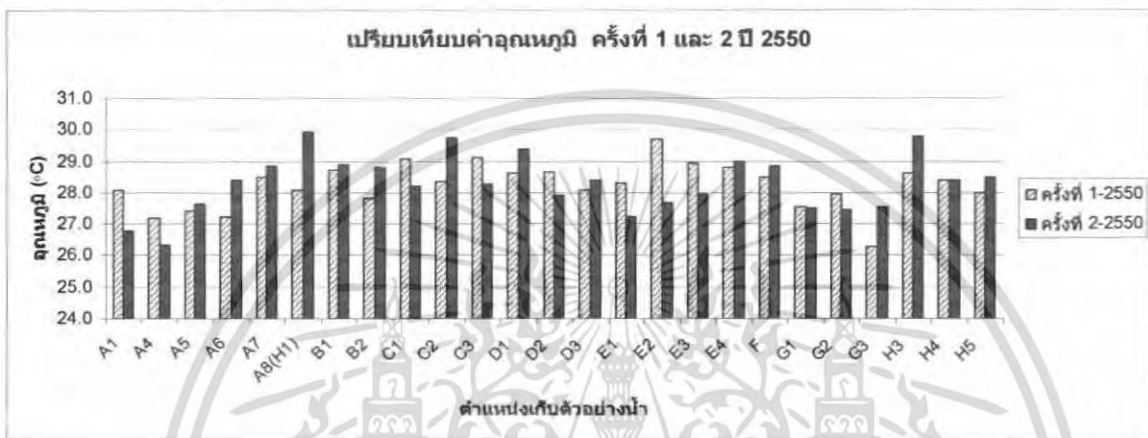
จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นได้ว่าค่าคลอไรด์ที่ได้จากทั้ง 2 ฤดู ในปี 2550 นั้นมีแนวโน้มเดียวกันโดย แปรผันตามค่าความเค็ม เนื่องจากเกลือนั้นเป็นสารประกอบคลอไรด์ที่แสดงออกมาในรูปความเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2. การวิเคราะห์และผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งหมด

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาค่าต่างๆที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด ซึ่งผลการทดสอบน้ำค่าต่างๆ มีดังนี้

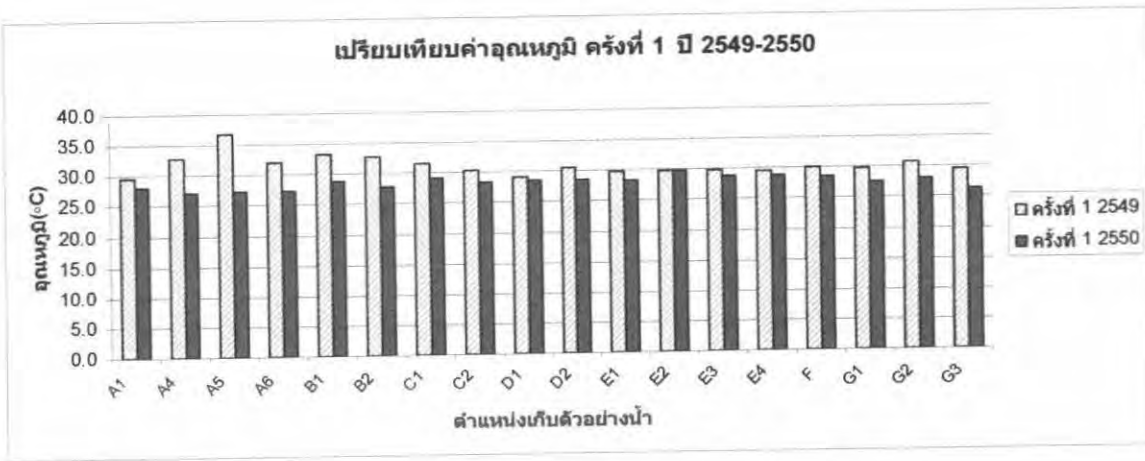
4.3.2.1. อุณหภูมิ



รูปที่ 4.13 แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมดครั้งที่ 1-2 ปี 2550

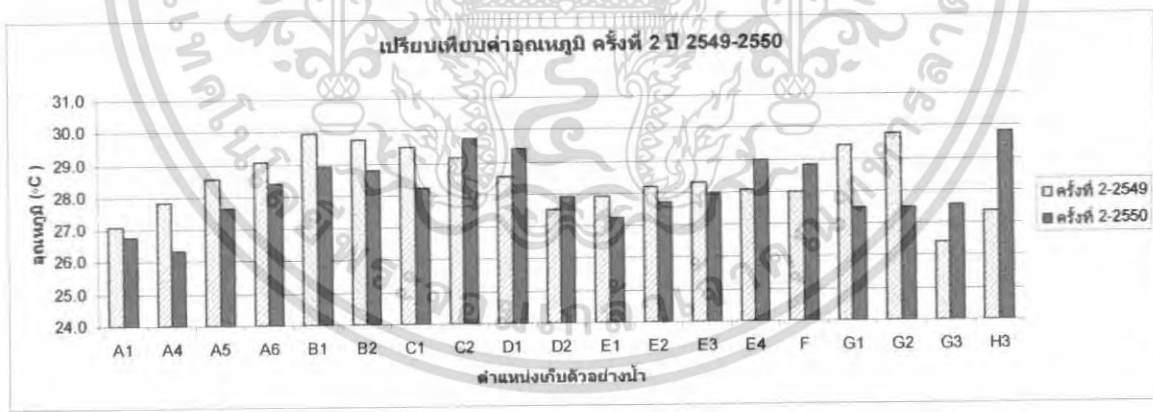
จากรูปที่ 4.13 จะพบว่า การทดสอบค่าอุณหภูมิน้ำของทั้ง 2 ฤดูนั้น มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ณ จุดที่ตำแหน่งเดียวกัน และโดยรวมแล้วมีค่าอุณหภูมิที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 26 – 30 °C จึงทำให้กราฟที่ได้นั้นมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งในจุดที่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิ, ช่วงเวลา, ฤดูกาล, ระดับความสูง รวมไปถึงสภาพแวดล้อมรอบลำน้ำที่ใช้ในการเก็บ ตัวอย่างน้ำนั้นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด

จากรูปที่ 4.14 จะพบว่า การทดสอบค่าอุณหภูมิน้ำของทั้ง 2 ปีนั้น มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ณ จุดที่ตำแหน่งเดียวกัน และโดยรวมแล้วมีค่าอุณหภูมิที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 26 – 30 °C จึงทำให้กราฟที่ได้นั้นมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งในจุดที่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิในวันที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกัน หรือช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บ ตัวอย่างน้ำนั้นแตกต่างกัน

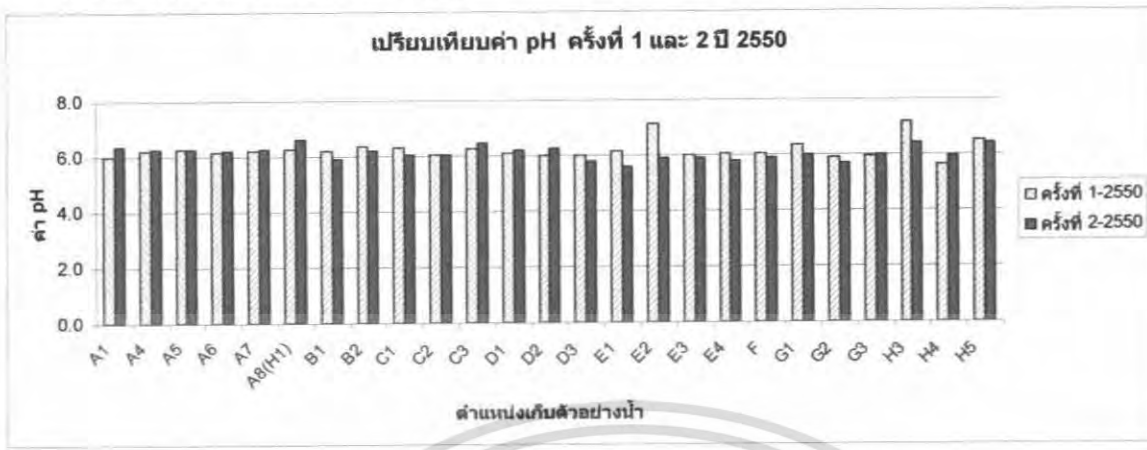


รูปที่ 4.15 แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด

จากรูปที่ 4.15 จะพบว่า การทดสอบค่าอุณหภูมิน้ำของทั้ง 2 ปีนั้น มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ณ จุดที่ตำแหน่งเดียวกัน และโดยรวมแล้วมีค่าอุณหภูมิที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 26 – 30 °C จึงทำให้กราฟที่ได้นั้นมีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งในจุดที่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิในวันที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกัน หรือช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บ ตัวอย่างน้ำนั้นแตกต่างกัน

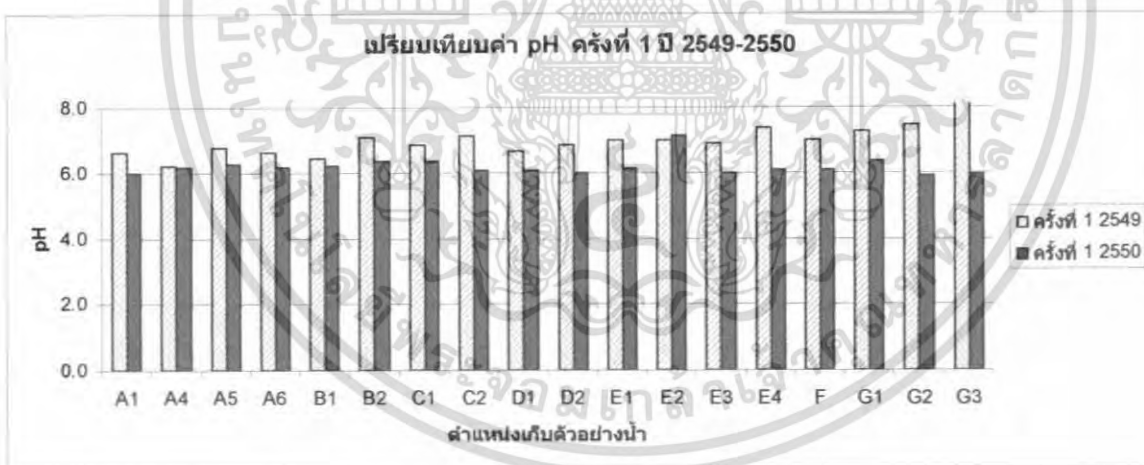
เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)



รูปที่ 4.16 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

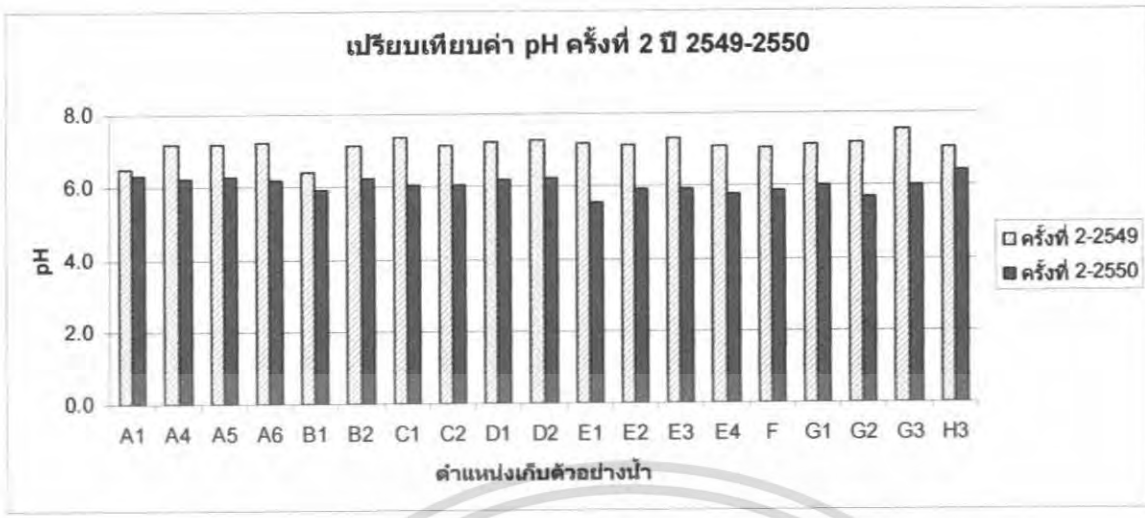
จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของทั้ง 2 ฤดู ณ จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำเดียวกันนั้น อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 2 และโดยรวมแล้วนั้นมีค่า pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูกาล



รูปที่ 4.17 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของทั้ง 2 ปี ณ จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำเดียวกันนั้น อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 2 และโดยรวมแล้วนั้นมีค่า pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

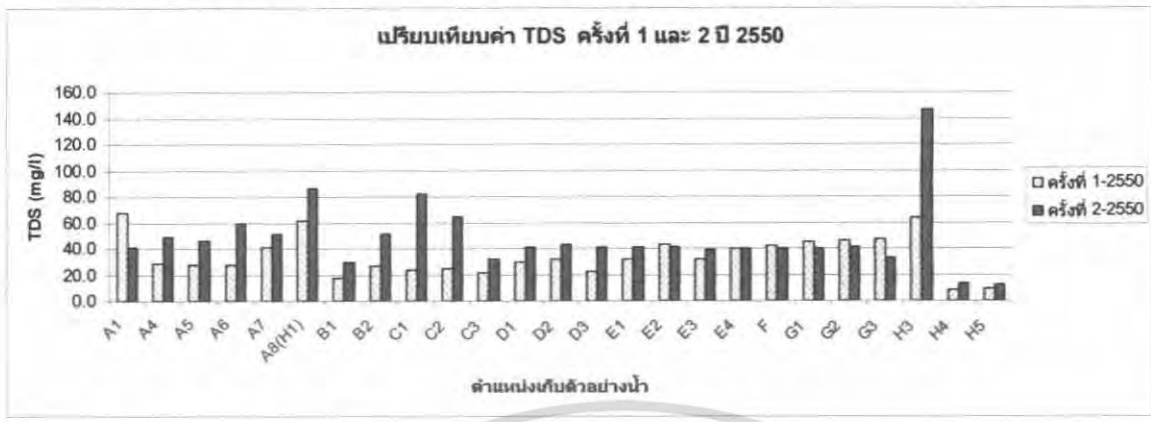


รูปที่ 4.18 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของทั้ง 2 ปี ณ จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำเดียวกันนั้นอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 2 และโดยรวมแล้วนั้นมีค่า pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

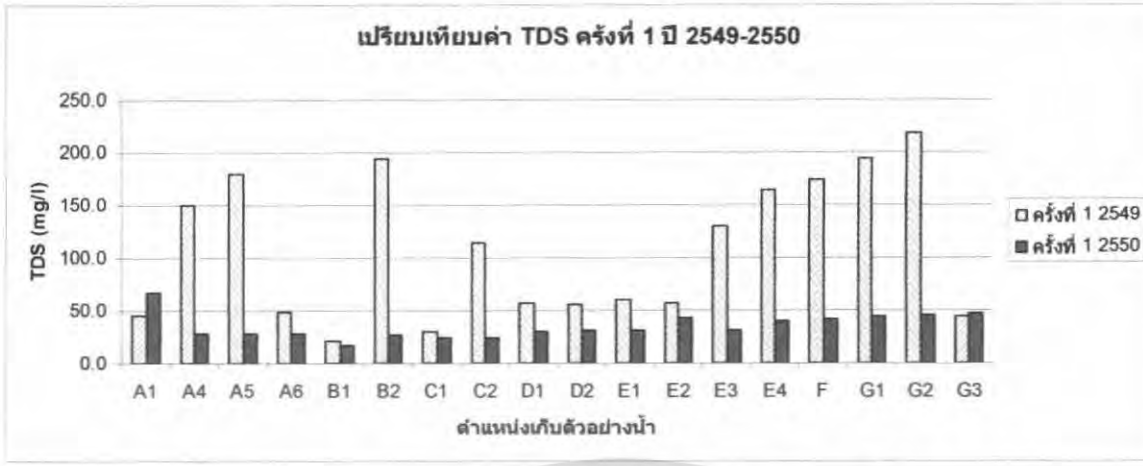
4.3.2.3. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)



รูปที่ 4.19 แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าค่า TDS ที่วัดได้ของทั้ง 2 ฤดูกาล ในแต่ละตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งความแตกต่างของค่า TDS ในแต่ละตำแหน่ง เป็นผลอันเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ สำหรับแหล่งน้ำที่อยู่ในเขตพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อยู่อาศัย จะพบว่าค่า TDS ที่ตรวจพบได้จะมีค่าสูงกว่าแหล่งน้ำที่อยู่ห่างจากแหล่งเกษตรกรรม โดยการวัดค่า TDS เพื่อทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่าง 2 ฤดูกาล พบว่าในครั้งที่ 2 มีค่าโดยเฉลี่ยสูงกว่าครั้งที่ 1 เป็นผลอันเนื่องมาจากการสำรวจในครั้งที่ 2 อยู่ในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำจึงมีความเข้มข้นสูงกว่าในครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน สำหรับในครั้งที่ 1 จุดที่ตรวจพบค่า TDS มีค่าสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่ง A1 อำเภอธาตุพนม และจุดที่ที่ตรวจพบค่า TDS มีค่าน้อยสุดอยู่ที่ตำแหน่ง H4 บ้านนางาม ในการสำรวจครั้งที่ 2 จุดที่ตรวจพบค่า TDS มีค่าสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่ง H3 บ้านดงมะเอก และจุดที่ตรวจค่า TDS มีค่าน้อยสุดอยู่ที่ตำแหน่ง H5 บ้านนาโดนเก่า จากแผนที่ตำแหน่ง A1และ H3 เป็นจุดที่ตรวจพบค่า TDS สูงที่สุดในแต่ละครั้ง เนื่องจากเป็นจุดที่ตั้งอยู่บริเวณเทศบาลธาตุพนม และเทศบาลเรณูนคร ซึ่งเป็นเขตพื้นที่อยู่อาศัยประชากรหนาแน่น และเมื่อสังเกตจากรูปแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำพบว่ามีวัชพืชปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น จึงส่งผลกระทบทำให้ค่า TDS มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น

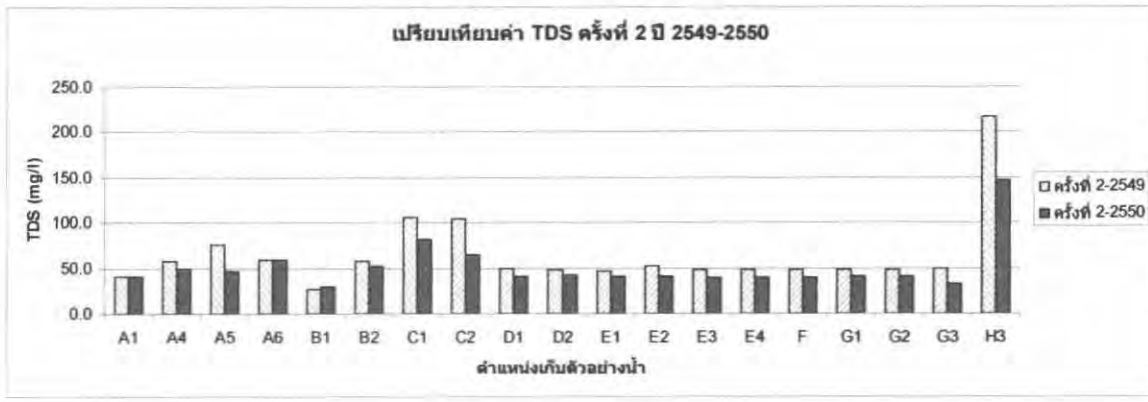
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นได้ว่าค่า TDS ของทั้ง 2 ปีในช่วงเดือนสิงหาคมมีค่าความแตกต่างในแต่ละตำแหน่งในทิศทางเดียวกัน คือ ปี 2549 จะมีค่า TDS สูงกว่าปี 2550 แทบทุกค่ายกเว้นในบริเวณ A1 และ G3 ที่ปี 2549 มีค่าสูงกว่าปี 2550 อาจเป็นผลมาจากปริมาณฝนที่ตกของทั้ง 2 ปีมีค่าไม่เท่ากัน คือปี 2549 มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า ทำให้ค่า TDS มากกว่าปี 2550 ในปี 2549 บริเวณที่มีค่า TDS มากที่สุด คือตำแหน่ง G2 ที่บริเวณบึงสูตร เป็นผลมาจากบริเวณดังกล่าวตรวจพบค่าความเค็มสูงที่สุดจึงเกิดสารปนเปื้อนมากกว่าบริเวณอื่น และบริเวณที่มีค่า TDS น้อยที่สุด คือตำแหน่ง B1 ที่บริเวณสะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ บ้านนางเลิศ ส่วนในปี 2550 บริเวณที่มีค่า TDS มากที่สุด คือตำแหน่ง A1 ที่บริเวณสะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช เมื่อสังเกตจากรูปแสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำพบว่าน้ำมีความขุ่นสูงเนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง กระแสน้ำไหลแรงเกิดการกัดเซาะจึงมีดินโคลน ปนเปื้อนอยู่ในน้ำมาก และบริเวณที่มีค่า TDS น้อยที่สุด คือตำแหน่ง B1 ที่บริเวณสะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ จะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่ง B1 จะมีค่า TDS น้อยที่สุดของทั้ง 2 ปี ซึ่งอาจสรุปได้ว่า แหล่งน้ำบริเวณนี้อาจอยู่ไกลจากแหล่งชุมชนมากที่สุดและไม่เกิดค่าความเค็มในน้ำและดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

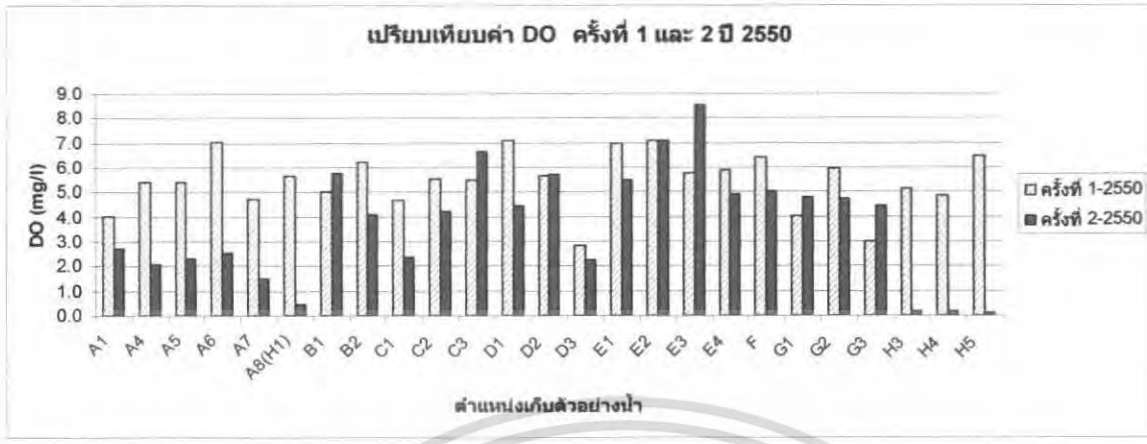


รูปที่ 4.21 แสดงค่า TDS จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.21 แสดงให้เห็นได้ว่าค่า TDS ของทั้ง 2 ปี ในเดือนตุลาคม มีค่าความแตกต่างในแต่ละตำแหน่งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปี 2549 จะมีค่า TDS สูงกว่าปี 2550 แทบทุกค่า เช่นเดียวกันกับในครั้งที่ 1 แต่จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของครั้งที่ 2 นี้มีน้อยกว่าในครั้งที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด เนื่องมาจากเป็นเดือนที่ฝนตกน้อยปริมาณน้ำจึงแตกต่างกันไม่มากนักในแต่ละปี จึงทำให้ค่า TDS ที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งในการสำรวจทั้ง 2 ครั้งได้ผลที่ตรงกัน คือตำแหน่งที่ค่า TDS มีค่าสูงที่สุด อยู่ที่ตำแหน่ง H3 บริเวณสะพานคอนกรีต บ้านดงมะเอก อำเภอเรณูนคร ซึ่งสาเหตุน่าจะมาจากสภาพลำน้ำมีวัชพืชปกคลุมหนาแน่น ทำให้มีเศษวัชพืชที่เน่าเปื่อยปะปนอยู่ และที่บริเวณบ้านดงมะเอกเป็นจุดที่ตรวจพบดินเค็มจึงส่งผลกระทบทำให้ค่า TDS ของแหล่งน้ำบริเวณนั้นมีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)



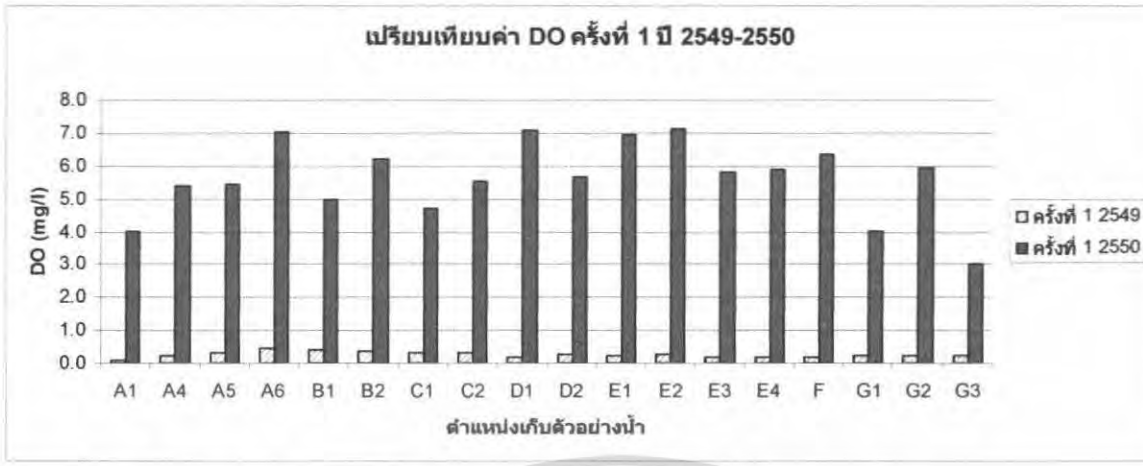
รูปที่ 4.22 แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.22 จะพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือค่า DO นั้น ในช่วงตำแหน่ง B-G คือบริเวณ อำเภอนาแก อำเภอโคกศรีสุพรรณ และอำเภอโพนนาแก้ว มีการวัดค่าได้ใกล้เคียงกัน ยกเว้นที่ตำแหน่ง D3 ที่วัดค่า DO ได้ต่ำกว่าจุดอื่นในบริเวณใกล้เคียงกันซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์สภาพลำน้ำแล้วพบว่าลำน้ำมีขนาดเล็ก น้ำนิ่ง อีกทั้งยังมีวัชพืชปกคลุมอยู่ที่ผิวน้ำจึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีน้อย

ส่วนในตำแหน่ง A1-A8 คือบริเวณ อำเภอธาตุพนมค่าที่วัดได้ของทั้งสองครั้งมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก และที่ตำแหน่ง A8 มีค่าแตกต่างกันมากที่สุด เนื่องจากบริเวณนั้นมีสภาพเป็นฝายน้ำล้น ซึ่งในการวัดค่าครั้งที่ 1 ปริมาณน้ำมีมากเกิดน้ำล้นเป็นการเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้นค่าที่วัดได้จึงแตกต่างกัน

สุดท้ายที่ตำแหน่ง H3, H4 และH5 บริเวณอำเภอเรณูนคร ค่า DO ของครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความแตกต่างกันมากที่สุดเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น ซึ่งอาจเกิดจากการถ่ายเทน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ค่า DO ที่วัดได้แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

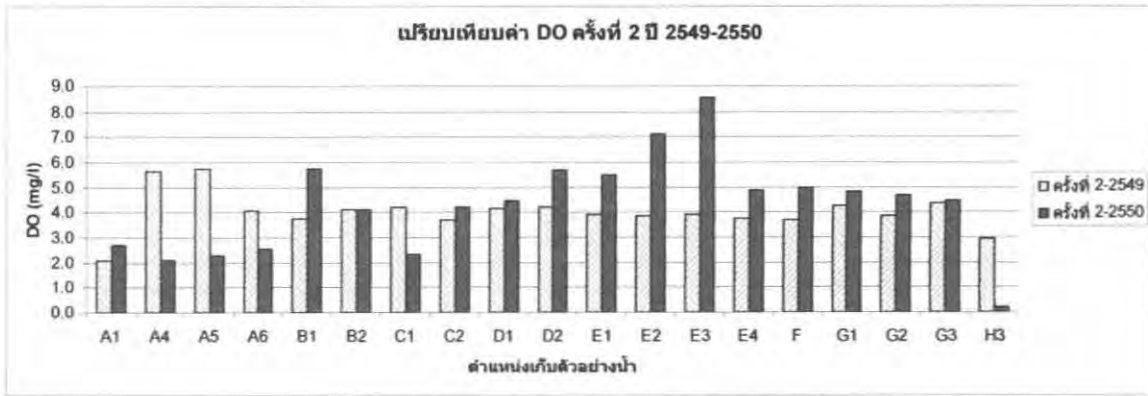
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.23 จะพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือค่า DO มีค่าความแตกต่างของทั้ง 2 ปีมากอย่างเห็นได้ชัด คือครั้งที่ 1 ในทุกตำแหน่งมีค่าประมาณ 0.1-0.4 mg/l เท่านั้น ส่วนครั้งที่ 2 นั้น ไม่มีตำแหน่งใดที่มีค่าต่ำกว่า 3.0 mg/l ทั้งที่ทำการสำรวจในบริเวณเดิมและช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งค่าที่ต่างกันมากนี้อาจเป็นผลมาจากการวัดค่ามีความผิดพลาด หรือสภาวะอากาศที่แตกต่างกันมากในปี 2549 และปี 2550 ทำให้ค่า DO ที่วัดได้แตกต่างกันอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

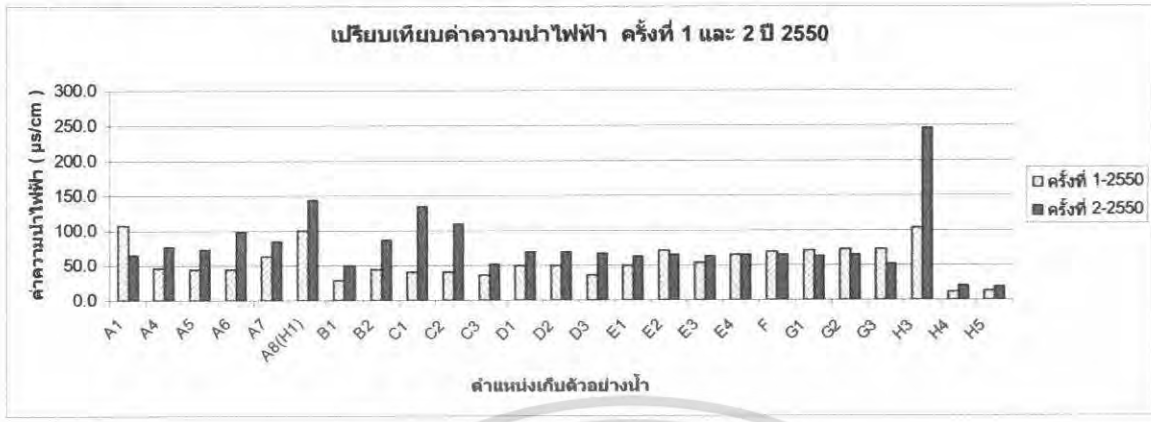


รูปที่ 4.24 แสดงค่า DO จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่4.24 จะพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือค่า DO ที่ทำการเปรียบเทียบในช่วงเดือนตุลาคมของทั้ง 2 ปี มีค่าความแตกต่างไม่มากเท่าช่วงเดือนสิงหาคม ค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกันในแต่ละจุด ยกเว้นตำแหน่ง H3 ที่บริเวณบ้านดงมะเอก ค่าความแตกต่างมีมากกว่าบริเวณอื่น คือในปี 2550 มีค่าต่ำมากวัดได้ 0.18 mg/l เท่านั้น ส่วนในปี 2549 วัดได้ 3.0 mg/l อาจเป็นผลเนื่องมาจาก บริเวณดังกล่าวมีวัชพืชปกคลุมอยู่หนาแน่น ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมีค่าน้อย ซึ่งในบริเวณนี้ตอนที่ทำการวัดค่า TDS ก็ได้ค่าที่สูงมาก สอดคล้องกับค่า DO ที่ต่ำกว่าบริเวณอื่น ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างสมเหตุสมผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

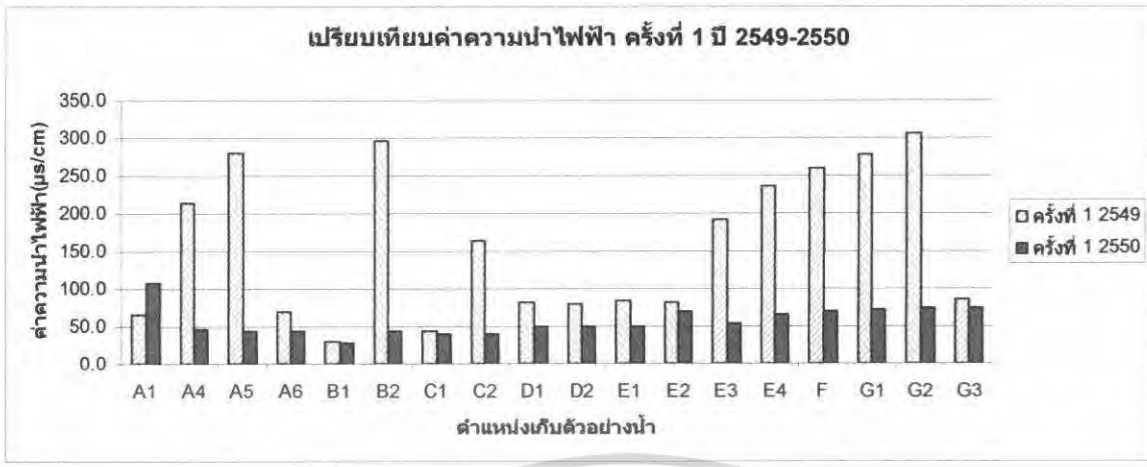
4.3.2.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)



รูปที่ 4.25 แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่4.25 พบว่าค่าความนำไฟฟ้าที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาทดสอบเพื่อทำ การเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูจะสังเกตได้ว่าในการเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งที่ 2 ช่วงเดือนตุลาคม สามารถวัดความวัดค่าความนำไฟฟ้าโดยเฉลี่ยจะสูงกว่าการเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับค่า TDS ที่วัดได้ เช่นกัน และตำแหน่งที่ตรวจพบค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง H3 ที่บ้านดงมะกอก จากการสังเกตลำน้ำบริเวณนี้ จะมีวัชพืชปกคลุม อยู่หนาแน่น เศษวัชพืชที่ปนอยู่ในน้ำทำให้ค่า TDS มีค่าสูง จึงเกิดการนำไฟฟ้าได้ดี ตำแหน่งที่วัดค่าการนำไฟฟ้าได้ต่ำสุดอยู่ที่ตำแหน่ง H4 และ H5 อำเภอธาตุพนม และค่า TDS ที่วัดได้จากจุดนี้ ก็มีค่าต่ำเช่นกัน เนื่องจากสภาพลำน้ำบริเวณนี้มีการทำเกษตรกรรมอยู่น้อย จึงไม่ค่อยมีสารปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ

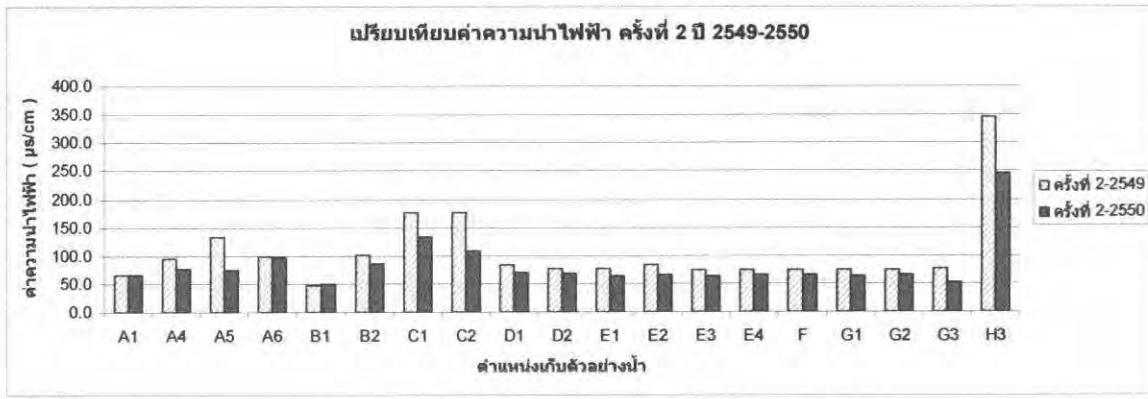
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.26 พบว่าค่าความนำไฟฟ้าที่ได้ทำการตรวจวัดในช่วงเดือนสิงหาคม ของปี 2549 และ ปี2550 มีความแตกต่างกัน ค่อนข้างมาก โดยในปี 2549 ค่าความนำไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่า TDS ที่ได้ทำการเปรียบเทียบเช่นกัน ค่าความนำไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรผันตรงกับค่า TDS ในทุกจุดของทั้ง 2 ปี และในปี 2549 ตำแหน่งที่วัดค่าความนำไฟฟ้าได้สูงที่สุดอยู่ที่ G2 บริเวณบึงสูตร ซึ่งค่าความเค็มที่ตำแหน่งนี้มีค่าสูงที่สุดเช่นกัน ตำแหน่งที่วัดค่าความนำไฟฟ้าได้น้อยที่สุด อยู่ที่ B1 อำเภอนาแก และในบริเวณนี้ ยังตรวจไม่พบค่าความเค็มอีกด้วย ในปี 2550 ตำแหน่งที่ตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง A1 เขตอำเภอธาตุพนม ลักษณะลำน้ำมีวัชพืชปกคลุมอยู่ 2 ข้างทาง ลำน้ำตื้นเขิน ความขุ่นสูง และตำแหน่งที่วัดค่าความนำไฟฟ้าได้น้อยที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง B1 เช่นเดียวกับในปี 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

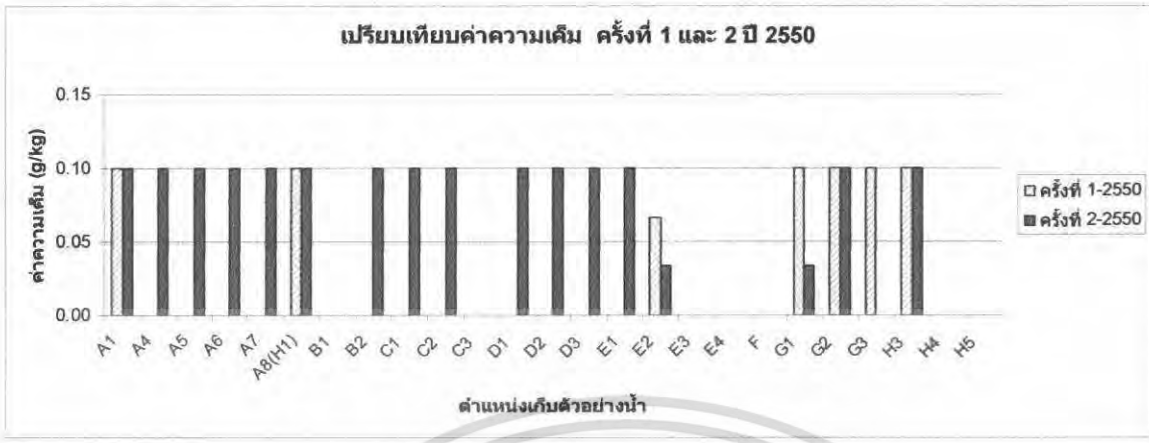


รูปที่ 4.27 แสดงค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่าความนำไฟฟ้าในช่วงเดือน ตุลาคม ปี2549และปี2550 พบว่าในแต่ละตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในปี 2549 ค่าความนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย และตำแหน่งที่ตรวจพบค่าความนำไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง H3 ที่บ้านดงมะกอก ซึ่งในบริเวณนี้ยังตรวจพบค่าความเค็มได้สูงที่สุด ส่วนตำแหน่งที่วัดค่าความนำไฟฟ้าได้น้อยที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง B1 อำเภอนาแก ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบรูปที่ 4.71 ในช่วงเดือนสิงหาคม ทำให้วิเคราะห์ได้ว่าบริเวณนี้ ไม่เกิดดินเค็มและน้ำเค็มตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

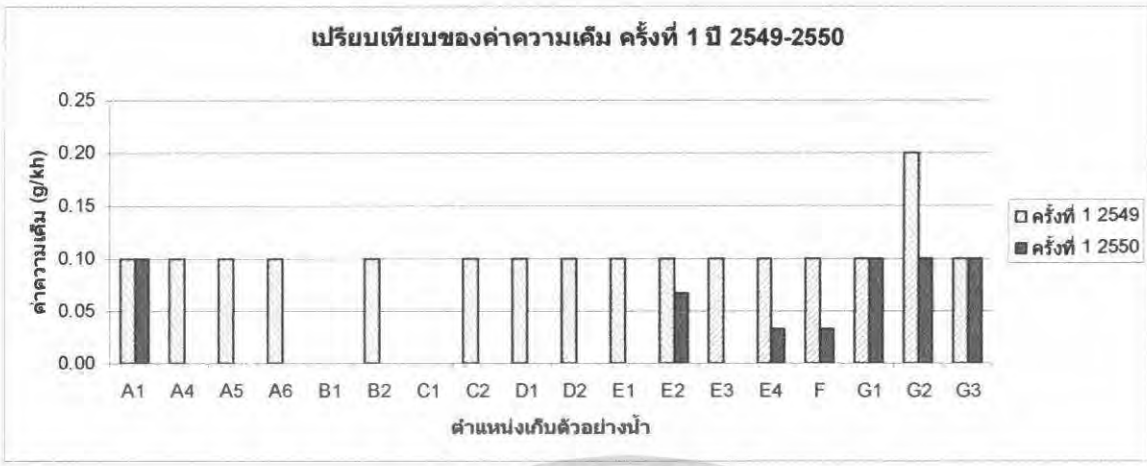
4.3.2.6. ค่าความเค็ม (Salinity)



รูปที่ 4.28 แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.28 จะพบว่าค่าความเค็มที่ตรวจพบจากทั้ง 2 ฤดู ณ ที่ตำแหน่งเดียวกันในการสำรวจครั้ง 2 มีการตรวจพบค่าความเค็มในตำแหน่งต่างๆ มากกว่าในการสำรวจในครั้งที่ 1 ซึ่งค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้มีค่าไม่เกิน 0.1 g/kg ในทุกจุด และจุดที่ตรวจพบค่าความเค็มเหมือนกันทั้ง 2 ครั้งอยู่ที่บริเวณ เขตเทศบาลธาตุพนม เทศบาลเรณูนคร และอำเภอโพนนาแก้ว โดยในตำแหน่ง A1, A8, E2 เป็นความเค็มที่เกิดเนื่องมาจากจากย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเนื่องจากการเลี้ยงสัตว์, ย่อยสลายของซากพืชและวัชพืช รวมไปถึงการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนโดยรอบลำน้ำ ตำแหน่ง G1, G2, G3 เป็นตำแหน่งที่พบความเค็มโดยในตำแหน่ง G2 เป็นตำแหน่งที่ตรวจพบความเค็มเกือบทุกครั้งและส่งน้ำต่อให้ตำแหน่ง G1 โดยค่าความเค็มบริเวณนี้เกิดขึ้นเนื่องมาจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเนื่องจากมีพืชใต้น้ำเยอะและมีประชากรอาศัยอยู่โดยรอบ ในตำแหน่ง H3 เป็นตำแหน่งที่เค็มเนื่องมาจากชั้นเกลือหินที่อยู่ใต้ดิน เนื่องจากเป็นจุดที่ตรวจพบดินเค็มบริเวณนี้ (บ้านดงมะเอก)

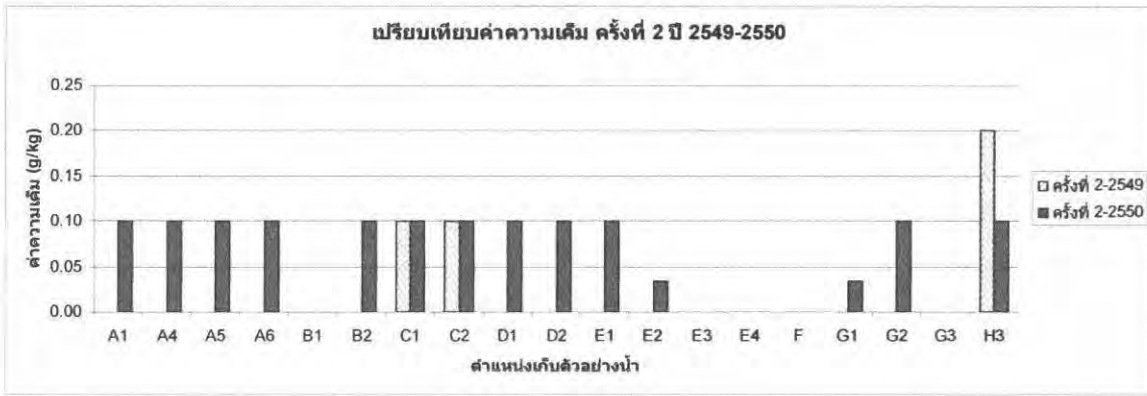
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่4.29 พบว่าค่าความเค็มที่ตรวจพบในช่วงเดือนเดียวกันของแต่ละปี ในปี 2549 มีการตรวจพบจุดที่เกิดค่าความเค็มมากกว่าในปี 2550 ค่าความเค็มที่ตรวจพบนั้นมีค่าไม่เกิน 0.1 g/kg และตำแหน่งที่วัดค่าความเค็มได้สูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง G2 ที่บริเวณบึงสูตร สำหรับจุดที่ตรวจพบค่าความเค็มในทั้ง 2 ปี อยู่ที่บริเวณ เทศบาลธาตุพนม และอำเภอโพนนาแก้ว โดยมากแล้วเค็มเนื่องมาจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์เนื่องจากซากพืช ซากสัตว์ และการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนโดยรอบ ซึ่งสอดคล้องกันกับผลการเปรียบเทียบจากรูปที่ 4.28 ทำให้อาจสรุปได้ว่าบริเวณดังกล่าวเกิดค่าความเค็มอยู่จริงตามแหล่งน้ำและดินในธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.30 จะพบว่าการตรวจวัดค่าความเค็มในฤดูกาลเดียวกันของทั้ง 2 ปี ที่ตำแหน่งเดียวกัน ในปีล่าสุดคือปี 2550 มีการตรวจพบจุดที่เกิดความเค็มเพิ่มขึ้นจากปี 2549 ซึ่งค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้มีค่าไม่เกิน 0.1 g/kg ในทุกจุด และปี 2549 จุดที่ตรวจพบค่าความเค็มสูงที่สุดอยู่ที่ตำแหน่ง H3 บริเวณบ้านดงมะเอก เทศบาลเรณูนคร มีค่าความเค็ม 0.2 g/kg ทำให้สรุปได้ว่าบริเวณดังกล่าวเกิดค่าความเค็มขึ้นในน้ำเนื่องจากสภาพดินที่เค็มดิน อีกทั้งในบริเวณนี้ยังเป็นจุดที่ตรวจพบค่าความเค็มในทั้ง 2 ครั้ง จึงทำให้ผลการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.7. ค่าคลอไรด์ (Chloride)

รูปที่ 4.31 แสดงค่าคลอไรด์จากการทดสอบตัวอย่างน้ำ

จากรูปที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบค่าคลอไรด์ที่ตรวจพบในครั้งที่ 1 ช่วงเดือนสิงหาคม และครั้งที่ 2 เดือนตุลาคม ปี 2550 จะพบว่าค่าคลอไรด์ของทั้งสองครั้งแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่ง โดยรวมแล้วค่าคลอไรด์ที่วัดได้ในครั้งที่ 2 จะสูงกว่าในครั้งที่ 1 เช่นเดียวกับค่าความเค็มที่สามารถตรวจพบตำแหน่งที่เกิดความเค็มในครั้งที่ 2 มากกว่าครั้งที่ 1 เนื่องจากปริมาณน้ำในช่วงเดือนตุลาคมน้อยกว่าเดือนสิงหาคม ปริมาณคลอไรด์จึงเข้มข้นกว่า อีกทั้งในบริเวณ H3 ยังเป็นจุดที่วัดค่าคลอไรด์ได้สูงที่สุดเช่นเดียวกับค่าความเค็ม เนื่องจากที่ตำแหน่ง H3 บริเวณบ้านดงมะเอกเป็นจุดที่ตรวจพบดินเค็ม ส่งผลกระทบทำให้ค่าความเค็มกระจายตัวมายังแหล่งน้ำ จึงทำให้ค่าคลอไรด์ตำแหน่งนี้ตรวจวัดได้สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบเพื่อทำการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในตัวอย่างน้ำที่เก็บมาเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ สามารถสรุปผลเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการใช้ทรัพยากรแหล่งน้ำตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1. คุณภาพของน้ำผิวดิน

จากการศึกษาคุณภาพของน้ำผิวดินและลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะค่าความเค็มของแหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำจะพบว่าคุณภาพของน้ำผิวดินได้ค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำผิวดินโดยทั่วไป โดยตำแหน่งต่างๆของพื้นที่ที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ตามแนวลำน้ำก่ำจนถึงหนองหานซึ่งเป็นต้นน้ำ จากการทดสอบตรวจหาค่าความเค็มพบว่า ค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดไม่เกิน0.1 g/kg ซึ่งบริเวณที่สามารถตรวจพบค่าความเค็ม ได้แก่ บริเวณห้วยแคน ซึ่งเป็นบริเวณที่ห้วยแคนจะไหลไปรวมกับลำน้ำก่ำ บริเวณหนองตุ บ้านเหล่ากกดาล อำเภอธาตุพนม ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่, บริเวณลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย กิ่งอำเภอวังยาง, บริเวณลำน้ำก่ำ ที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างบึงไฮกับบึงแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร, บริเวณบึงสูตร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นจุดที่บึงสูตรรับน้ำมาจากหนองหาน, บริเวณหนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นจุดต้นน้ำที่สำคัญและมีขนาดใหญ่ และสุดท้ายที่ บริเวณบ้านดงมะเอก อำเภอเรณูนคร แต่ในการสำรวจครั้งที่ 2 ได้มีตรวจพบตำแหน่งที่เกิดความเค็มเพิ่มขึ้น ได้แก่ บ้านน้ำก่ำ บ้านหัวดอน บ้านดงขุนคราม อำเภอธาตุพนม ,สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ อำเภอนาแก , บ้านพระซอง บัง บ้านแขนนาง อำเภอเรณูนคร , บ้านพิมานท่า บ้านนาแก อำเภอนาแก , บ้านหนองเรือทอง บ้านหัวภูธร กิ่งอำเภอวังยาง ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าในครั้งที่ 2 นั้นได้ทำการสำรวจในฤดูแล้ง น้ำค่อนข้างน้อย จึงทำให้เกิดความเข้มข้นของเกลือในหลายพื้นที่ ต่างจากครั้งแรกซึ่งสำรวจในฤดูฝน น้ำหลากและมีปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ดี ค่าความเค็มก็ยังคงมีค่าสูงสุดไม่เกิน 0.1 g/kg เช่นกัน ซึ่งน้อยกว่าในปี 2549

ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดค่าความเค็มในแหล่งน้ำมีดังต่อไปนี้ จากการสัมผัสของน้ำกับแร่ธาตุ ดินและหินต่าง ๆ จากชั้นบรรยากาศเมื่อเกิดปรากฏการณ์ฝนตก จากการใช้ชีวิตประจำวันของแหล่งชุมชน และจากที่ได้ทำการลงสำรวจพื้นที่ จึงสามารถทำให้สรุปได้ว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้แหล่งน้ำเกิดค่าความเค็มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากชั้นเกลือหินที่อยู่ลึกลงไปใต้ดิน จึงทำให้ดินในบริเวณนั้นเกิดค่าความเค็มส่งผลกระทบมายังแหล่งน้ำ และในบริเวณลำน้ำที่มีการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้น จึงเกิดการกระจายตัวของความเค็มออกไปยังพื้นที่ข้างเคียง ส่วนในปัจจัยทางด้านที่เกิดจากแหล่งชุมชนนั้น อาจเกิดขึ้นได้บ้างแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดค่าความเค็มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากบริเวณที่ทำการสำรวจมีการอยู่อาศัยอย่างเบาบาง เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ในกรุงเทพมหานครที่น่าจะเกิดค่าความเค็มมากกว่านี้ อีกทั้งทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ก็มีการอยู่อาศัย ทำการเกษตรกรรม เลี้ยงสัตว์ และใช้ประโยชน์ที่ดินคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจ แต่ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความเค็มกระจายตัวลงในแหล่งน้ำ ทำให้สรุปได้ว่าปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนปัจจัยหลักจึงมาจากชั้นเกลือหินที่อยู่ลึกลงไปใต้ดินนั่นเอง

5.2. ปริมาณของน้ำผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ

จากการศึกษาทางด้านปริมาณน้ำผิวดินและลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำก่ำพบว่าตามแนวลุ่มน้ำก่ำไปจนถึงต้นน้ำคือหนองหาน เป็นลำน้ำที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่ มีความลึกพอสมควรคือส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 4-6 เมตร ในช่วงที่มีฝนตกชุกทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำอยู่ในระดับที่สูง กระแสน้ำไหลเชี่ยว สังเกตความขุ่นของน้ำได้อย่างชัดเจน แต่ในช่วงฤดูแล้งน้ำลดลงไปอย่างมาก ทำให้ในบางพื้นที่แทบจะไม่มีน้ำเหลือเลย ลักษณะของลำน้ำมีความคดเคี้ยวไปมาตามความยาวของลำน้ำ พื้นที่หน้าตัดในแต่ละช่วงไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเกิดการกัดเซาะตลิ่งในบางช่วงของลำน้ำ ทำให้อัตราการไหลเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามภูมิประเทศตามแนวสองฝั่งของลำน้ำ

จากการที่ได้ไปทำการศึกษาในช่วงฤดูกาลที่มีฝนตกชุก และในฤดูแล้งจึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและทางด้านปริมาณน้ำผิวดินที่มีอยู่ภายในลำน้ำก่ำ ดังนั้นทางคณะวิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการทำการทดสอบในแต่ละช่วงฤดูกาลอีกครั้งคือในช่วงเดือนมีนาคมเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาลุ่มน้ำดังกล่าวได้

5.3. การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพของแหล่งน้ำและดิน ในบริเวณลุ่มน้ำก่ำและเขตพื้นที่ชลประทานได้อย่างเหมาะสม จากการศึกษาการกระจายตัวของความเค็ม ยังเป็นการศึกษาถึงผลกระทบในการสร้างอ่างเก็บน้ำที่จะทำให้เกิดการกระจายตัวของความเค็มไปยังพื้นที่ข้างเคียงได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาก่อนที่จะเกิดขึ้นได้ และยังเป็นการนำไปพัฒนาการใช้ทรัพยากรน้ำและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำได้อย่างเหมาะสมอีกด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหา

6.1. ปัญหาจากการกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

1. จากการเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำนั้น ถูกจำกัดในเรื่องของสะพานข้ามแหล่งน้ำ เนื่องจากการเก็บน้ำจากสถานที่จริงต้องเก็บที่กึ่งกลางลำน้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บที่สะพานถึงจะทำให้เก็บตัวอย่างน้ำเป็นไปตามการวางแผนของโครงการ ซึ่งส่งผลให้การเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำถูกจำกัดทำให้เข้าถึงพื้นที่จริงได้ไม่ทั่วถึง
2. อุปสรรคจากแหล่งน้ำที่มีความลึกมาก ทำให้ไม่สามารถวัดระดับน้ำและได้จริง เนื่องจากในบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำไม่มีมาตรวัดระดับน้ำ และไม่มีประตูน้ำ

การแก้ปัญหา ทำการใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากพอ แล้วผูกเชือกที่อุปกรณ์ ทำการกำหนดระดับความลึกที่เส้นเชือก แล้วหย่อนอุปกรณ์ลงไปในน้ำให้ถึงท้องน้ำ แล้วอ่านระดับที่ระดับผิวน้ำจากเชือกที่ได้กำหนดระดับไว้

3. ปัญหาจากอุปกรณ์เก็บน้ำมีสภาพชำรุด เช่น วาล์วเปิด-ปิดน้ำชำรุด นำมาซ่อมแซมเพื่อให้สามารถใช้งานได้

การแก้ปัญหา ใช้สายยางดูดน้ำออกจากอุปกรณ์เก็บน้ำในการแก้ปัญหาเรื่องวาล์วเปิด-ปิดน้ำชำรุด

6.2. ปัญหาจากการวัดความเร็วของน้ำ

1. เนื่องจากสะพานที่ใช้วัดความเร็วของน้ำมีความสูงมากจากระดับน้ำ ทำให้เครื่องมือวัดความเร็วของน้ำมีความยาวไม่เพียงพอที่จะวัดความเร็วของน้ำ จึงทำให้ในบางจุดไม่สามารถวัดความเร็วของน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหา ในบางจุดของสะพานจะมีเรือของชาวบ้าน และให้ชาวบ้านช่วยพายเรือเพื่อที่จะไปวัดความเร็วและเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณกลางลำน้ำได้

2. เนื่องจากการวัดความเร็วของน้ำเป็นไปอย่างยากลำบากเนื่องจากเครื่องมือ ที่มีความยาวไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถวัดความเร็วได้ทุกตำแหน่ง

การแก้ปัญหา จากการที่ได้ออกปฏิบัติงานในครั้งแรกนั้น ทำให้ทราบถึงปัญหา และได้จัดการแก้ปัญหา โดยการวัดความเร็วด้วยใบไม้ และศึกษาหลักการเพิ่มเติม อย่างละเอียดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กีรติ ลีวัจนกุล, 2543. อุทกวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.
- กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์, มลพิษทางน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1). พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม.
- โกศล วงศ์สวรรค์, สถิต วงศ์สวรรค์และสุธีลา ตุลยะเสถียร, มลพิษสิ่งแวดล้อม (ปัญหาสังคมไทย). พิมพ์ครั้งที่ 2. พิมพ์ที่ อมรการพิมพ์.
- วริชา จิระพินทุ, ภิตินันต์ ชาตะโชติและ สุเมธ สันทัดวัฒนา, 2548. การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินขอจังหวัดนครนายก. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์, ธงชัย พรรณสวัสดิ์, คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- สกุล ห่อวโนทยาน, ชลศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- กรมธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, 2541. การศึกษาชั้นหินเกลือ บริเวณโครงการชลประทานลุ่มน้ำก่ำตอนล่าง จังหวัดนครพนม. ฉบับที่ 1. พิมพ์ที่ บริษัท ประชาชน จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง A1

ตารางที่ ผก1 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.58	0.34	0.47
2	0.49	0.26	0.37
		เฉลี่ย	0.42

ตารางที่ ผก2 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	326	0.02
2	8.00	282	0.03
3	8.00	270	0.03
		เฉลี่ย	0.03

ตำแหน่ง A4

ตารางที่ ผก3 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	9.60	15	0.64
2	9.60	16	0.60
3	9.60	18	0.53
4	9.60	23	0.42
5	9.60	18	0.53
		เฉลี่ย	0.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก4 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	9.60	26	0.37
2	9.60	27	0.36
3	9.60	24	0.40
		เฉลี่ย	0.37

ตำแหน่ง A5

ตารางที่ ผก5 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.40	23	0.45
2	10.40	19	0.55
3	10.40	16	0.65
		เฉลี่ย	0.55

ตารางที่ ผก6 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.40	16	0.65
2	10.40	18	0.58
3	10.40	19	0.55
		เฉลี่ย	0.59

ตำแหน่ง A6

ตารางที่ ผก7 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.90	19	0.57
2	10.90	16	0.68
		เฉลี่ย	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก8 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.90	24	0.45
2	10.90	26	0.42
3	10.90	26	0.42
		เฉลี่ย	0.43

ตำแหน่ง A7

ตารางที่ ผก9. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.32	0.28	0.30
2	0.37	0.00	0.31
3	0.37	0.32	0.34
		เฉลี่ย	0.32

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง A8

ตารางที่ ผก10 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.32	0.10	0.22
		เฉลี่ย	0.22

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง B1

ตารางที่ ผก11 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.06	0.00	0.04
		เฉลี่ย	0.04

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง B2

ตารางที่ ผก12 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.04	0.00	0.02
2	0.08	0.00	0.04
3	0.21	0.08	0.12
4	0.64	0.23	0.44
5	0.85	0.47	0.65
6	0.90	0.08	0.51
7	0.41	0.08	0.20
8	0.10	0.06	0.08
		เฉลี่ย	0.26

ตารางที่ ผก13. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	9.00	11	0.82
2	9.00	10	0.90
3	9.00	10	0.90
		เฉลี่ย	0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง C1

ตารางที่ ผก14 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.54	0.37	0.47
2	0.26	0.17	0.20
3	0.06	0.00	0.02
		เฉลี่ย	0.23

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง C2

ตารางที่ ผก15. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.40	29	0.36
2	10.40	25	0.42
3	10.40	35	0.30
		เฉลี่ย	0.36

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง C3

ตารางที่ ผก16 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.54	0.37	0.47
2	0.26	0.17	0.20
3	0.06	0.00	0.02
		เฉลี่ย	0.23

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง D1

ตารางที่ ผก17 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	12	0.84
2	10.10	15	0.67
3	10.10	12	0.84
		เฉลี่ย	0.78

ตารางที่ ผก18. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	12	0.84
2	10.10	11	0.92
3	10.10	11	0.92
		เฉลี่ย	0.89

ตำแหน่ง D2

ตารางที่ ผก19 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	27.10	46	0.59
2	27.10	30	0.90
3	27.10	33	0.82
		เฉลี่ย	0.77

ตารางที่ ผก20 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	27.10	89	0.30
2	27.10	88	0.31
3	27.10	87	0.31
		เฉลี่ย	0.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง D3

ตารางที่ ผก21 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.08	0.00	0.03
		เฉลี่ย	0.03

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง E1

ตารางที่ ผก22 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.95	7	1.28
2	8.95	8	1.12
3	8.95	7	1.28
		เฉลี่ย	1.23

ตารางที่ ผก23. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.20	16	0.64
2	10.20	15	0.68
3	10.20	15	0.68
		เฉลี่ย	0.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง E2

ตารางที่ ผก24 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	6	1.68
2	10.10	6	1.68
3	10.10	7	1.44
		เฉลี่ย	1.60

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

ตำแหน่ง E3

ตารางที่ ผก25 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	9.70	14	0.69
2	9.70	14	0.69
3	9.70	14	0.69
		เฉลี่ย	0.69

ตารางที่ ผก26 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.23	23	0.44
2	10.23	23	0.44
3	10.23	23	0.44
		เฉลี่ย	0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง E4

ตารางที่ ผก27 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	22	0.46
2	10.10	22	0.46
3	10.10	19	0.53
		เฉลี่ย	0.48

ตารางที่ ผก28 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	12.80	23	0.56
2	12.80	22	0.58
3	12.80	23	0.56
		เฉลี่ย	0.56

ตำแหน่ง F

ตารางที่ ผก29 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	14	0.72
2	10.10	13	0.78
3	10.10	15	0.67
		เฉลี่ย	0.72

ตารางที่ ผก30 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.10	8	1.26
2	10.10	7	1.44
3	10.10	7	1.44
		เฉลี่ย	1.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง G1

ตารางที่ ผก31 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	18	0.44
2	8.00	20	0.40
3	8.00	18	0.44
		เฉลี่ย	0.43

ตารางที่ ผก32 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.60	9	0.96
2	8.60	10	0.86
3	8.60	11	0.78
		เฉลี่ย	0.87

ตำแหน่ง H3

ตารางที่ ผก33 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	9.70	21	0.46
2	9.70	20	0.49
3	9.70	22	0.44
		เฉลี่ย	0.46

ครั้งที่ 2 (น้ำไม่ไหล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง H4

ตารางที่ ผก34 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็ว (ครั้งที่ 1)

NO.	max (m/s)	min (m/s)	mean (m/s)
1	0.23	0.08	0.16
		เฉลี่ย	0.16

ตารางที่ ผก35 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	5.00	197	0.03
2	5.00	164	0.03
3	5.00	180	0.03
		เฉลี่ย	0.03

ตำแหน่ง H5

ตารางที่ ผก36 การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 1)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	1.50	5	0.30
2	1.50	5	0.30
		เฉลี่ย	0.30

ตารางที่ ผก37. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ (ครั้งที่ 2)

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	4.50	12	0.38
2	4.50	13	0.35
3	4.50	15	0.30
		เฉลี่ย	0.34

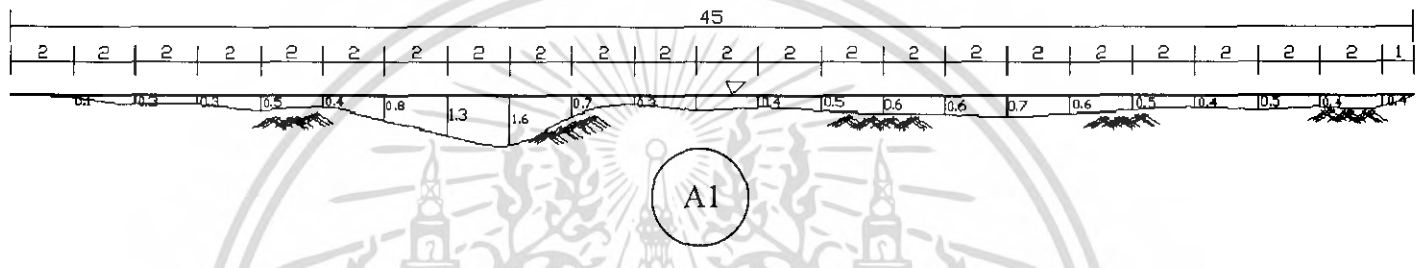
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

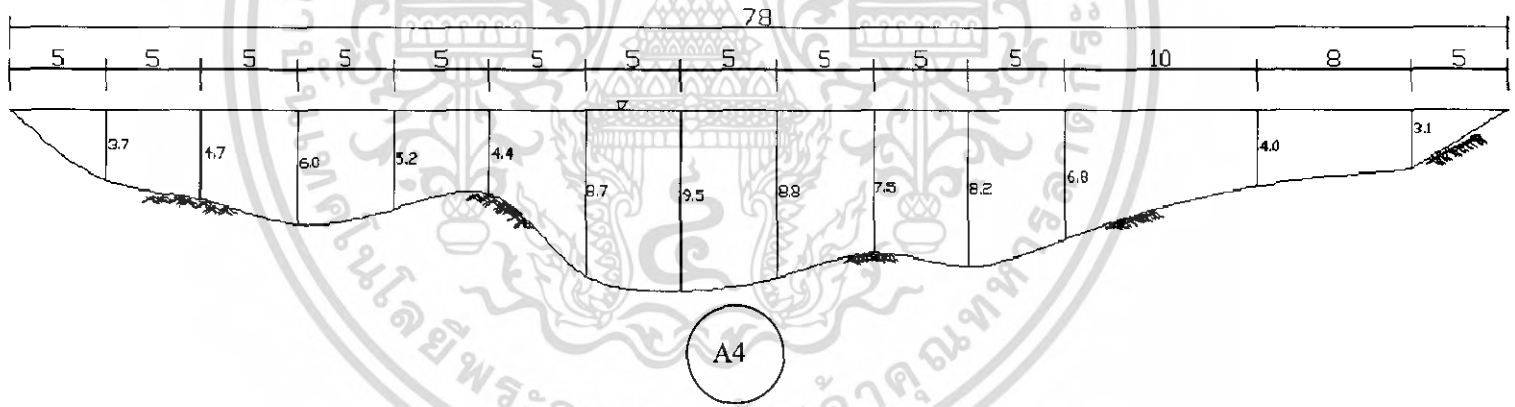
รูปหน้าตัดลำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปหน้าตัดลำน้ำ ครั้งที่ 1

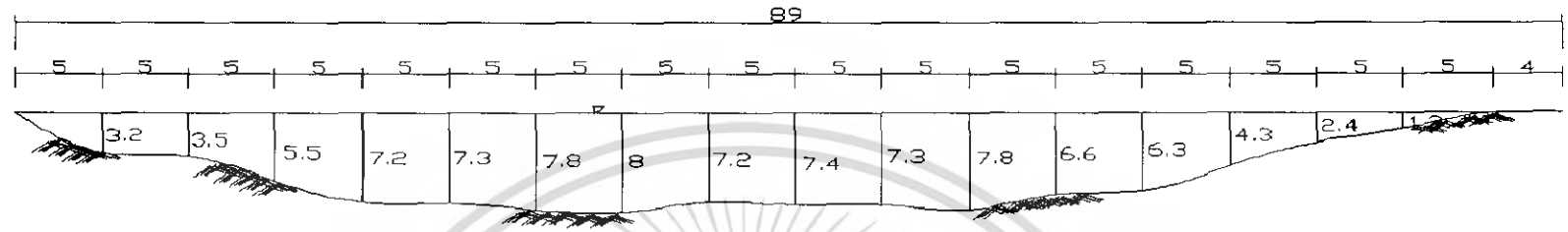


รูปที่ ผข1 ตำแหน่ง A1



รูปที่ ผข2 ตำแหน่ง A4

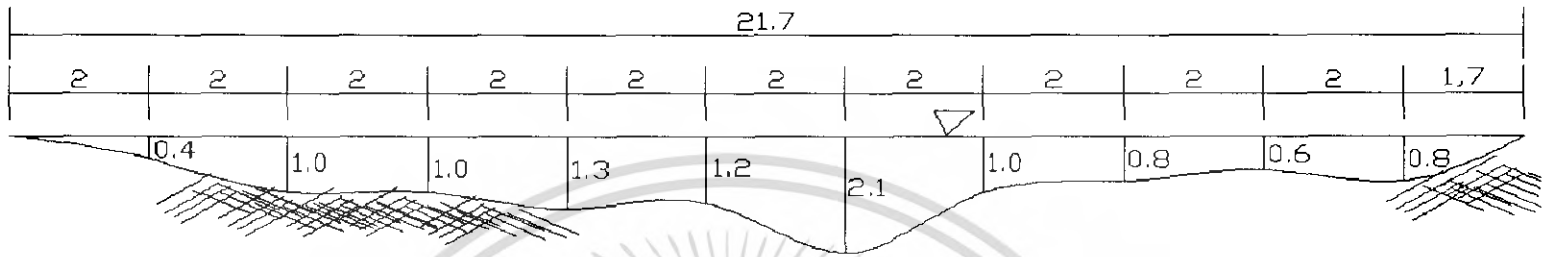
หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)



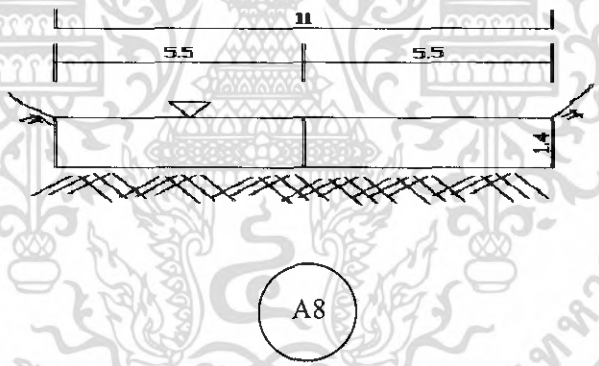
รูปที่ ผข3 ตำแหน่ง A5

รูปที่ ผข4 ตำแหน่ง A6

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

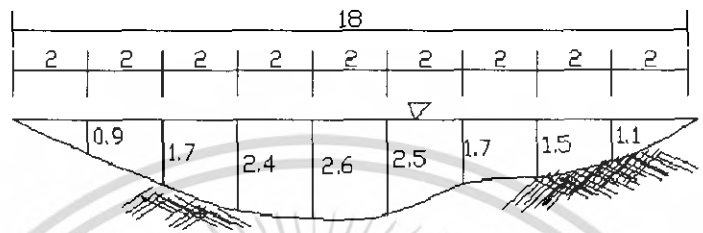


รูปที่ ผข5 ตำแหน่ง A7

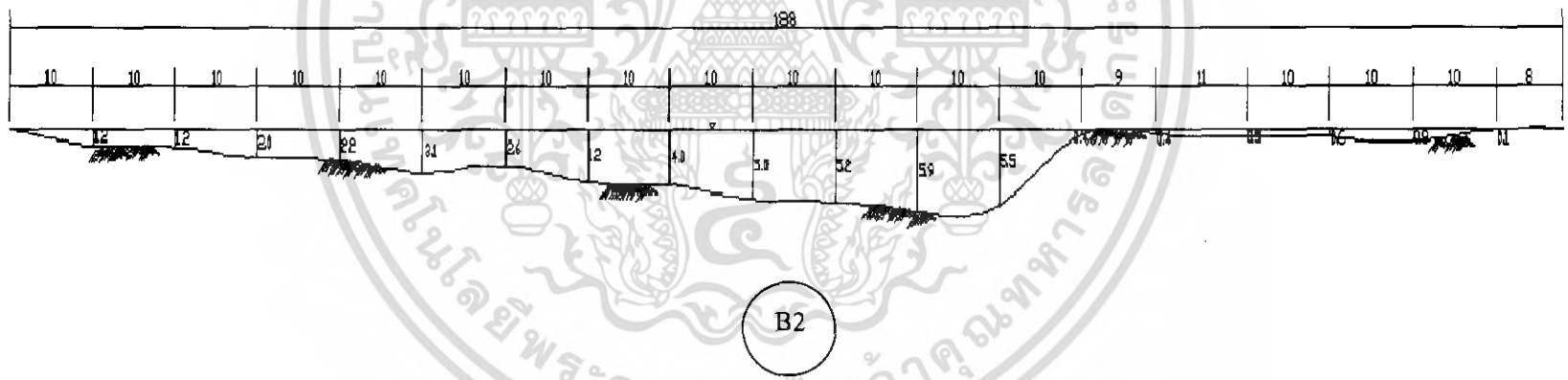


รูปที่ ผข6 ตำแหน่ง A8

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

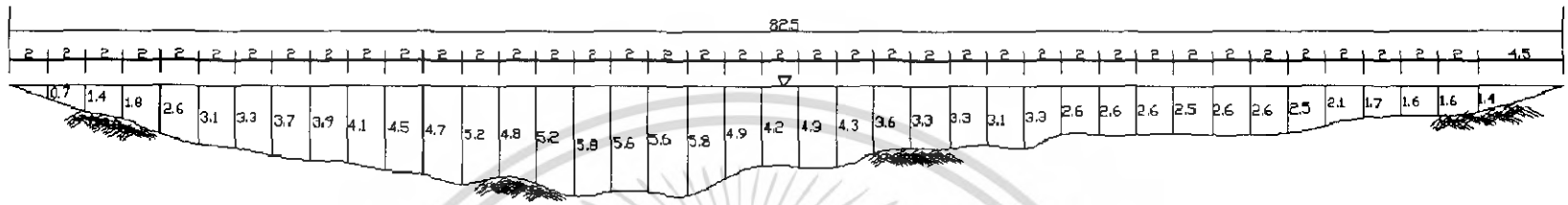


รูปที่ ผข7 ตำแหน่ง B1

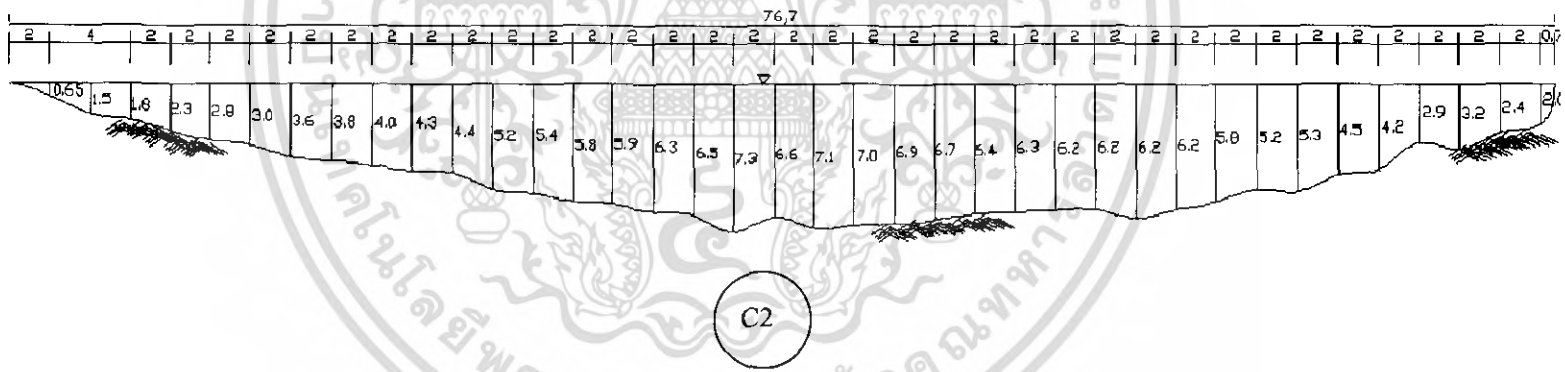


รูปที่ ผข8 ตำแหน่ง B2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

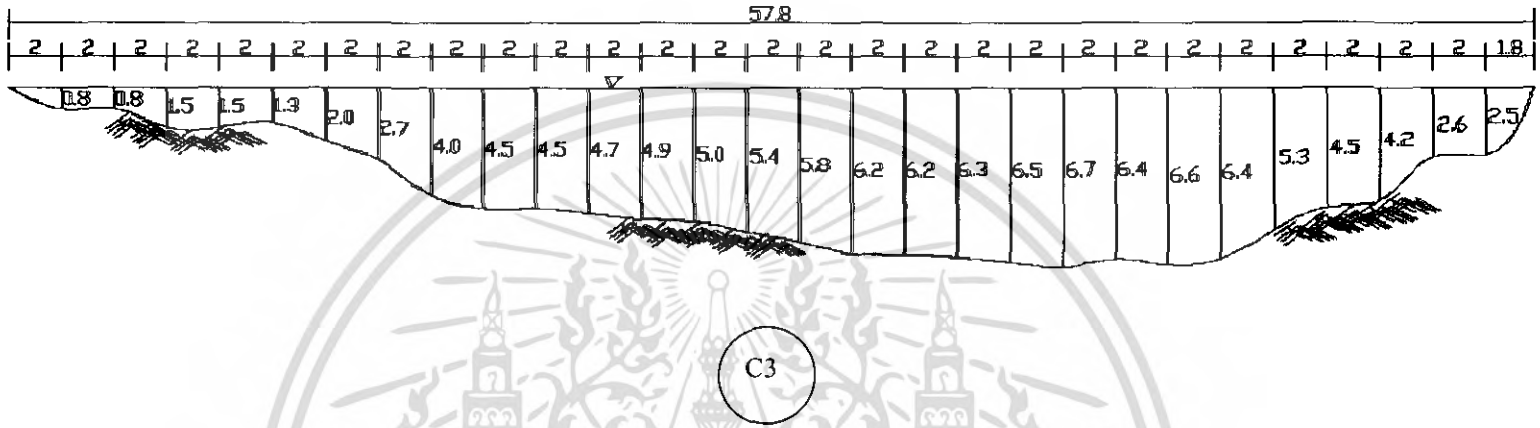


รูปที่ ผข9 ตำแหน่ง C1

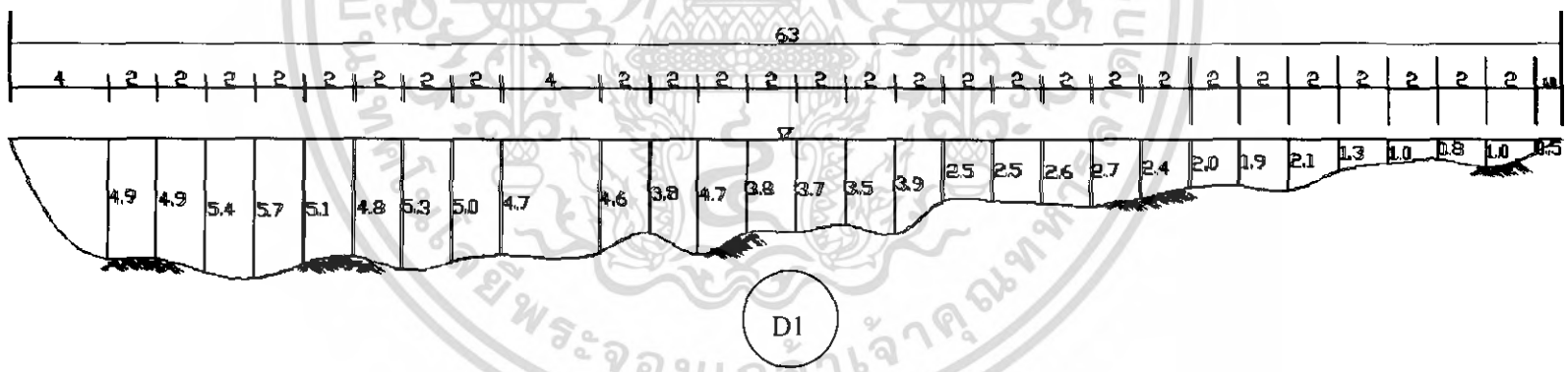


รูปที่ ผข10 ตำแหน่ง C2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

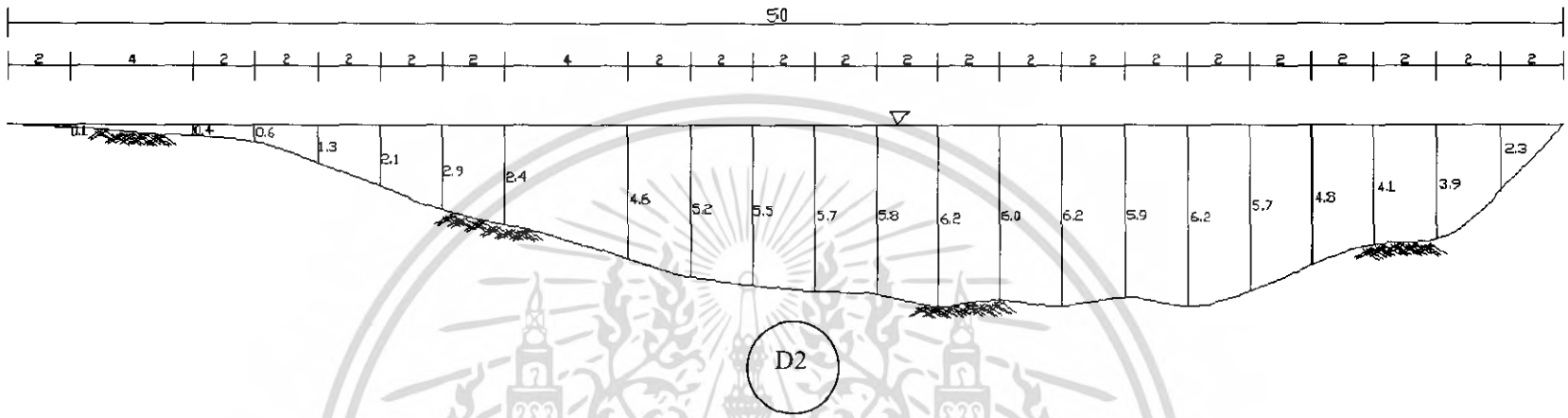


รูปที่ ผข11 ตำแหน่ง C3

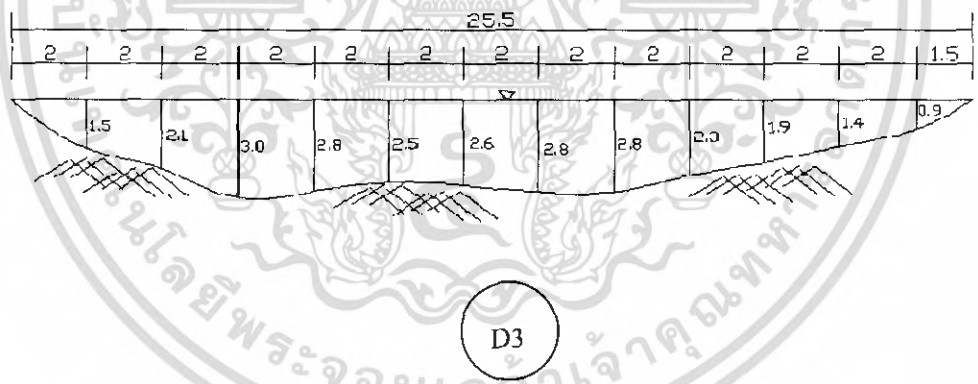


รูปที่ ผข12 ตำแหน่ง D1

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

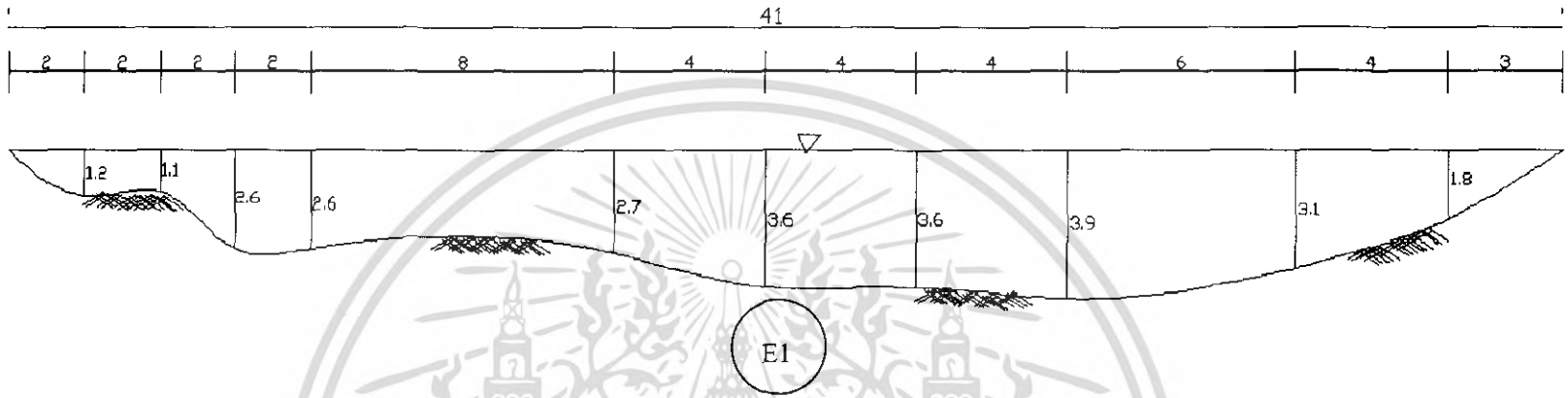


รูปที่ ผข13 ตำแหน่ง D2

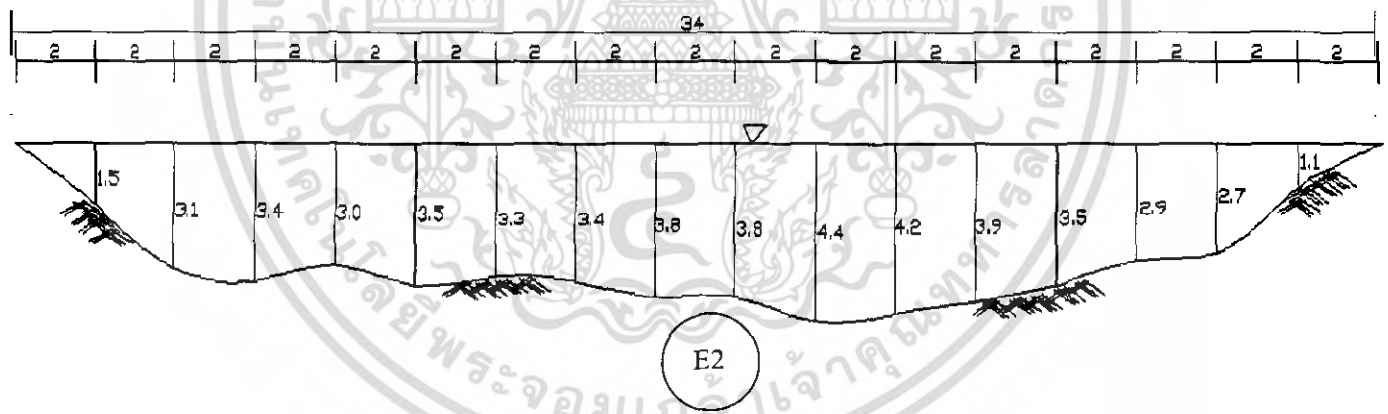


รูปที่ ผข14 ตำแหน่ง D3

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

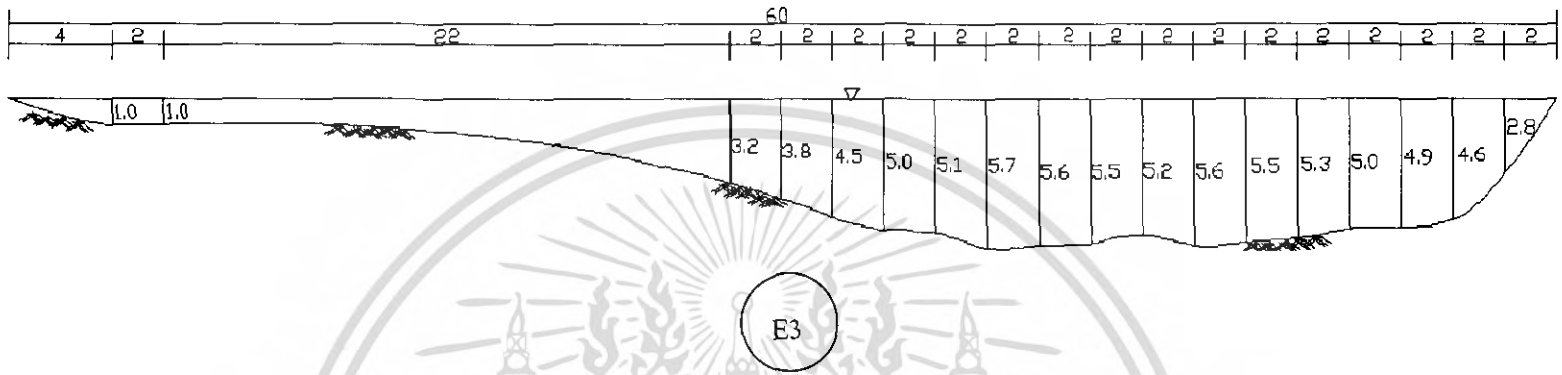


รูปที่ ผข15 ตำแหน่ง E1

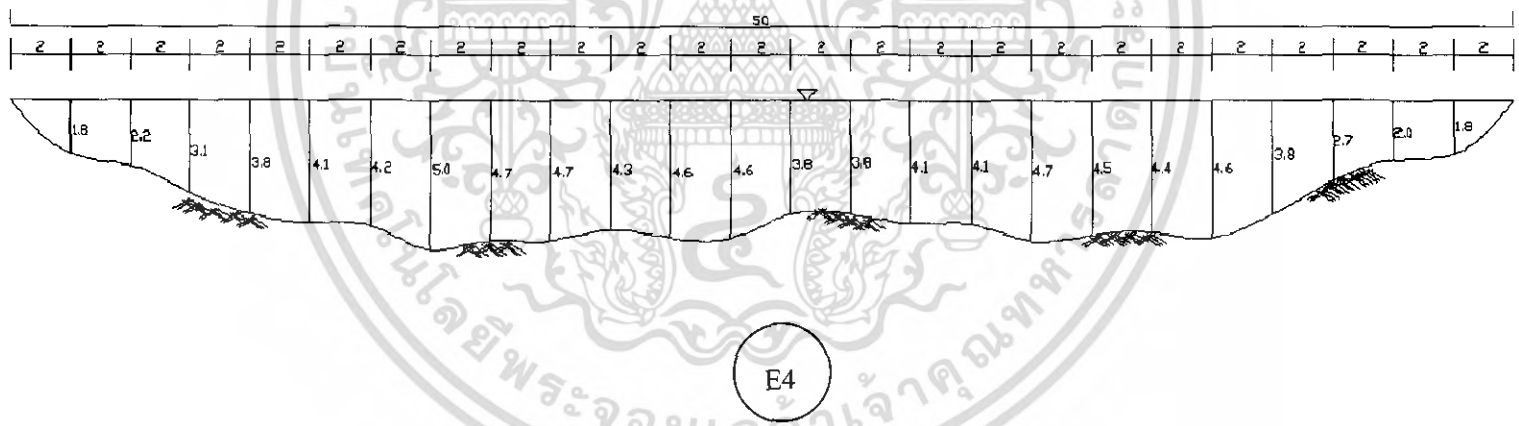


รูปที่ ผข16 ตำแหน่ง E2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

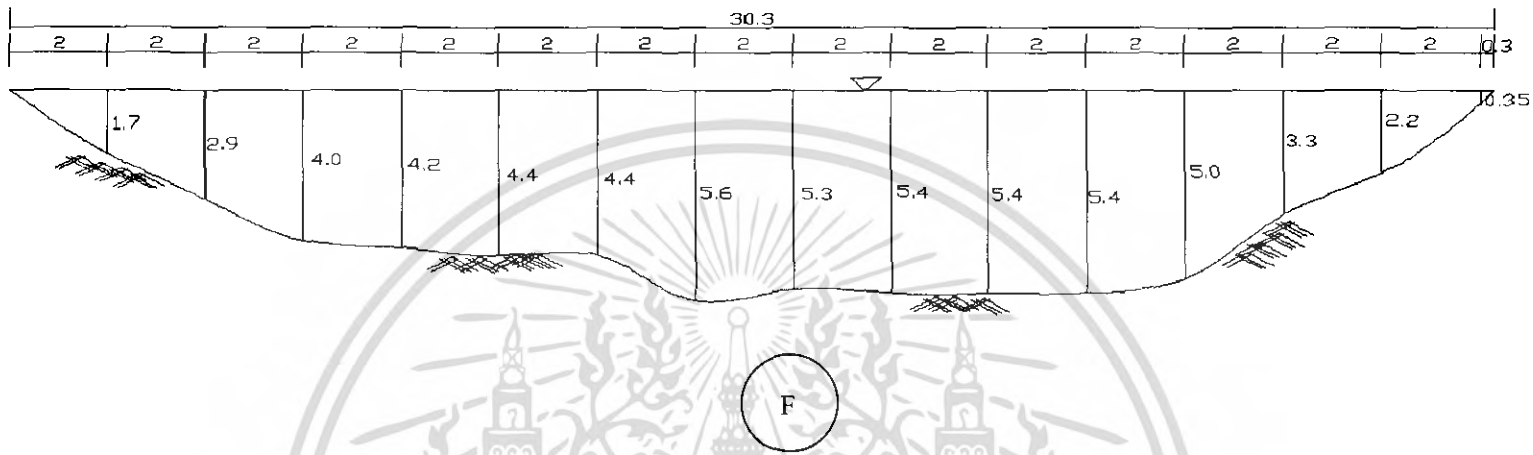


รูปที่ ผข17 ตำแหน่ง E3

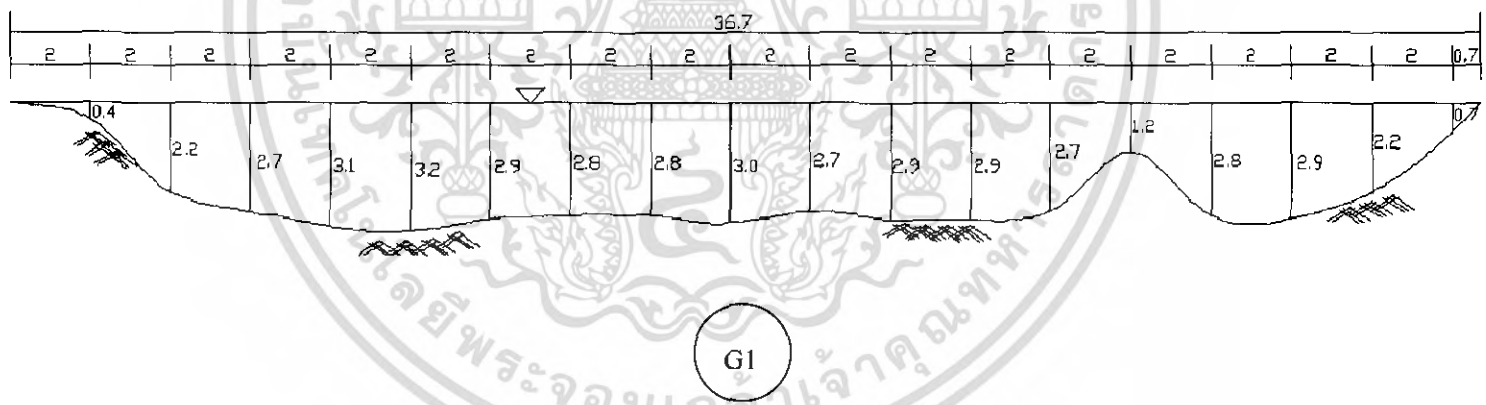


รูปที่ ผข18 ตำแหน่ง E4

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

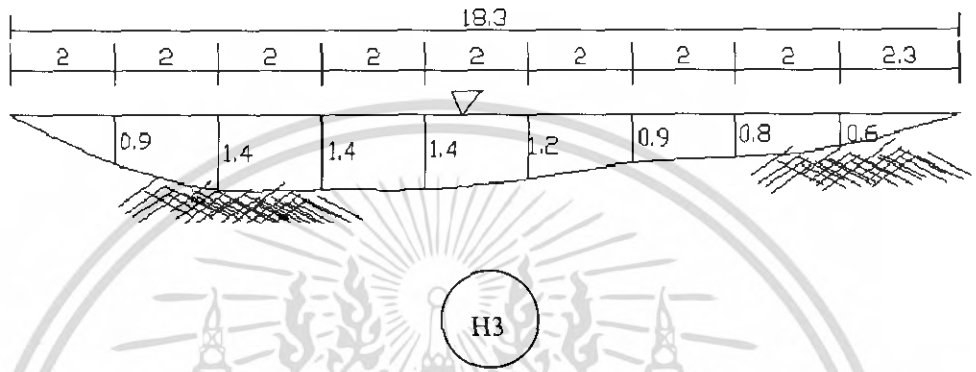


รูปที่ ผข19 ตำแหน่ง F

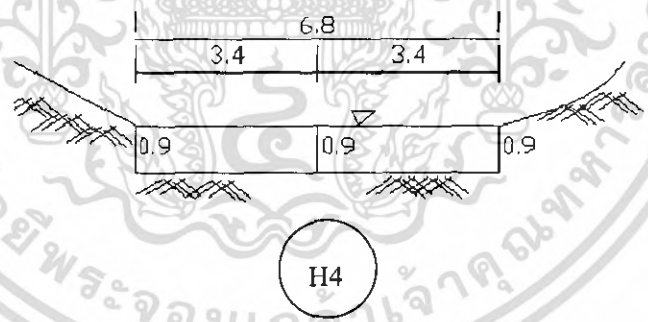


รูปที่ ผข20 ตำแหน่ง G1

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

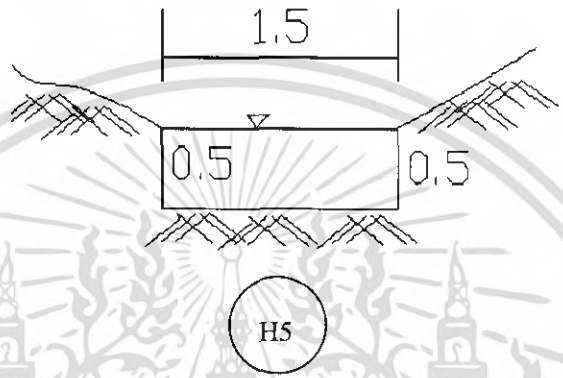


รูปที่ ผข21 ตำแหน่ง H3



รูปที่ ผข22 ตำแหน่ง H4

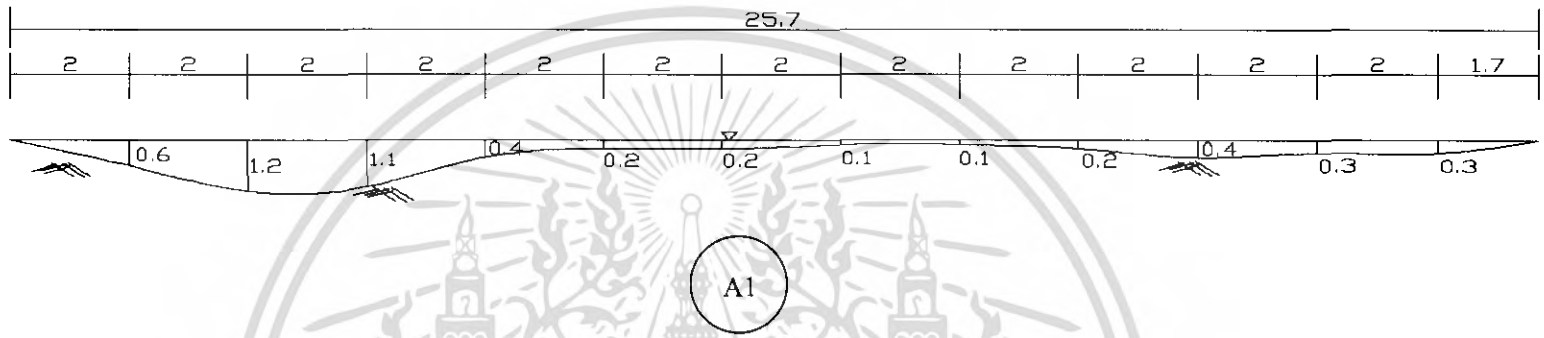
หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)



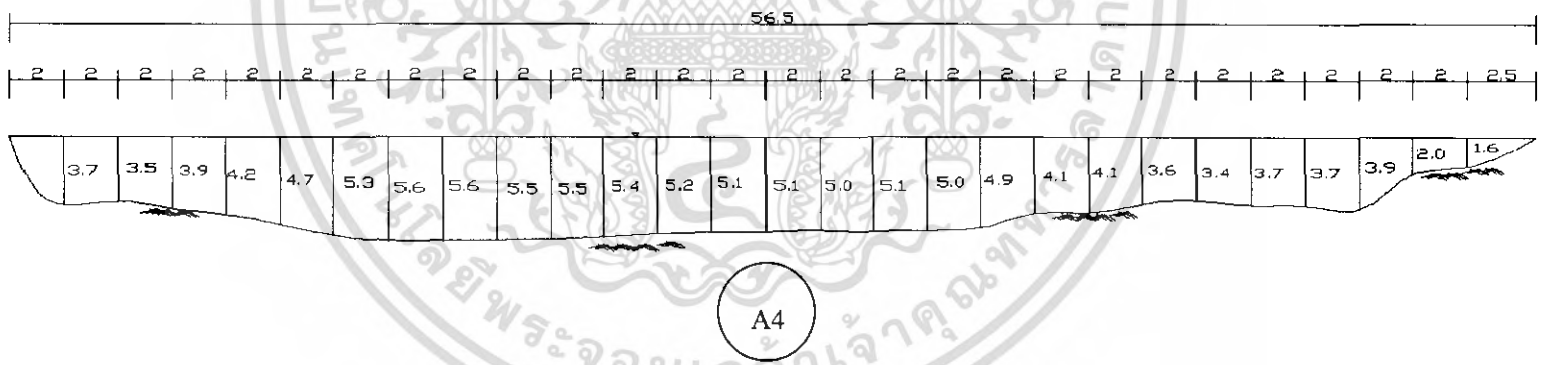
รูปที่ ผข23 ตำแหน่ง H5

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

รูปพื้นที่หน้าตัด ครั้งที่ 2

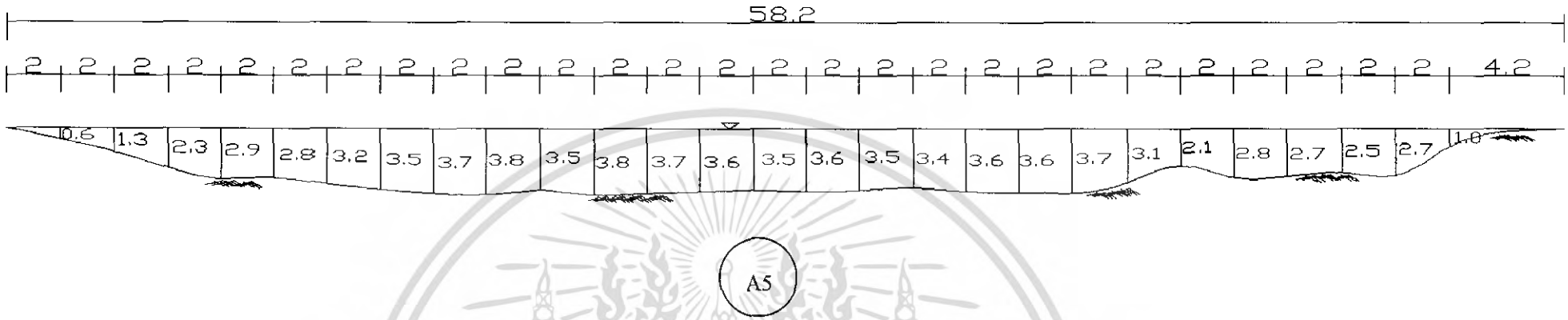


รูปที่ ผข24 ตำแหน่ง A1

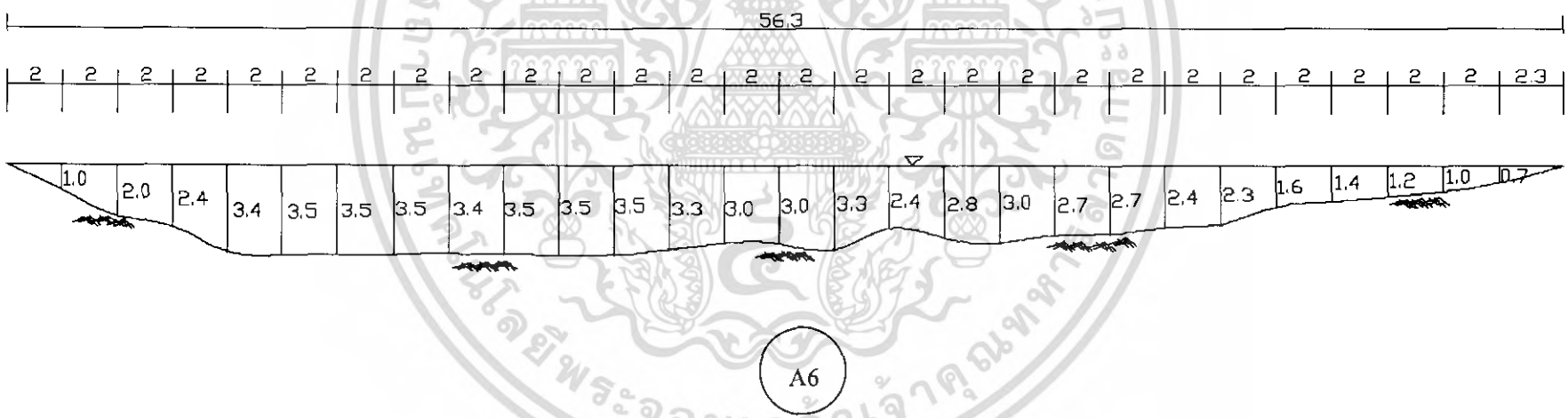


รูปที่ ผข25 ตำแหน่ง A4

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

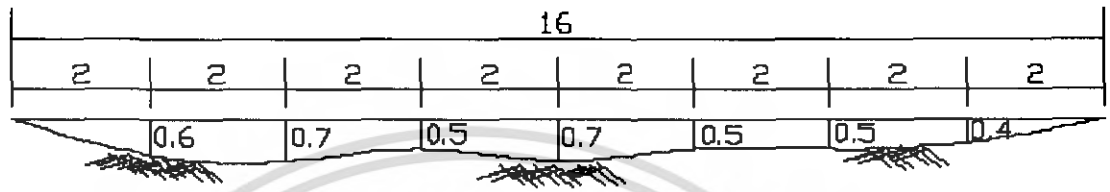


รูปที่ ผข26 ตำแหน่ง A5

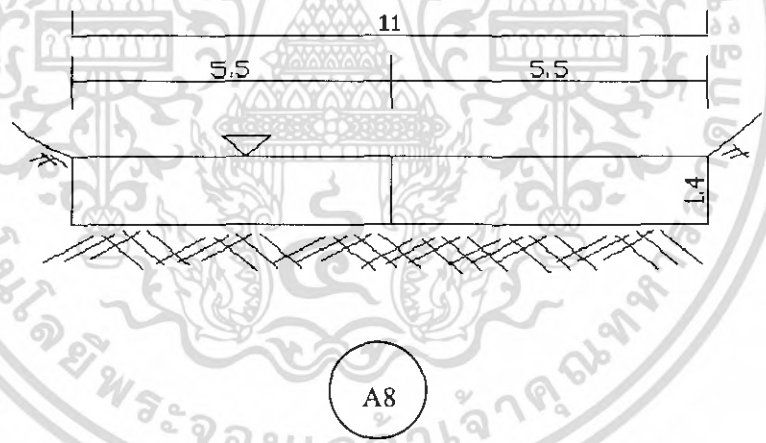


รูปที่ ผข27 ตำแหน่ง A6

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

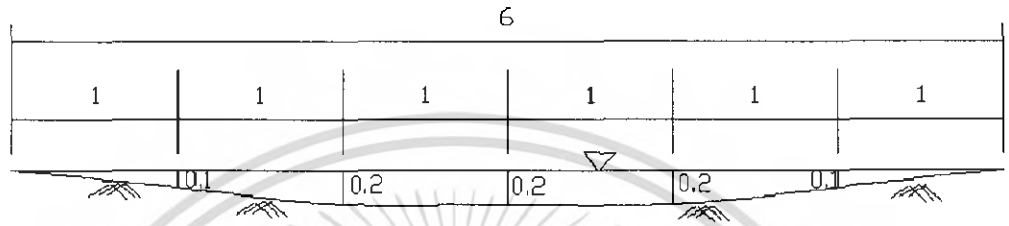


รูปที่ ผข28 ตำแหน่ง A7

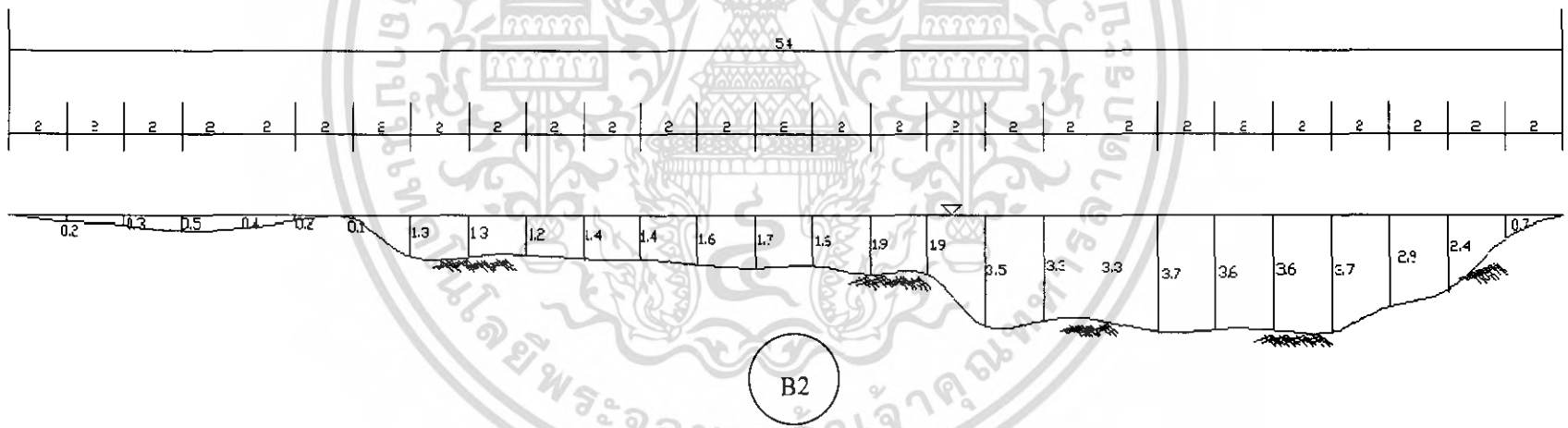


รูปที่ ผข29 ตำแหน่ง A8

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

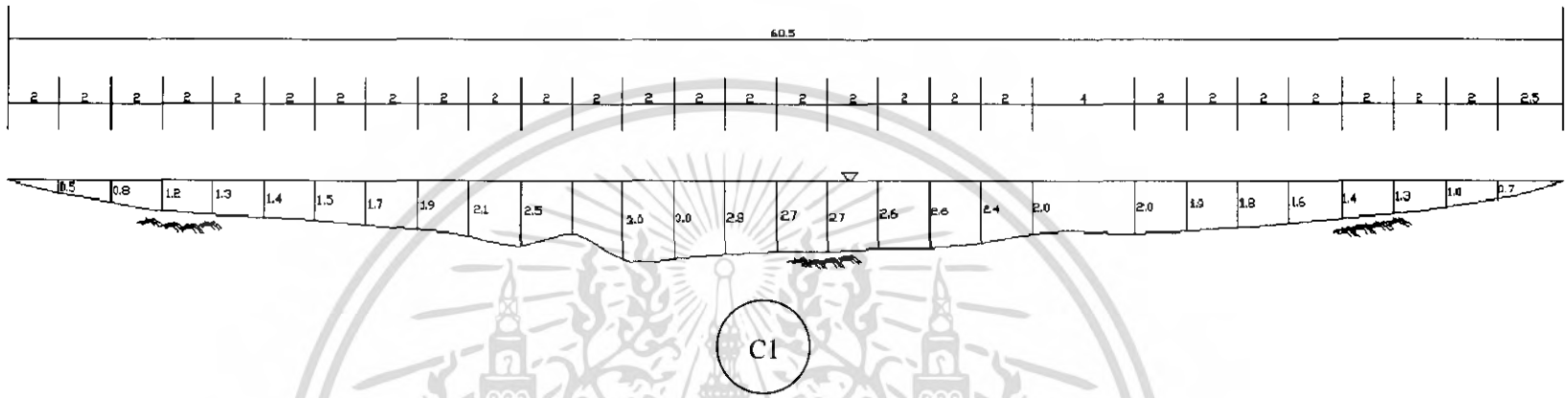


รูปที่ ผข30 ตำแหน่ง B1

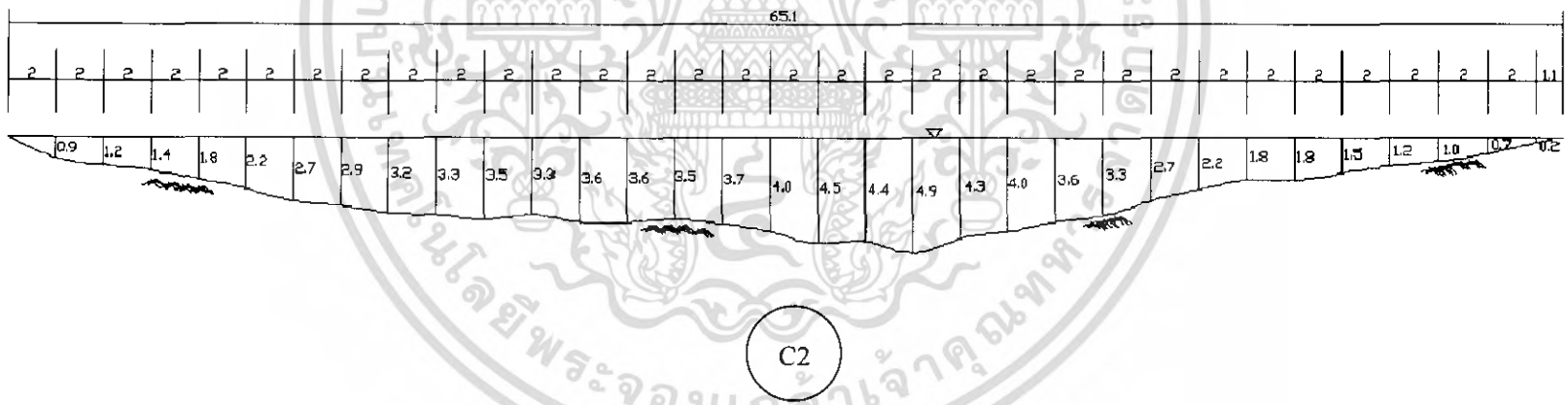


รูปที่ ผข31 ตำแหน่ง B2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

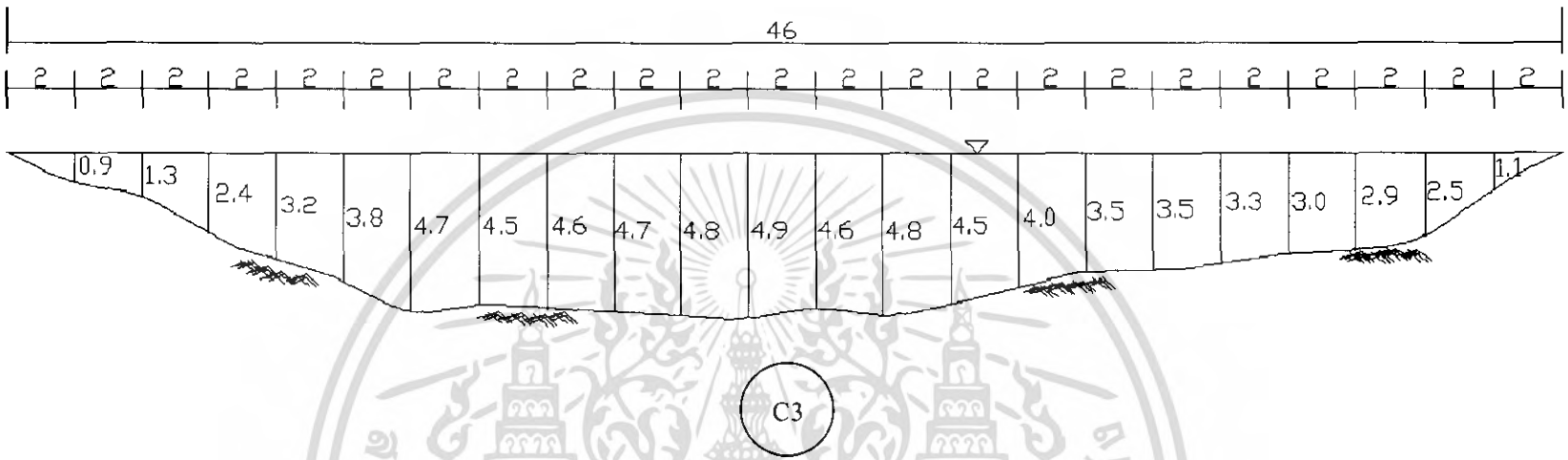


รูปที่ ผข32 ตำแหน่ง C1

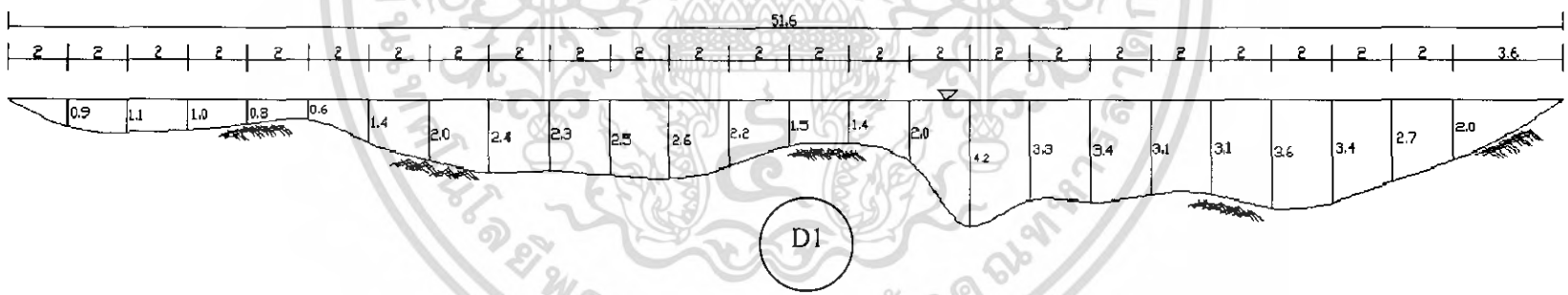


รูปที่ ผข33 ตำแหน่ง C2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

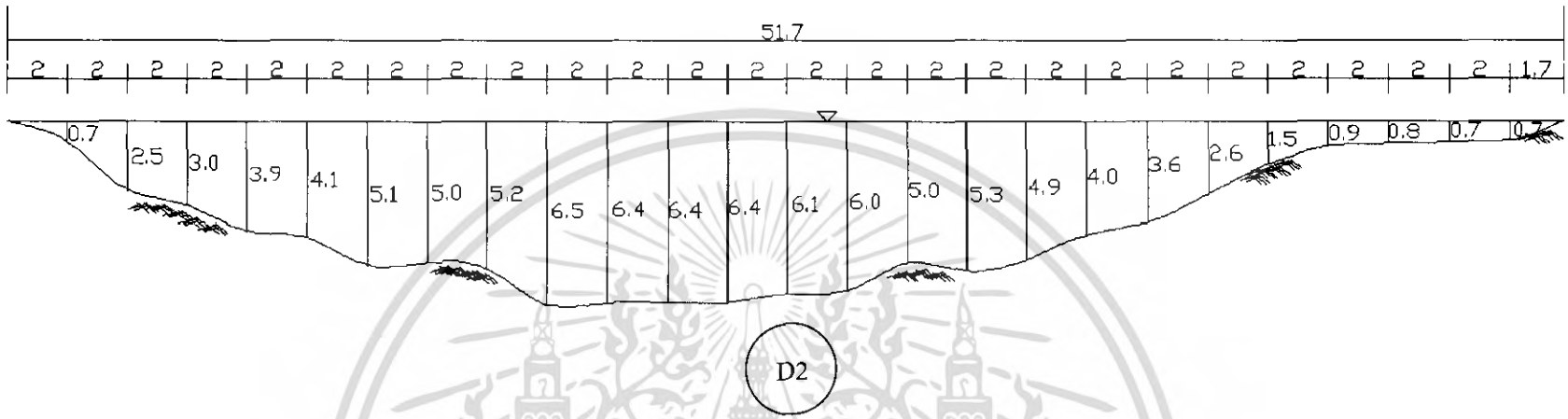


รูปที่ ผข34 ตำแหน่ง C3

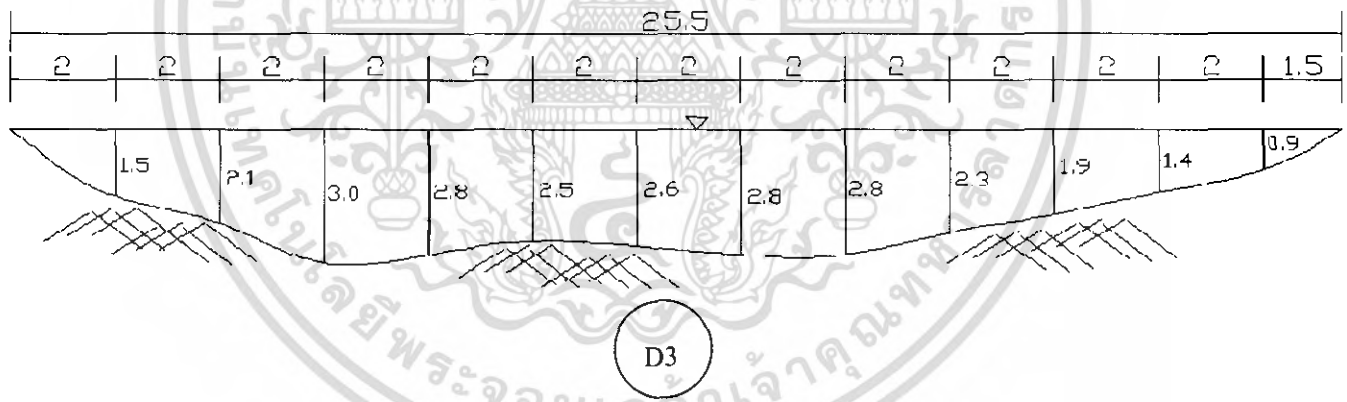


รูปที่ ผข35 ตำแหน่ง D1

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

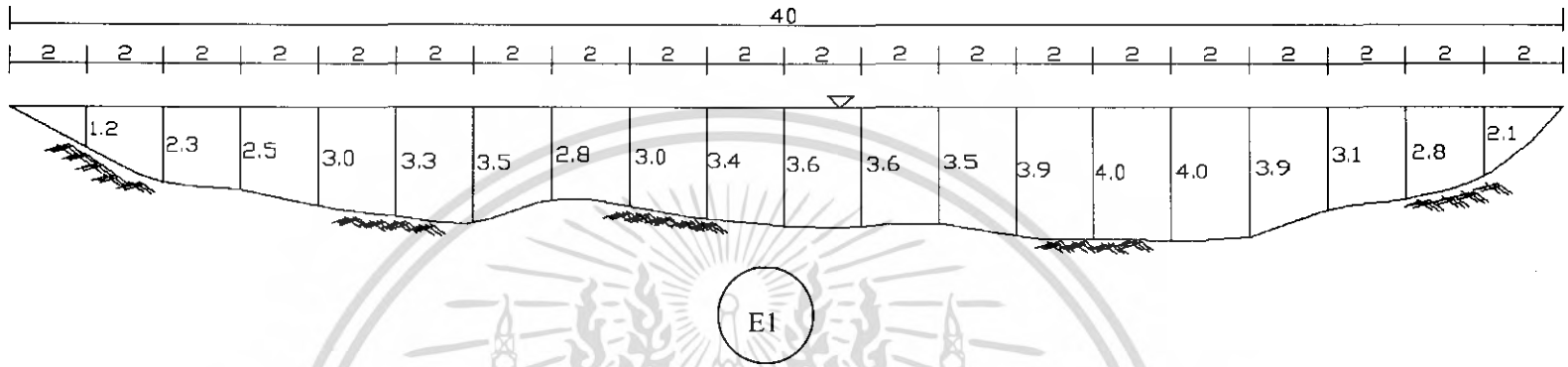


รูปที่ ผข36 ตำแหน่ง D2

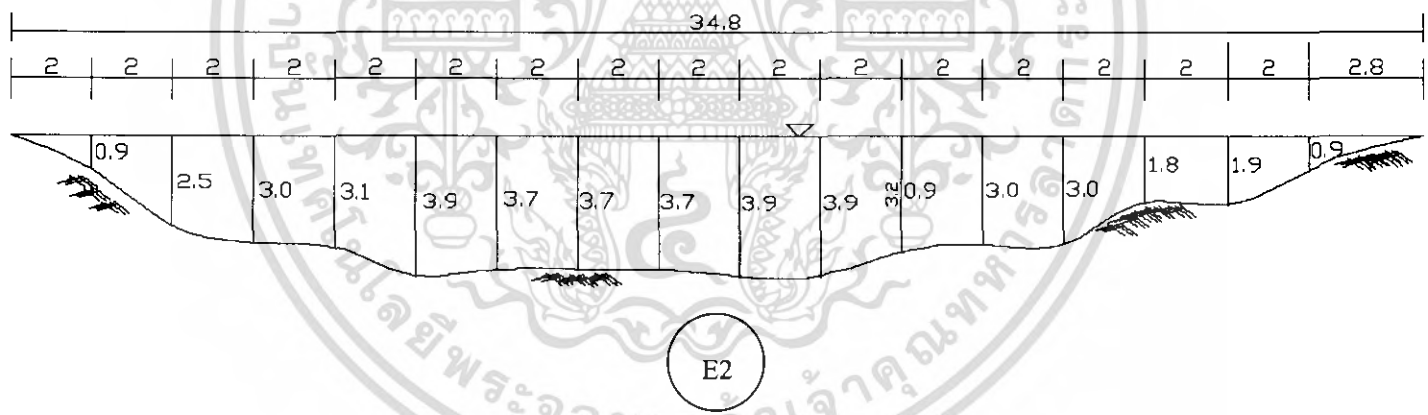


รูปที่ ผข37 ตำแหน่ง D3

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

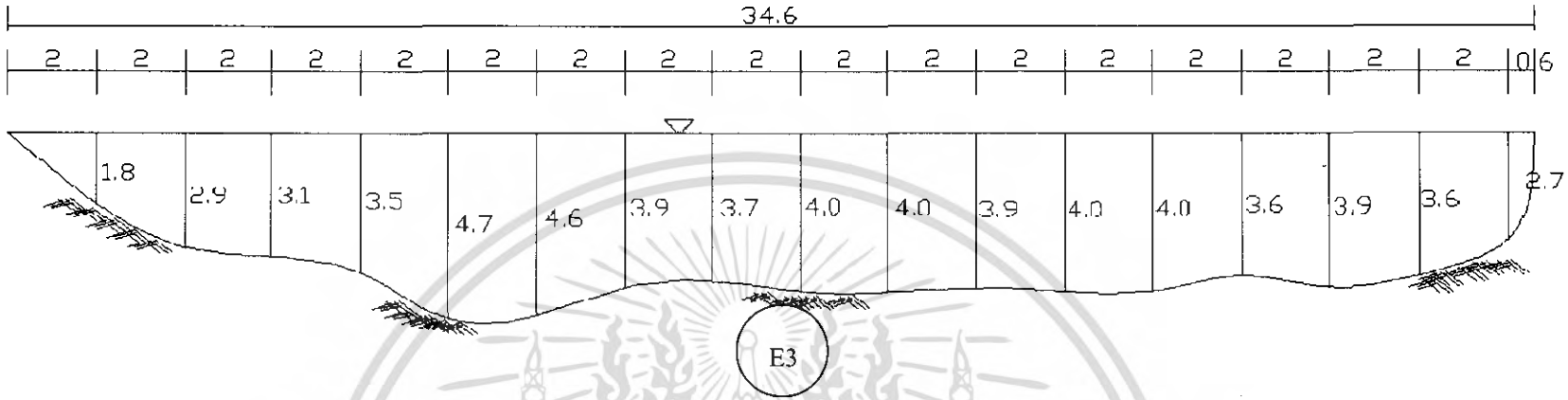


รูปที่ ผข38 ตำแหน่ง E1

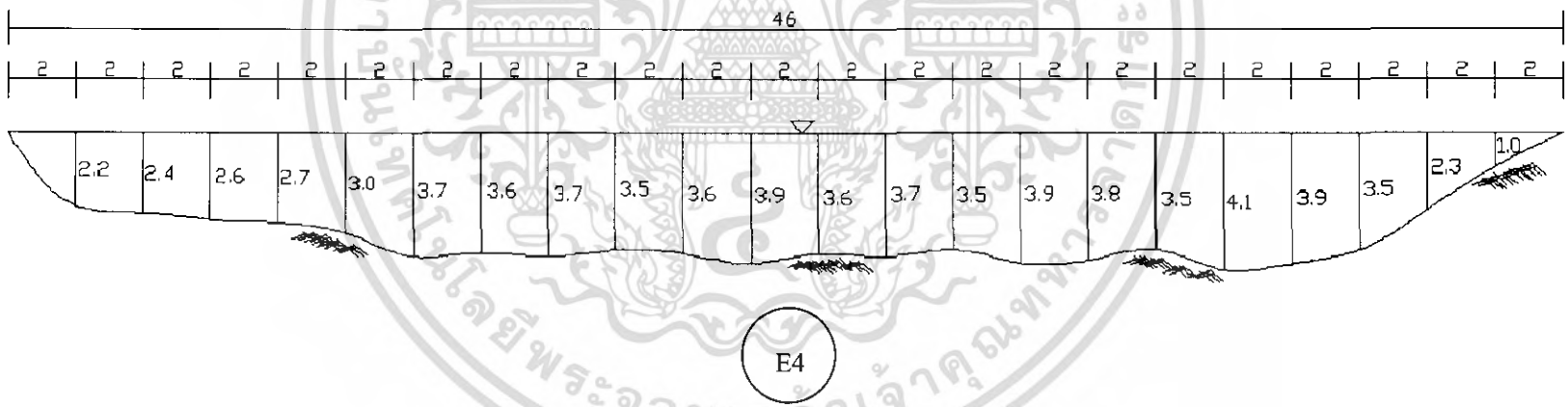


รูปที่ ผข39 ตำแหน่ง E2

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

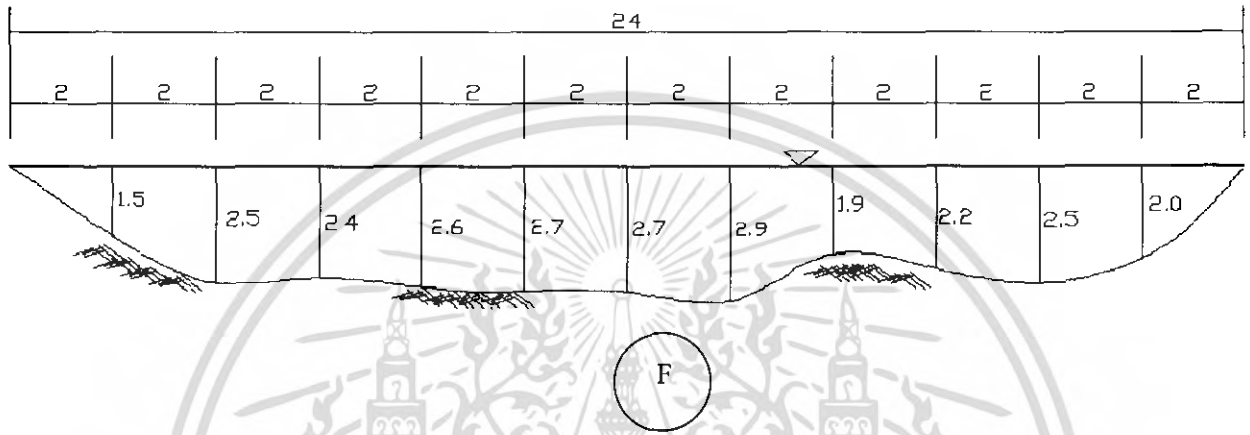


รูปที่ ผข40 ตำแหน่ง E3

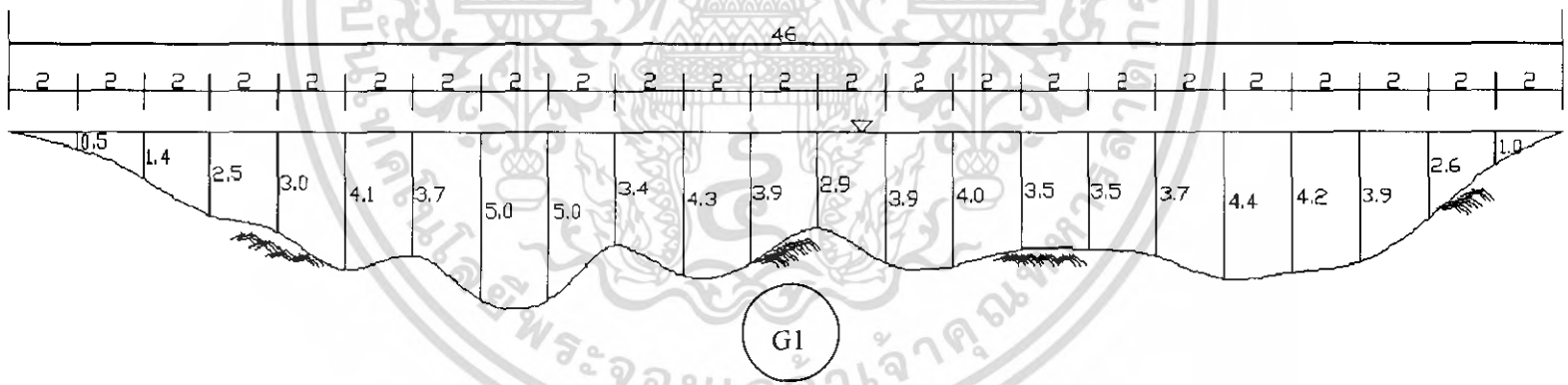


รูปที่ ผข41 ตำแหน่ง E4

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

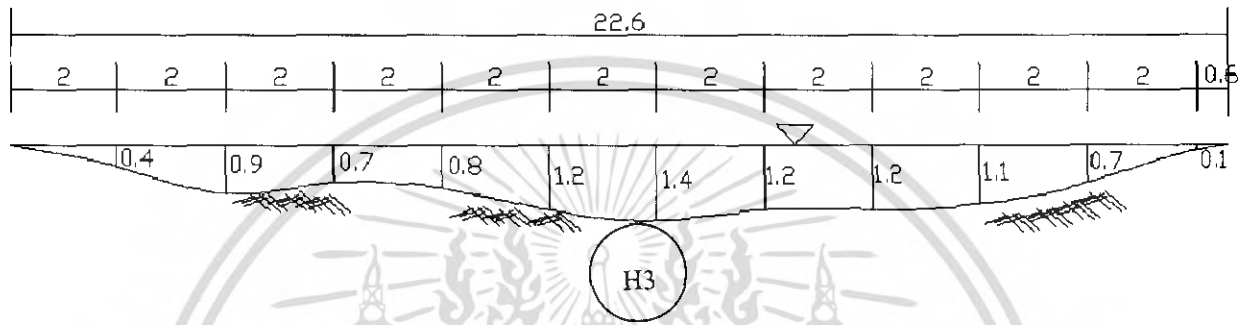


รูปที่ ผข42 ตำแหน่ง F

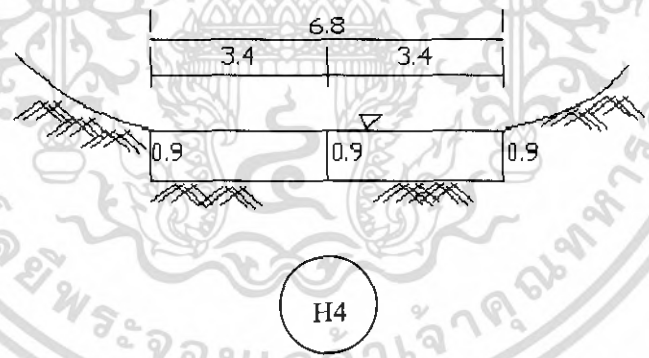


รูปที่ ผข43 ตำแหน่ง G1

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

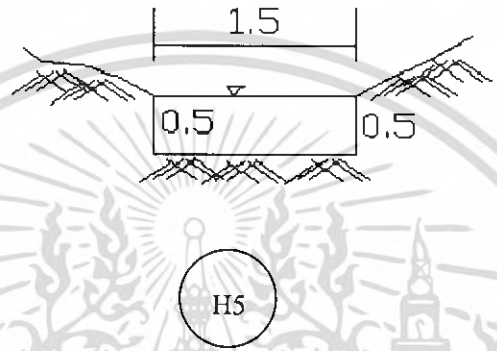


รูปที่ ผข44 ตำแหน่ง H3



รูปที่ ผข45 ตำแหน่ง H4

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)



รูปที่ ผข46 ตำแหน่ง H5

หมายเหตุ : หน่วยที่วัด เมตร (m.)

ภาคผนวก ค

ข้อมูลและผลการคำนวณหาอัตราการไหล

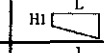
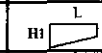
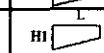
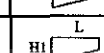
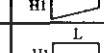
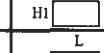
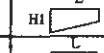
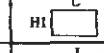
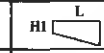
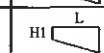
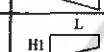
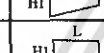
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค1 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1 (ครั้งที่1)

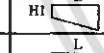
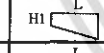
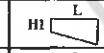
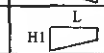
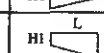
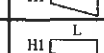
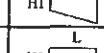
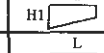
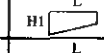
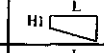
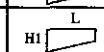
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.10	2.00	0.10	0.05	0.00	0.42	0.42	0.04
2		0.10	0.30	2.00	0.40	0.20	0.00	0.42	0.42	0.17
3		0.30	0.30	2.00	0.60	0.30	0.66	0.42	0.28	0.17
4		0.30	0.50	2.00	0.80	0.40	0.67	0.42	0.28	0.23
5		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.67	0.42	0.28	0.25
6		0.40	0.80	2.00	1.20	0.60	0.68	0.42	0.29	0.34
7		0.80	1.30	2.00	2.10	1.05	0.71	0.42	0.30	0.63
8		1.30	1.60	2.00	2.90	1.45	0.74	0.42	0.31	0.90
9		1.60	0.70	2.00	2.30	1.15	0.71	0.42	0.30	0.69
10		0.70	0.30	2.00	1.00	0.50	0.67	0.42	0.28	0.28
11		0.30	0.50	2.00	0.80	0.40	0.67	0.42	0.28	0.23
12		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.67	0.42	0.28	0.25
13		0.40	0.40	2.00	0.80	0.40	0.67	0.42	0.28	0.23
14		0.40	0.60	2.00	1.00	0.50	0.67	0.42	0.28	0.28
15		0.60	0.60	2.00	1.20	0.60	0.68	0.42	0.29	0.34
16		0.60	0.70	2.00	1.30	0.65	0.69	0.42	0.29	0.38
17		0.70	0.60	2.00	1.30	0.65	0.69	0.42	0.29	0.38
18		0.60	0.50	2.00	1.10	0.55	0.67	0.42	0.28	0.31
19		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.67	0.42	0.28	0.25
20		0.40	0.50	2.00	0.90	0.45	0.67	0.42	0.28	0.25
21		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.67	0.42	0.28	0.25
22		0.40	0.40	2.00	0.80	0.40	0.67	0.42	0.28	0.23
23		0.40	0.00	1.00	0.20	0.20	0.00	0.42	0.42	0.08
รวม					24.40					7.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค2 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1 (ครั้งที่2)

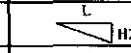
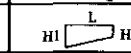
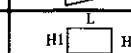
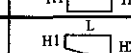
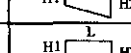
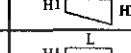
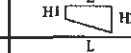
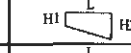
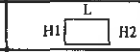
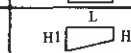
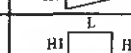
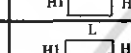
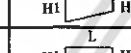
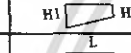
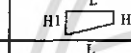
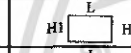
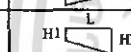
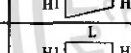
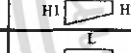
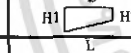
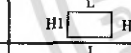
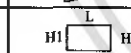
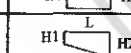
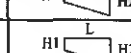
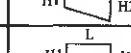
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.60	2.00	0.60	0.30	0.66	0.12	0.08	0.05
2		0.60	1.20	2.00	1.80	0.90	0.70	0.12	0.08	0.15
3		1.20	1.10	2.00	2.30	1.15	0.71	0.12	0.09	0.20
4		1.10	0.40	2.00	1.50	0.75	0.69	0.12	0.08	0.12
5		0.40	0.20	2.00	0.60	0.30	0.66	0.12	0.08	0.05
6		0.20	0.20	2.00	0.40	0.20	0.00	0.12	0.12	0.05
7		0.20	0.10	2.00	0.30	0.15	0.00	0.12	0.12	0.04
8		0.10	0.10	2.00	0.20	0.10	0.00	0.12	0.12	0.02
9		0.10	0.20	2.00	0.30	0.15	0.00	0.12	0.12	0.04
10		0.20	0.40	2.00	0.60	0.30	0.66	0.12	0.08	0.05
11		0.40	0.30	2.00	0.70	0.35	0.66	0.12	0.08	0.06
12		0.30	0.30	2.00	0.60	0.30	0.66	0.12	0.08	0.05
13		0.30	0.00	1.70	0.26	0.15	0.00	0.12	0.00	0.00
รวม					10.16					0.86

ตารางที่ ผค3. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4 (ครั้งที่1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	3.30	5.00	8.25	1.65	0.75	0.54	0.41	3.34
2		3.30	4.70	5.00	20.00	4.00	0.78	0.54	0.42	8.42
3		4.70	5.00	5.00	24.25	4.85	0.79	0.54	0.43	10.35
4		5.00	5.20	5.00	25.50	5.10	0.79	0.54	0.43	10.88
5		5.20	4.40	5.00	24.00	4.80	0.79	0.54	0.43	10.24
6		4.40	8.70	5.00	32.75	6.55	0.80	0.54	0.43	14.15
7		8.70	9.50	5.00	45.50	9.10	0.80	0.54	0.43	19.66
8		9.50	8.80	5.00	45.75	9.15	0.80	0.54	0.43	19.76
9		8.80	7.50	5.00	40.75	8.15	0.80	0.54	0.43	17.60
10		7.50	8.20	5.00	39.25	7.85	0.80	0.54	0.43	16.96
11		8.20	6.80	5.00	37.50	7.50	0.80	0.54	0.43	16.20
12		6.80	4.00	10.00	54.00	5.40	0.80	0.54	0.43	23.33
13		4.00	3.10	8.00	28.40	3.55	0.78	0.54	0.42	11.96
รวม					425.90					182.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค4 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	3.70	2.00	3.70	1.85	0.76	0.37	0.28	1.04
2		3.70	3.50	2.00	7.20	3.60	0.78	0.37	0.29	2.08
3		3.50	3.90	2.00	7.40	3.70	0.78	0.37	0.29	2.14
4		3.90	4.20	2.00	8.10	4.05	0.78	0.37	0.29	2.34
5		4.20	4.70	2.00	8.90	4.45	0.79	0.37	0.29	2.60
6		4.70	5.30	2.00	10.00	5.00	0.80	0.37	0.30	2.96
7		5.30	5.60	2.00	10.90	5.45	0.80	0.37	0.30	3.23
8		5.60	5.60	2.00	11.20	5.60	0.80	0.37	0.30	3.32
9		5.60	5.50	2.00	11.10	5.55	0.80	0.37	0.30	3.29
10		5.50	5.50	2.00	11.00	5.50	0.8	0.37	0.30	3.26
11		5.50	5.40	2.00	10.90	5.45	0.80	0.37	0.30	3.23
12		5.40	5.20	2.00	10.60	5.30	0.8	0.37	0.30	3.14
13		5.20	5.10	2.00	10.30	5.15	0.80	0.37	0.30	3.05
14		5.10	5.10	2.00	10.20	5.10	0.79	0.37	0.29	2.98
15		5.10	5.00	2.00	10.10	5.05	0.79	0.37	0.29	2.95
16		5.00	5.10	2.00	10.10	5.05	0.79	0.37	0.29	2.95
17		5.10	5.00	2.00	10.10	5.05	0.79	0.37	0.29	2.95
18		5.00	4.90	2.00	9.90	4.95	0.79	0.37	0.29	2.89
19		4.90	4.10	2.00	9.00	4.50	0.79	0.37	0.29	2.63
20		4.10	4.10	2.00	8.20	4.10	0.78	0.37	0.29	2.37
21		4.10	3.60	2.00	7.70	3.85	0.78	0.37	0.29	2.22
22		3.60	3.40	2.00	7.00	3.50	0.78	0.37	0.29	2.02
23		3.40	3.70	2.00	7.10	3.55	0.78	0.37	0.29	2.05
24		3.70	3.90	2.00	7.60	3.80	0.78	0.37	0.29	2.19
25		3.90	3.90	2.00	7.80	3.90	0.78	0.37	0.29	2.25
26		3.90	2.00	2.00	5.90	2.95	0.78	0.37	0.29	1.70
27		2.00	1.60	2.00	3.60	1.80	0.76	0.37	0.28	1.01
28		1.60	0.00	2.50	2.00	0.80	0.70	0.37	0.26	0.52
รวม					237.60					69.35

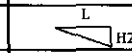
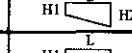
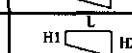
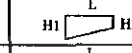
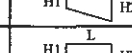
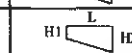
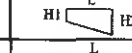
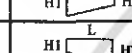
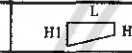
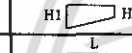
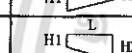
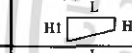
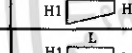
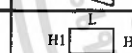
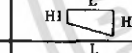
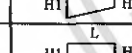
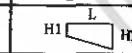
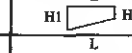
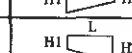
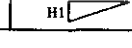
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค5 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	3.20	5.00	8.00	1.60	0.75	0.55	0.41	3.30
2		3.20	3.50	5.00	16.75	3.35	0.78	0.55	0.43	7.19
3		3.50	5.50	5.00	22.50	4.50	0.79	0.55	0.43	9.78
4		5.50	7.20	5.00	31.75	6.35	0.80	0.55	0.44	13.97
5		7.20	7.30	5.00	36.25	7.25	0.80	0.55	0.44	15.95
6		7.30	7.80	5.00	37.75	7.55	0.80	0.55	0.44	16.61
7		7.80	8.00	5.00	39.50	7.90	0.80	0.55	0.44	17.38
8		8.00	7.20	5.00	38.00	7.60	0.80	0.55	0.44	16.72
9		7.20	7.40	5.00	36.50	7.30	0.80	0.55	0.44	16.06
10		7.40	7.30	5.00	36.75	7.35	0.80	0.55	0.44	16.17
11		7.30	7.80	5.00	37.75	7.55	0.80	0.55	0.44	16.61
12		7.80	6.60	5.00	36.00	7.20	0.80	0.55	0.44	15.84
13		6.60	6.30	5.00	32.25	6.45	0.80	0.55	0.44	14.19
14		6.30	4.30	5.00	26.50	5.30	0.80	0.55	0.44	11.66
15		4.30	2.40	5.00	16.75	3.35	0.78	0.55	0.43	7.19
16		2.40	1.30	5.00	9.25	1.85	0.76	0.55	0.42	3.87
17		1.30	1.20	5.00	6.25	1.25	0.72	0.55	0.40	2.48
18		1.20	0.00	4.00	2.40	0.60	0.68	0.55	0.37	0.90
รวม					470.90					205.85

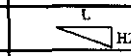
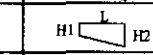
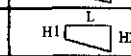
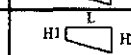
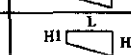
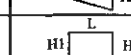
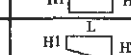
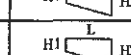
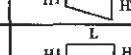
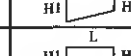
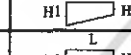
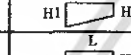
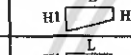
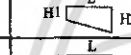
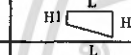
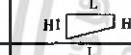
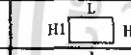
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค6 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.60	2.00	0.60	0.30	0.66	0.59	0.39	0.23
2		0.60	1.30	2.00	1.90	0.95	0.70	0.59	0.41	0.78
3		1.30	2.30	2.00	3.60	1.80	0.76	0.59	0.45	1.61
4		2.30	2.90	2.00	5.20	2.60	0.77	0.59	0.45	2.36
5		2.90	2.80	2.00	5.70	2.85	0.78	0.59	0.46	2.62
6		2.80	3.20	2.00	6.00	3.00	0.78	0.59	0.46	2.76
7		3.20	3.50	2.00	6.70	3.35	0.78	0.59	0.46	3.08
8		3.50	3.70	2.00	7.20	3.60	0.78	0.59	0.46	3.31
9		3.70	3.80	2.00	7.50	3.75	0.78	0.59	0.46	3.45
10		3.80	3.50	2.00	7.30	3.65	0.78	0.59	0.46	3.36
11		3.50	3.80	2.00	7.30	3.65	0.78	0.59	0.46	3.36
12		3.80	3.70	2.00	7.50	3.75	0.78	0.59	0.46	3.45
13		3.70	3.60	2.00	7.30	3.65	0.78	0.59	0.46	3.36
14		3.60	3.50	2.00	7.10	3.55	0.78	0.59	0.46	3.27
15		3.50	3.60	2.00	7.10	3.55	0.78	0.59	0.46	3.27
16		3.60	3.50	2.00	7.10	3.55	0.78	0.59	0.46	3.27
17		3.50	3.40	2.00	6.90	3.45	0.78	0.59	0.46	3.18
18		3.40	3.60	2.00	7.00	3.50	0.78	0.59	0.46	3.22
19		3.60	3.60	2.00	7.20	3.60	0.78	0.59	0.46	3.31
20		3.60	3.70	2.00	7.30	3.65	0.78	0.59	0.46	3.36
21		3.70	3.10	2.00	6.80	3.40	0.78	0.59	0.46	3.13
22		3.10	2.10	2.00	5.20	2.60	0.77	0.59	0.45	2.36
23		2.10	2.80	2.00	4.90	2.45	0.77	0.59	0.45	2.23
24		2.80	2.70	2.00	5.50	2.75	0.77	0.59	0.45	2.50
25		2.70	2.50	2.00	5.20	2.60	0.77	0.59	0.45	2.36
26		2.50	2.70	2.00	5.20	2.60	0.77	0.59	0.45	2.36
27		2.70	1.00	2.00	3.70	1.85	0.76	0.59	0.45	1.66
28		1.00	0.00	4.20	2.10	0.50	0.68	0.59	0.40	0.84
รวม					162.10					74.07

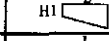
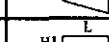
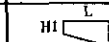
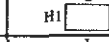
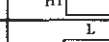
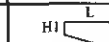
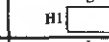
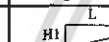
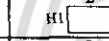
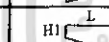
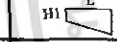
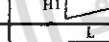
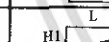
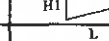
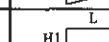
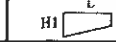
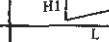
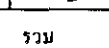
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค7 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	2.20	5.00	5.50	1.10	0.71	0.63	0.45	2.46
2		2.20	3.20	5.00	13.50	2.70	0.77	0.63	0.49	6.55
3		3.20	3.70	5.00	17.25	3.45	0.78	0.63	0.49	8.48
4		3.70	5.00	5.00	21.75	4.35	0.79	0.63	0.50	10.82
5		5.00	5.40	5.00	26.00	5.20	0.80	0.63	0.50	13.10
6		5.40	5.40	5.00	27.00	5.40	0.80	0.63	0.50	13.61
7		5.40	5.70	5.00	27.75	5.55	0.80	0.63	0.50	13.99
8		5.70	5.90	5.00	29.00	5.80	0.80	0.63	0.50	14.62
9		5.90	5.60	5.00	28.75	5.75	0.80	0.63	0.50	14.49
10		5.60	4.40	5.00	25.00	5.00	0.79	0.63	0.50	12.44
11		4.40	4.30	5.00	21.75	4.35	0.79	0.63	0.50	10.82
12		4.30	3.90	5.00	20.50	4.10	0.78	0.63	0.49	10.07
13		3.90	4.70	5.00	21.50	4.30	0.79	0.63	0.50	10.70
14		4.70	6.00	5.00	26.75	5.35	0.80	0.63	0.50	13.48
15		6.00	4.20	5.00	25.50	5.10	0.79	0.63	0.50	12.69
16		4.20	4.20	5.00	21.00	4.20	0.79	0.63	0.50	10.45
17		4.20	1.90	5.00	15.25	3.05	0.78	0.63	0.49	7.49
18		1.90	0.00	4.40	4.18	0.95	0.70	0.63	0.44	1.84
รวม					377.93					188.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค8 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.00	2.00	1.00	0.50	0.68	0.43	0.29	0.29
2		1.00	2.00	2.00	3.00	1.50	0.74	0.43	0.32	0.95
3		2.00	2.40	2.00	4.40	2.20	0.77	0.43	0.33	1.46
4		2.40	3.40	2.00	5.80	2.90	0.78	0.43	0.34	1.95
5		3.40	3.50	2.00	6.90	3.45	0.78	0.43	0.34	2.31
6		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.78	0.43	0.34	2.35
7		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.78	0.43	0.34	2.35
8		3.50	3.40	2.00	6.90	3.45	0.78	0.43	0.34	2.31
9		3.40	3.50	2.00	6.90	3.45	0.78	0.43	0.34	2.31
10		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.78	0.43	0.34	2.35
11		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.78	0.43	0.34	2.35
12		3.50	3.30	2.00	6.80	3.40	0.78	0.43	0.34	2.28
13		3.30	3.00	2.00	6.30	3.15	0.78	0.43	0.34	2.11
14		3.00	3.00	2.00	6.00	3.00	0.78	0.43	0.34	2.01
15		3.00	3.30	2.00	6.30	3.15	0.78	0.43	0.34	2.11
16		3.30	2.40	2.00	5.70	2.85	0.78	0.43	0.34	1.91
17		2.40	2.80	2.00	5.20	2.60	0.77	0.43	0.33	1.72
18		2.80	3.00	2.00	5.80	2.90	0.78	0.43	0.34	1.95
19		3.00	2.70	2.00	5.70	2.85	0.78	0.43	0.34	1.91
20		2.70	2.70	2.00	5.40	2.70	0.77	0.43	0.33	1.79
21		2.70	2.40	2.00	5.10	2.55	0.77	0.43	0.33	1.69
22		2.40	2.30	2.00	4.70	2.35	0.77	0.43	0.33	1.56
23		2.30	1.60	2.00	3.90	1.95	0.76	0.43	0.33	1.27
24		1.60	1.40	2.00	3.00	1.50	0.74	0.43	0.32	0.95
25		1.40	1.20	2.00	2.60	1.30	0.73	0.43	0.31	0.82
26		1.20	1.00	2.00	2.20	1.10	0.71	0.43	0.31	0.67
27		1.00	0.70	2.00	1.70	0.85	0.70	0.43	0.30	0.51
28		0.70	0.00	2.30	0.81	0.35	0.66	0.43	0.28	0.23
รวม					140.11					46.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค9 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A7 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.40	2.00	0.40	0.20	0.00	0.32	0.32	0.13
2		0.40	1.00	2.00	1.40	0.70	0.69	0.32	0.22	0.31
3		1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	0.71	0.32	0.23	0.45
4		1.00	1.30	2.00	2.30	1.15	0.71	0.32	0.23	0.52
5		1.30	1.20	2.00	2.50	1.25	0.72	0.32	0.23	0.58
6		1.20	1.10	2.00	2.30	1.15	0.71	0.32	0.23	0.52
7		1.10	1.00	2.00	2.10	1.05	0.71	0.32	0.23	0.48
8		1.00	0.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.32	0.22	0.40
9		0.80	0.60	2.00	1.40	0.70	0.69	0.32	0.22	0.31
10		0.60	0.80	2.00	1.40	0.70	0.69	0.32	0.22	0.31
11		0.80	0.00	1.70	0.68	0.40	0.67	0.32	0.21	0.15
รวม					18.28					4.16

ตารางที่ ผค10 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A7 (ครั้งที่ 2)

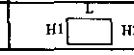
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.60	2.00	0.60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.60	0.70	2.00	1.30	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
3		0.70	0.50	2.00	1.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
4		0.50	0.70	2.00	1.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
5		0.70	0.50	2.00	1.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
6		0.50	0.50	2.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
7		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
8		0.40	0.00	2.00	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					7.80					0.00

ตารางที่ ผค11 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A8 (ครั้งที่ 1)

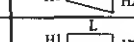
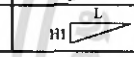
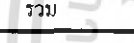
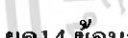
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		1.40	1.40	11.00	15.40	1.40	0.74	0.22	0.16	2.51
รวม					15.40					2.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

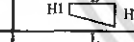
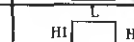
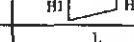
ตารางที่ ผค12 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A8 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_s (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.30	0.30	11.00	3.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					3.30					0.00

ตารางที่ ผค13 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1 (ครั้งที่ 1)

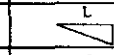
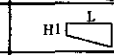
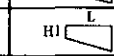
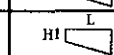
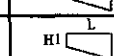
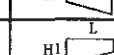
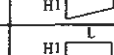
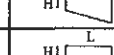
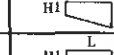
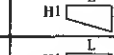
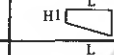
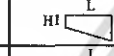
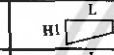
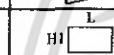
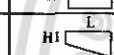
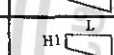
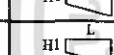
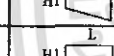
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_s (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.67	0.04	0.03	0.02
2		0.90	1.70	2.00	2.60	1.30	0.73	0.04	0.03	0.08
3		1.70	2.40	2.00	4.10	2.05	0.76	0.04	0.03	0.12
4		2.40	2.60	2.00	5.00	2.50	0.77	0.04	0.03	0.15
5		2.60	2.50	2.00	5.10	2.55	0.77	0.04	0.03	0.16
6		2.50	1.70	2.00	4.20	2.10	0.76	0.04	0.03	0.13
7		1.70	1.50	2.00	3.20	1.60	0.75	0.04	0.03	0.10
8		1.50	1.10	2.00	2.60	1.30	0.73	0.04	0.03	0.08
9		1.10	0.00	2.30	1.27	0.55	0.68	0.04	0.03	0.03
รวม					28.97					0.87

ตารางที่ ผค14 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_s (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.10	1.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.10	0.20	1.00	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
3		0.20	0.20	1.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
4		0.20	0.20	1.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
5		0.20	0.10	1.00	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
6		0.20	0.00	1.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					0.85					0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค15 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดล่อง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.20	10.00	6.00	0.60	0.68	0.26	0.18	1.06
2		1.20	1.30	10.00	12.50	1.25	0.72	0.26	0.19	2.34
3		1.30	2.00	10.00	16.50	1.65	0.75	0.26	0.20	3.22
4		2.00	2.20	10.00	21.00	2.10	0.76	0.26	0.20	4.15
5		2.20	3.10	10.00	26.50	2.65	0.77	0.26	0.20	5.31
6		3.10	2.60	10.00	28.50	2.85	0.78	0.26	0.20	5.78
7		2.60	3.80	10.00	32.00	3.20	0.78	0.26	0.20	6.49
8		3.80	4.00	10.00	39.00	3.90	0.78	0.26	0.20	7.91
9		4.00	5.00	10.00	45.00	4.50	0.79	0.26	0.21	9.24
10		5.00	5.20	10.00	51.00	5.10	0.80	0.26	0.21	10.61
11		5.20	5.90	10.00	55.50	5.55	0.80	0.26	0.21	11.54
12		5.90	5.50	10.00	57.00	5.70	0.80	0.26	0.21	11.86
13		5.50	0.40	10.00	29.50	2.95	0.78	0.26	0.20	5.98
14		0.40	0.40	9.00	3.60	0.40	0.67	0.26	0.17	0.63
15		0.40	0.50	11.00	4.95	0.45	0.67	0.26	0.17	0.86
16		0.50	0.60	10.00	5.50	0.55	0.68	0.26	0.18	0.97
17		0.60	0.90	10.00	7.50	0.75	0.69	0.26	0.18	1.35
18		0.90	0.10	10.00	5.00	0.50	0.68	0.26	0.18	0.88
19		0.10	0.00	8	0.40	0.05	0.00	0.26	0.26	0.10
รวม					446.95					90.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค16 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดช่อง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.20	2.00	0.20	0.10	0.00	0.87	0.87	0.17
2		0.20	0.30	2.00	0.50	0.25	0.00	0.87	0.87	0.44
3		0.30	0.50	2.00	0.80	0.40	0.67	0.87	0.58	0.47
4		0.50	0.40	2.00	0.90	0.45	0.67	0.87	0.58	0.52
5		0.40	0.20	2.00	0.60	0.30	0.66	0.87	0.57	0.34
6		0.20	0.10	2.00	0.30	0.15	0.00	0.87	0.87	0.26
7		0.10	1.30	2.00	1.40	0.70	0.69	0.87	0.60	0.84
8		1.30	1.30	2.00	2.60	1.30	0.73	0.87	0.64	1.65
9		1.30	1.20	2.00	2.50	1.25	0.72	0.87	0.63	1.57
10		1.20	1.40	2.00	2.60	1.30	0.73	0.87	0.64	1.65
11		1.40	1.40	2.00	2.80	1.40	0.74	0.87	0.64	1.80
12		1.40	1.60	2.00	3.00	1.50	0.74	0.87	0.64	1.93
13		1.60	1.70	2.00	3.30	1.65	0.75	0.87	0.65	2.15
14		1.70	1.60	2.00	3.30	1.65	0.75	0.87	0.65	2.15
15		1.60	1.90	2.00	3.50	1.75	0.76	0.87	0.66	2.31
16		1.90	1.90	2.00	3.80	1.90	0.76	0.87	0.66	2.51
17		1.90	3.50	2.00	5.40	2.70	0.77	0.87	0.67	3.62
18		3.50	3.30	2.00	6.80	3.40	0.78	0.87	0.68	4.61
19		3.30	3.30	2.00	6.60	3.30	0.78	0.87	0.68	4.48
20		3.30	3.70	2.00	7.00	3.50	0.78	0.87	0.68	4.75
21		3.70	3.60	2.00	7.30	3.65	0.78	0.87	0.68	4.95
22		3.60	3.60	2.00	7.20	3.60	0.78	0.87	0.68	4.89
23		3.60	3.70	2.00	7.30	3.65	0.78	0.87	0.68	4.95
24		3.70	2.90	2.00	6.60	3.30	0.78	0.87	0.68	4.48
25		2.90	2.40	2.00	5.30	2.65	0.77	0.87	0.67	3.55
26		2.40	0.70	2.00	3.10	1.55	0.74	0.87	0.64	2.00
27		0.70	0.00	2.00	0.70	0.35	0.66	0.87	0.57	0.40
รวม					95.40					63.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค17 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 1)

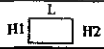
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดช่อง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.70	2.00	0.70	0.35	0.66	0.23	0.15	0.11
2		0.70	1.40	2.00	2.10	1.05	0.71	0.23	0.16	0.34
3		1.40	1.80	2.00	3.20	1.60	0.75	0.23	0.17	0.55
4		1.80	2.60	2.00	4.40	2.20	0.77	0.23	0.18	0.78
5		2.60	3.10	2.00	5.70	2.85	0.78	0.23	0.18	1.02
6		3.10	3.30	2.00	6.40	3.20	0.78	0.23	0.18	1.15
7		3.30	3.70	2.00	7.00	3.50	0.78	0.23	0.18	1.26
8		3.70	3.90	2.00	7.60	3.80	0.78	0.23	0.18	1.36
9		3.90	4.10	2.00	8.00	4.00	0.78	0.23	0.18	1.44
10		4.10	4.50	2.00	8.60	4.30	0.79	0.23	0.18	1.56
11		4.50	4.70	2.00	9.20	4.60	0.79	0.23	0.18	1.67
12		4.70	5.20	2.00	9.90	4.95	0.80	0.23	0.18	1.82
13		5.20	4.80	2.00	10.00	5.00	0.80	0.23	0.18	1.84
14		4.80	5.20	2.00	10.00	5.00	0.80	0.23	0.18	1.84
15		5.20	5.80	2.00	11.00	5.50	0.80	0.23	0.18	2.02
16		5.80	5.60	2.00	11.40	5.70	0.80	0.23	0.18	2.10
17		5.60	5.60	2.00	11.20	5.60	0.80	0.23	0.18	2.06
18		5.60	5.80	2.00	11.40	5.70	0.80	0.23	0.18	2.10
19		5.80	4.90	2.00	10.70	5.35	0.80	0.23	0.18	1.97
20		4.90	4.20	2.00	9.10	4.55	0.79	0.23	0.18	1.65
21		4.20	4.30	2.00	8.50	4.25	0.79	0.23	0.18	1.54
22		4.30	4.30	2.00	8.60	4.30	0.79	0.23	0.18	1.56
23		4.30	3.60	2.00	7.90	3.95	0.78	0.23	0.18	1.42
24		3.60	3.30	2.00	6.90	3.45	0.78	0.23	0.18	1.24
25		3.30	3.30	2.00	6.60	3.30	0.78	0.23	0.18	1.18
26		3.30	3.10	2.00	6.40	3.20	0.78	0.23	0.18	1.15
27		3.10	3.30	2.00	6.40	3.20	0.78	0.23	0.18	1.15
28		3.30	2.80	2.00	6.10	3.05	0.78	0.23	0.18	1.09
29		2.80	2.80	2.00	5.60	2.80	0.77	0.23	0.18	0.99
30		2.80	2.40	2.00	5.20	2.60	0.77	0.23	0.18	0.92
31		2.40	2.50	2.00	4.90	2.45	0.77	0.23	0.18	0.87
32		2.50	2.60	2.00	5.10	2.55	0.77	0.23	0.18	0.90
33		2.60	2.60	2.00	5.20	2.60	0.77	0.23	0.18	0.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค17 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 1) (ต่อ)

34		2.60	2.50	2.00	5.10	2.55	0.77	0.23	0.18	0.90
35		2.50	2.10	2.00	4.60	2.30	0.77	0.23	0.18	0.81
36		2.10	1.70	2.00	3.80	1.90	0.76	0.23	0.17	0.66
37		1.70	1.60	2.00	3.30	1.65	0.75	0.23	0.17	0.57
38		1.60	1.60	2.00	3.20	1.60	0.75	0.23	0.17	0.55
39		1.60	1.40	2.00	3.00	1.50	0.74	0.23	0.17	0.51
40		1.40	0.00	4.50	3.15	0.70	0.69	0.23	0.16	0.50
รวม					267.15					48.10

ตารางที่ ผค18 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเปียก	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.50	2.00	0.50	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.50	0.80	2.00	1.30	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
3		0.80	1.20	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4		1.20	1.30	2.00	2.50	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00
5		1.30	1.40	2.00	2.70	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
6		1.40	1.50	2.00	2.90	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00
7		1.50	1.70	2.00	3.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
8		1.70	1.90	2.00	3.60	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
9		1.90	2.10	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10		2.10	2.50	2.00	4.60	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
11		2.50	2.00	2.00	4.50	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
12		2.00	3.00	2.00	5.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
13		3.00	3.00	2.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14		3.00	2.80	2.00	5.80	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00
15		2.80	2.70	2.00	5.50	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00
16		2.70	2.70	2.00	5.40	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
17		2.70	2.60	2.00	5.30	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00
18		2.60	2.60	2.00	5.20	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00
19		2.60	2.40	2.00	5.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
20		2.40	2.00	2.00	4.40	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00
21		2.00	2.00	4.00	8.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22		2.00	1.90	2.00	3.90	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
23		1.90	1.80	2.00	3.70	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00
24		1.80	1.60	2.00	3.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค18 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1 (ครั้งที่ 2) (ต่อ)

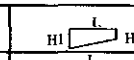
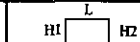
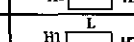
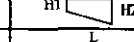
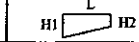
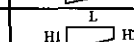
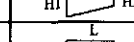
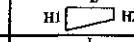
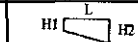
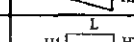
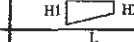
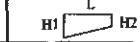
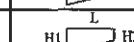
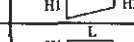
25		1.60	1.40	2.00	3.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
26		1.40	1.30	2.00	2.70	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
27		1.30	1.00	2.00	2.30	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
28		1.00	0.70	2.00	1.70	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
29		0.70	0.00	2.50	0.88	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					108.98					0.00

ตารางที่ ผค19 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 1)

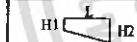
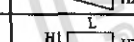
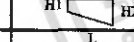
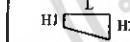
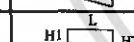
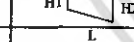
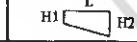
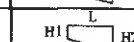
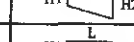
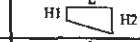
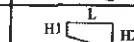
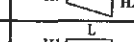
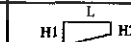
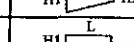
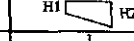
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.65	2.00	0.65	0.33	0.66	0.36	0.24	0.15
2		0.65	1.50	2.00	2.15	1.08	0.71	0.36	0.26	0.55
3		1.50	1.80	2.00	3.30	1.65	0.75	0.36	0.27	0.89
4		1.80	2.30	2.00	4.10	2.05	0.76	0.36	0.27	1.12
5		2.30	2.80	2.00	5.10	2.55	0.77	0.36	0.28	1.41
6		2.80	3.00	2.00	5.80	2.90	0.78	0.36	0.28	1.63
7		3.00	3.60	2.00	6.60	3.30	0.78	0.36	0.28	1.85
8		3.60	3.80	2.00	7.40	3.70	0.78	0.36	0.28	2.08
9		3.80	4.00	2.00	7.80	3.90	0.78	0.36	0.28	2.19
10		4.00	4.30	2.00	8.30	4.15	0.78	0.36	0.28	2.33
11		4.30	4.40	2.00	8.70	4.35	0.79	0.36	0.28	2.47
12		4.40	5.20	2.00	9.60	4.80	0.79	0.36	0.28	2.73
13		5.20	5.40	2.00	10.60	5.30	0.80	0.36	0.29	3.05
14		5.40	5.80	2.00	11.20	5.60	0.80	0.36	0.29	3.23
15		5.80	5.90	2.00	11.70	5.85	0.80	0.36	0.29	3.37
16		5.90	6.30	2.00	12.20	6.10	0.80	0.36	0.29	3.51
17		6.30	6.50	2.00	12.80	6.40	0.80	0.36	0.29	3.69
18		6.50	7.30	2.00	13.80	6.90	0.80	0.36	0.29	3.97
19		7.30	6.60	2.00	13.90	6.95	0.80	0.36	0.29	4.00
20		6.60	7.10	2.00	13.70	6.85	0.80	0.36	0.29	3.95
21		7.10	7.00	2.00	14.10	7.05	0.80	0.36	0.29	4.06
22		7.00	6.90	2.00	13.90	6.95	0.80	0.36	0.29	4.00
23		6.90	6.70	2.00	13.60	6.80	0.80	0.36	0.29	3.92
24		6.70	6.40	2.00	13.10	6.55	0.80	0.36	0.29	3.77
25		6.40	6.30	2.00	12.70	6.35	0.80	0.36	0.29	3.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค19 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 1)(ต่อ)

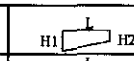
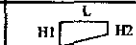
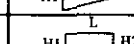
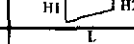
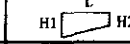
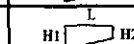
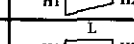
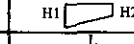
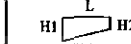
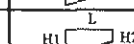
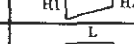
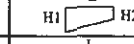
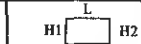
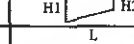
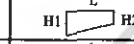
26		6.30	6.20	2.00	12.50	6.25	0.80	0.36	0.29	3.60
27		6.20	6.20	2.00	12.40	6.20	0.80	0.36	0.29	3.57
28		6.20	6.60	2.00	12.80	6.40	0.80	0.36	0.29	3.69
29		6.60	6.20	2.00	12.80	6.40	0.80	0.36	0.29	3.69
30		6.20	5.80	2.00	12.00	6.00	0.80	0.36	0.29	3.46
31		5.80	5.20	2.00	11.00	5.50	0.80	0.36	0.29	3.17
32		5.20	5.30	2.00	10.50	5.25	0.80	0.36	0.29	3.02
33		5.30	4.50	2.00	9.80	4.90	0.79	0.36	0.28	2.79
34		4.50	4.20	2.00	8.70	4.35	0.79	0.36	0.28	2.47
35		4.20	2.90	2.00	7.10	3.55	0.78	0.36	0.28	1.99
36		2.90	3.20	2.00	6.10	3.05	0.78	0.36	0.28	1.71
37		3.20	2.40	2.00	5.60	2.80	0.77	0.36	0.28	1.55
38		2.40	2.00	2.00	4.40	2.20	0.77	0.36	0.28	1.22
39		2.00	0.00	0.70	0.70	1.00	0.71	0.36	0.26	0.18
รวม					363.20					103.71

ตารางที่ ผค20 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดช่อง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.90	1.20	2.00	2.10	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00
3		1.20	1.40	2.00	2.60	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
4		1.40	1.80	2.00	3.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
5		1.80	2.20	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6		2.20	2.70	2.00	4.90	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00
7		2.70	2.90	2.00	5.60	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00
8		2.90	3.20	2.00	6.10	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00
9		3.20	3.30	2.00	6.50	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00
10		3.30	3.50	2.00	6.80	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
11		3.50	3.30	2.00	6.80	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
12		3.30	3.60	2.00	6.90	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00
13		3.60	3.60	2.00	7.20	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00
14		3.60	3.50	2.00	7.10	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
15		3.50	3.70	2.00	7.20	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00
16		3.70	4.00	2.00	7.70	3.85	0.00	0.00	0.00	0.00
17		4.00	4.50	2.00	8.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00

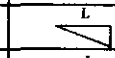
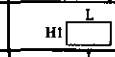
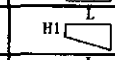
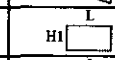
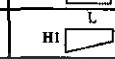
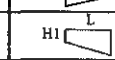
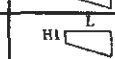
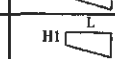
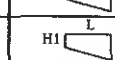
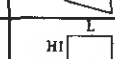
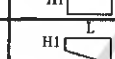
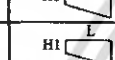
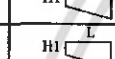
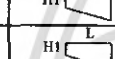
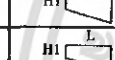
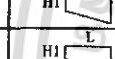
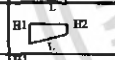
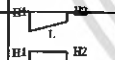
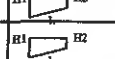
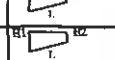
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค20 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2 (ครั้งที่ 2)(ต่อ)

18		4.50	4.40	2.00	8.90	4.45	0.00	0.00	0.00	0.00
19		4.40	4.40	2.00	8.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00
20		4.40	4.30	2.00	8.70	4.35	0.00	0.00	0.00	0.00
21		4.30	4.00	2.00	8.30	4.15	0.00	0.00	0.00	0.00
22		4.00	3.60	2.00	7.60	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00
23		3.60	3.30	2.00	6.90	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00
24		3.30	2.70	2.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25		2.70	2.20	2.00	4.90	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00
26		2.20	1.80	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27		1.80	1.80	2.00	3.60	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
28		1.80	1.50	2.00	3.30	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00
29		1.50	1.20	2.00	2.70	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
30		1.20	1.00	2.00	2.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00
31		1.00	0.70	2.00	1.70	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
32		0.70	0.20	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
33		0.20	0.00	1.10	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					172.71					0.00

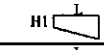
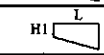
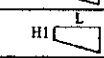
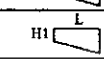
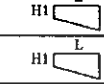
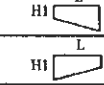
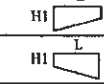
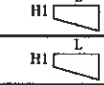
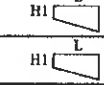
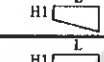
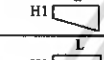
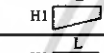
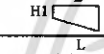
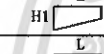
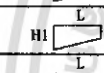
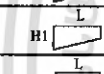
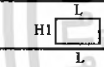
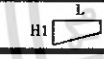
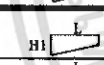
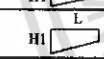
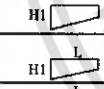
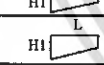
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค21 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C3 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดต่อขวาง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.80	2.00	0.80	0.40	0.67	0.12	0.08	0.06
2		0.80	0.80	2.00	1.60	0.80	0.70	0.12	0.08	0.13
3		0.80	1.50	2.00	2.30	1.15	0.72	0.12	0.09	0.20
4		1.50	1.50	2.00	3.00	1.50	0.74	0.12	0.09	0.27
5		1.50	1.30	2.00	2.80	1.40	0.74	0.12	0.09	0.25
6		1.30	2.00	2.00	3.30	1.65	0.75	0.12	0.09	0.30
7		2.00	2.70	2.00	4.70	2.35	0.77	0.12	0.09	0.43
8		2.70	4.00	2.00	6.70	3.35	0.78	0.12	0.09	0.63
9		4.00	4.50	2.00	8.50	4.25	0.79	0.12	0.09	0.81
10		4.50	4.50	2.00	9.00	4.50	0.79	0.12	0.09	0.85
11		4.50	4.70	2.00	9.20	4.60	0.79	0.12	0.09	0.87
12		4.70	4.90	2.00	9.60	4.80	0.79	0.12	0.09	0.91
13		4.90	5.00	2.00	9.90	4.95	0.80	0.12	0.10	0.95
14		5.00	5.40	2.00	10.40	5.20	0.80	0.12	0.10	1.00
15		5.40	5.80	2.00	11.20	5.60	0.80	0.12	0.10	1.08
16		5.80	6.20	2.00	12.00	6.00	0.80	0.12	0.10	1.15
17		6.20	6.20	2.00	12.40	6.20	0.80	0.12	0.10	1.19
18		6.20	6.30	2.00	12.50	6.25	0.80	0.12	0.10	1.20
19		6.30	6.50	2.00	12.80	6.40	0.80	0.12	0.10	1.23
20		6.50	6.70	2.00	13.20	6.60	0.80	0.12	0.10	1.27
21		6.70	6.40	2.00	13.10	6.55	0.80	0.12	0.10	1.26
22		6.40	6.60	2.00	13.00	6.50	0.80	0.12	0.10	1.25
23		6.60	6.40	2.00	13.00	6.50	0.80	0.12	0.10	1.25
24		6.40	5.30	2.00	11.70	5.85	0.80	0.12	0.10	1.12
25		5.30	4.50	2.00	9.80	4.90	0.80	0.12	0.10	0.94
26		4.50	4.20	2.00	8.70	4.35	0.79	0.12	0.09	0.82
27		4.20	2.60	2.00	6.80	3.40	0.78	0.12	0.09	0.64
28		2.60	2.50	2.00	5.10	2.55	0.77	0.12	0.09	0.47
29		2.50	0.00	1.80	2.25	1.25	0.72	0.12	0.09	0.19
รวม					239.35					22.72

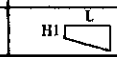
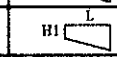
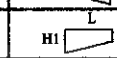
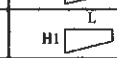
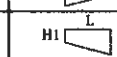
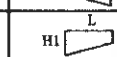
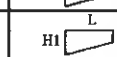
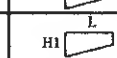
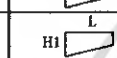
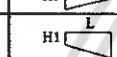
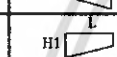
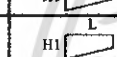
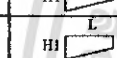
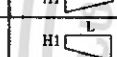
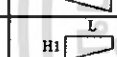
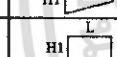
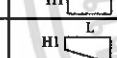
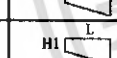
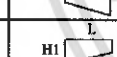
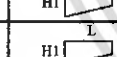
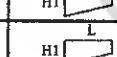
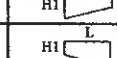
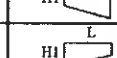
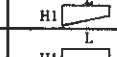
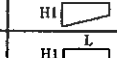
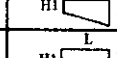
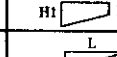
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค22 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C3 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.90	1.30	2.00	2.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00
3		1.30	2.40	2.00	3.70	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00
4		2.40	3.20	2.00	5.60	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00
5		3.20	3.80	2.00	7.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6		3.80	4.70	2.00	8.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00
7		4.70	4.50	2.00	9.20	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00
8		4.50	4.60	2.00	9.10	4.55	0.00	0.00	0.00	0.00
9		4.60	4.70	2.00	9.30	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00
10		4.70	4.80	2.00	9.50	4.75	0.79	0.00	0.00	0.00
11		4.80	4.90	2.00	9.70	4.85	0.79	0.00	0.00	0.00
12		4.90	4.60	2.00	9.50	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00
13		4.60	4.80	2.00	9.40	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00
14		4.80	4.50	2.00	9.30	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00
15		4.50	4.00	2.00	8.50	4.25	0.00	0.00	0.00	0.00
16		4.00	3.50	2.00	7.50	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00
17		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00
18		3.50	3.30	2.00	6.80	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
19		3.30	3.00	2.00	6.30	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00
20		3.00	2.90	2.00	5.90	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00
21		2.90	2.50	2.00	5.40	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
22		2.50	1.10	2.00	3.60	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
23		1.10	0.00	2.00	1.10	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					155.00					0.00

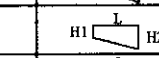
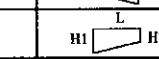
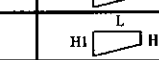
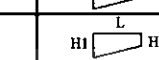
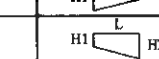
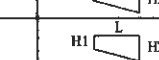
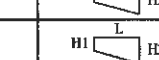
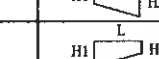
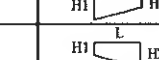
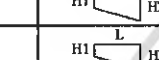
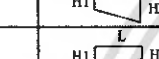
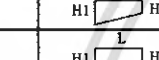
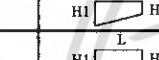
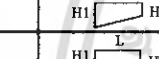
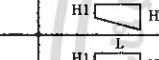
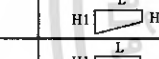
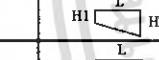
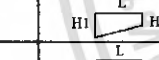
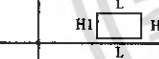
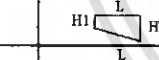
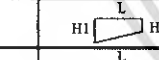
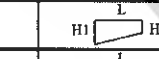
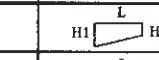
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค23 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดช่อง	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	4.90	4.00	9.80	2.45	0.77	0.78	0.60	5.89
2		4.90	4.90	2.00	9.80	4.90	0.80	0.78	0.62	6.12
3		4.90	5.40	2.00	10.30	5.15	0.80	0.78	0.62	6.43
4		5.40	5.70	2.00	11.10	5.55	0.80	0.78	0.62	6.93
5		5.70	5.10	2.00	10.80	5.40	0.80	0.78	0.62	6.74
6		5.10	4.80	2.00	9.90	4.95	0.80	0.78	0.62	6.18
7		4.80	5.30	2.00	10.10	5.05	0.80	0.78	0.62	6.30
8		5.30	5.00	2.00	10.30	5.15	0.80	0.78	0.62	6.43
9		5.00	4.70	2.00	9.70	4.85	0.79	0.78	0.62	5.98
10		4.70	4.60	4.00	18.60	4.65	0.79	0.78	0.62	11.46
11		4.60	3.80	2.00	8.40	4.20	0.79	0.78	0.62	5.18
12		3.80	4.70	2.00	8.50	4.25	0.79	0.78	0.62	5.24
13		4.70	3.80	2.00	8.50	4.25	0.79	0.78	0.62	5.24
14		3.80	3.70	2.00	7.50	3.75	0.78	0.78	0.61	4.56
15		3.70	3.50	2.00	7.20	3.60	0.78	0.78	0.61	4.38
16		3.50	3.90	2.00	7.40	3.70	0.78	0.78	0.61	4.50
17		3.90	2.50	2.00	6.40	3.20	0.78	0.78	0.61	3.89
18		2.50	2.50	2.00	5.00	2.50	0.77	0.78	0.60	3.00
19		2.50	2.60	2.00	5.10	2.55	0.77	0.78	0.60	3.06
20		2.60	2.70	2.00	5.30	2.65	0.77	0.78	0.60	3.18
21		2.70	2.40	2.00	5.10	2.55	0.77	0.78	0.60	3.06
22		2.40	2.00	2.00	4.40	2.20	0.77	0.78	0.60	2.64
23		2.00	1.90	2.00	3.90	1.95	0.76	0.78	0.59	2.31
24		1.90	2.10	2.00	4.00	2.00	0.76	0.78	0.59	2.37
25		2.10	1.30	2.00	3.40	1.70	0.75	0.78	0.59	1.99
26		1.30	1.00	2.00	2.30	1.15	0.72	0.78	0.56	1.29
27		1.00	0.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.78	0.55	0.98
28		0.80	1.10	2.00	1.90	0.95	0.70	0.78	0.55	1.04
29		1.10	0.50	2.00	1.60	0.80	0.70	0.78	0.55	0.87
30		0.50	0.00	1.00	0.25	0.25	0.00	0.78	0.78	0.20
รวม					208.35					127.44

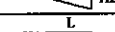
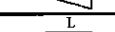
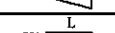
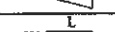
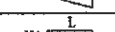
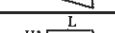
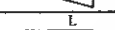
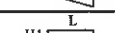
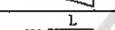
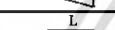
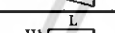
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค24 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.67	0.89	0.60	0.54
2		0.90	1.10	2.00	2.00	1.00	0.71	0.89	0.63	1.26
3		1.10	1.00	2.00	2.10	1.05	0.71	0.89	0.63	1.33
4		1.00	0.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.89	0.62	1.12
5		0.80	0.60	2.00	1.40	0.70	0.69	0.89	0.61	0.86
6		0.60	1.40	2.00	2.00	1.00	0.70	0.89	0.62	1.25
7		1.40	2.00	2.00	3.40	1.70	0.75	0.89	0.67	2.27
8		2.00	2.40	2.00	4.40	2.20	0.77	0.89	0.69	3.02
9		2.40	2.30	2.00	4.70	2.35	0.77	0.89	0.69	3.22
10		2.30	2.50	2.00	4.80	2.40	0.77	0.89	0.69	3.29
11		2.50	2.60	2.00	5.10	2.55	0.77	0.89	0.69	3.50
12		2.60	2.20	2.00	4.80	2.40	0.77	0.89	0.69	3.29
13		2.20	1.50	2.00	3.70	1.85	0.76	0.89	0.68	2.50
14		1.50	1.40	2.00	2.90	1.45	0.74	0.89	0.66	1.91
15		1.40	2.00	2.00	3.40	1.70	0.76	0.89	0.68	2.30
16		2.00	4.20	2.00	6.20	3.10	0.78	0.89	0.69	4.30
17		4.20	3.30	2.00	7.50	3.75	0.78	0.89	0.69	5.21
18		3.30	3.40	2.00	6.70	3.35	0.78	0.89	0.69	4.65
19		3.40	3.10	2.00	6.50	3.25	0.78	0.89	0.69	4.51
20		3.10	3.10	2.00	6.20	3.10	0.78	0.89	0.69	4.30
21		3.10	3.60	2.00	6.70	3.35	0.78	0.89	0.69	4.65
22		3.60	3.40	2.00	7.00	3.50	0.78	0.89	0.69	4.86
23		3.40	2.70	2.00	6.10	3.05	0.78	0.89	0.69	4.23
24		2.70	2.00	2.00	4.70	2.35	0.76	0.89	0.68	3.18
25		2.00	0.00	3.60	3.60	1.00	0.71	0.89	0.63	2.27
รวม					108.60					73.82

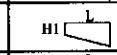
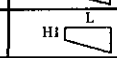
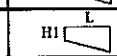
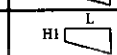
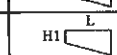
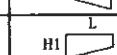
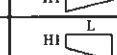
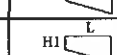
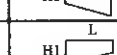
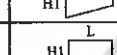
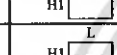
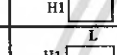
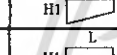
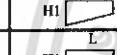
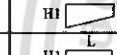
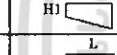
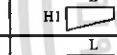
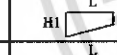
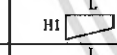
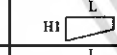
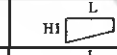
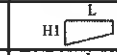
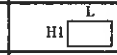
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค25 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.10	2.00	0.10	0.05	0.00	0.77	0.77	0.08
2		0.10	0.40	4.00	1.00	0.25	0.00	0.77	0.77	0.77
3		0.40	0.60	2.00	1.00	0.50	0.68	0.77	0.52	0.52
4		0.60	1.30	2.00	1.90	0.95	0.70	0.77	0.54	1.02
5		1.30	2.10	2.00	3.40	1.70	0.76	0.77	0.59	1.99
6		2.10	2.90	2.00	5.00	2.50	0.77	0.77	0.59	2.96
7		2.90	3.40	2.00	6.30	3.15	0.78	0.77	0.60	3.78
8		3.40	4.60	4.00	16.00	4.00	0.78	0.77	0.60	9.61
9		4.60	5.20	2.00	9.80	4.90	0.80	0.77	0.62	6.04
10		5.20	5.50	2.00	10.70	5.35	0.80	0.77	0.62	6.59
11		5.50	5.70	2.00	11.20	5.60	0.80	0.77	0.62	6.90
12		5.70	5.80	2.00	11.50	5.75	0.80	0.77	0.62	7.08
13		5.80	6.20	2.00	12.00	6.00	0.80	0.77	0.62	7.39
14		6.20	6.00	2.00	12.20	6.10	0.80	0.77	0.62	7.52
15		6.00	6.20	2.00	12.20	6.10	0.80	0.77	0.62	7.52
16		6.20	5.90	2.00	12.10	6.05	0.80	0.77	0.62	7.45
17		5.90	6.20	2.00	12.10	6.05	0.80	0.77	0.62	7.45
18		6.20	5.70	2.00	11.90	5.95	0.80	0.77	0.62	7.33
19		5.70	4.80	2.00	10.50	5.25	0.80	0.77	0.62	6.47
20		4.80	4.10	2.00	8.90	4.45	0.79	0.77	0.61	5.41
21		4.10	3.90	2.00	8.00	4.00	0.78	0.77	0.60	4.80
22		3.90	2.30	2.00	6.20	3.10	0.78	0.77	0.60	3.72
23		2.30	0.00	2.00	2.30	1.15	0.72	0.77	0.55	1.28
รวม					186.30					113.70

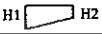
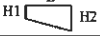
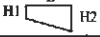
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค26 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2 (ครั้งที่ 2)

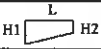
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.70	2.00	0.70	0.35	0.66	0.31	0.20	0.14
2		0.70	2.50	2.00	3.20	1.60	0.75	0.31	0.23	0.74
3		2.50	3.00	2.00	5.50	2.75	0.77	0.31	0.24	1.31
4		3.00	3.90	2.00	6.90	3.45	0.78	0.31	0.24	1.67
5		3.90	4.10	2.00	8.00	4.00	0.78	0.31	0.24	1.93
6		4.10	5.10	2.00	9.20	4.60	0.79	0.31	0.24	2.25
7		5.10	5.00	2.00	10.10	5.05	0.80	0.31	0.25	2.50
8		5.00	5.20	2.00	10.20	5.10	0.80	0.31	0.25	2.53
9		5.20	6.50	2.00	11.70	5.85	0.80	0.31	0.25	2.90
10		6.50	6.40	2.00	12.90	6.45	0.80	0.31	0.25	3.20
11		6.40	6.40	2.00	12.80	6.40	0.80	0.31	0.25	3.17
12		6.40	6.40	2.00	12.80	6.40	0.80	0.31	0.25	3.17
13		6.40	6.10	2.00	12.50	6.25	0.80	0.31	0.25	3.10
14		6.10	6.00	2.00	12.10	6.05	0.80	0.31	0.25	3.00
15		6.00	5.00	2.00	11.00	5.50	0.80	0.31	0.25	2.73
16		5.00	5.30	2.00	10.30	5.15	0.80	0.31	0.25	2.55
17		5.30	4.90	2.00	10.20	5.10	0.80	0.31	0.25	2.53
18		4.90	4.00	2.00	8.90	4.45	0.79	0.31	0.24	2.18
19		4.00	3.60	2.00	7.60	3.80	0.78	0.31	0.24	1.84
20		3.60	2.60	2.00	6.20	3.10	0.78	0.31	0.24	1.50
21		2.60	1.50	2.00	4.10	2.05	0.76	0.31	0.24	0.97
22		1.50	0.90	2.00	2.40	1.20	0.72	0.31	0.22	0.54
23		0.90	0.80	2.00	1.70	0.85	0.70	0.31	0.22	0.37
24		0.80	0.70	2.00	1.50	0.75	0.69	0.31	0.21	0.32
25		0.70	0.70	2.00	1.40	0.70	0.69	0.31	0.00	0.00
26		0.70	0.00	1.70	0.60	0.35	0.66	0.31	0.20	0.12
รวม					194.50					47.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค27 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D3 (ครั้งที่ 1)

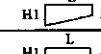
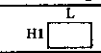
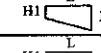
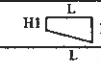
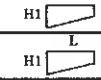
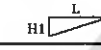
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.50	2.00	1.50	0.75	0.69	0.03	0.02	0.03
2		1.50	2.10	2.00	3.60	1.80	0.76	0.03	0.02	0.08
3		2.10	3.00	2.00	5.10	2.55	0.77	0.03	0.02	0.12
4		3.00	2.80	2.00	5.80	2.90	0.78	0.03	0.02	0.14
5		2.80	2.50	2.00	5.30	2.65	0.77	0.03	0.02	0.12
6		2.50	2.60	2.00	5.10	2.55	0.77	0.03	0.02	0.12
7		2.60	2.80	2.00	5.40	2.70	0.77	0.03	0.02	0.12
8		2.80	2.80	2.00	5.60	2.80	0.77	0.03	0.02	0.13
9		2.80	2.30	2.00	5.10	2.55	0.77	0.03	0.02	0.12
10		2.30	1.90	2.00	4.20	2.10	0.76	0.03	0.02	0.10
11		1.90	1.40	2.00	3.30	1.65	0.75	0.03	0.02	0.07
12		1.40	0.90	2.00	2.30	1.15	0.72	0.03	0.02	0.05
13		0.90	0.00	1.50	0.68	0.45	0.66	0.03	0.02	0.01
รวม					52.98					1.21

ตารางที่ ผค28 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D3 (ครั้งที่ 2)

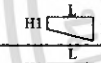
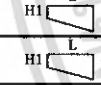
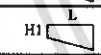
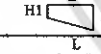
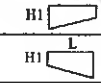
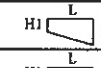
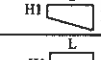
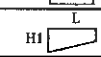
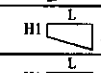
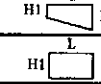
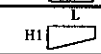
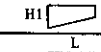
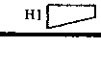
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.90	1.60	2.00	2.50	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00
3		1.60	2.00	2.00	3.60	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
4		2.00	2.60	2.00	4.60	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
5		2.60	2.80	2.00	5.40	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
6		2.80	2.70	2.00	5.50	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00
7		2.70	2.30	2.00	5.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
8		2.30	2.60	2.00	4.90	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00
9		2.60	3.00	2.00	5.60	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00
10		3.00	2.70	2.00	5.70	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00
11		2.70	1.90	2.00	4.60	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00
12		1.90	1.30	2.00	3.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
13		1.30	0.00	1.10	0.72	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					52.22					0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค29 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1 (ครั้งที่ 1)

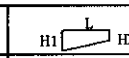
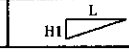
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.20	2.00	1.20	0.60	0.68	1.23	0.84	1.00
2		1.20	1.10	2.00	2.30	1.15	0.72	1.23	0.89	2.04
3		1.10	2.60	2.00	3.70	1.85	0.76	1.23	0.93	3.46
4		2.60	2.60	2.00	5.20	2.60	0.77	1.23	0.95	4.92
5		2.60	2.70	8.00	21.20	2.65	0.77	1.23	0.95	20.08
6		2.70	3.60	4.00	12.60	3.15	0.78	1.23	0.96	12.09
7		3.60	3.60	4.00	14.40	3.60	0.78	1.23	0.96	13.82
8		3.60	3.90	4.00	15.00	3.75	0.78	1.23	0.96	14.39
9		3.90	3.10	6.00	21.00	3.50	0.78	1.23	0.96	20.15
10		3.10	1.80	4.00	9.80	2.45	0.77	1.23	0.95	9.28
11		1.80	0.00	3.00	2.70	0.90	0.70	1.23	0.86	2.32
รวม					109.10					103.55

ตารางที่ ผค30 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1 (ครั้งที่ 2)

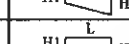
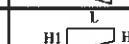
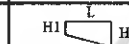
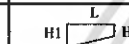
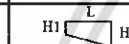
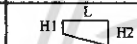
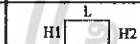
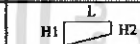
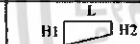
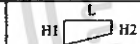
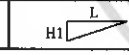
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.20	2.00	1.20	0.60	0.68	0.67	0.46	0.55
2		1.20	2.30	2.00	3.50	1.75	0.75	0.67	0.50	1.76
3		2.30	2.50	2.00	4.80	2.40	0.77	0.67	0.52	2.48
4		2.50	3.00	2.00	5.50	2.75	0.77	0.67	0.52	2.84
5		3.00	3.30	2.00	6.30	3.15	0.78	0.67	0.52	3.29
6		3.30	3.50	2.00	6.80	3.40	0.78	0.67	0.52	3.55
7		3.50	2.80	2.00	6.30	3.15	0.78	0.67	0.52	3.29
8		2.80	3.00	2.00	5.80	2.90	0.77	0.67	0.52	2.99
9		3.00	3.40	2.00	6.40	3.20	0.78	0.67	0.52	3.34
10		3.40	3.60	2.00	7.00	3.50	0.78	0.67	0.52	3.66
11		3.60	3.60	2.00	7.20	3.60	0.78	0.67	0.52	3.76
12		3.60	3.50	2.00	7.10	3.55	0.78	0.67	0.52	3.71
13		3.50	3.90	2.00	7.40	3.70	0.78	0.67	0.52	3.87
14		3.90	4.00	2.00	7.90	3.95	0.78	0.67	0.52	4.13
15		4.00	4.00	2.00	8.00	4.00	0.78	0.67	0.52	4.18
16		4.00	3.90	2.00	7.90	3.95	0.78	0.67	0.52	4.13
17		3.90	3.10	2.00	7.00	3.50	0.78	0.67	0.52	3.66
18		3.10	2.80	2.00	5.90	2.95	0.78	0.67	0.52	3.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค30 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1 (ครั้งที่ 2)(ต่อ)

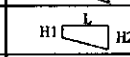
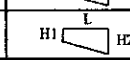
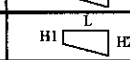
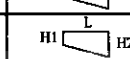
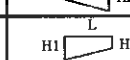
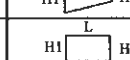
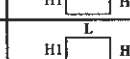
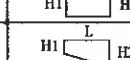
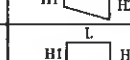
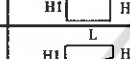
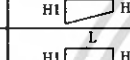
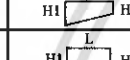
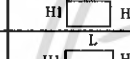
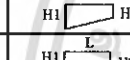
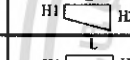
19		2.80	2.10	2.00	4.90	2.45	0.76	0.67	0.51	2.50
20		2.10	0.00	2.00	2.10	1.05	0.71	0.67	0.48	1.00
รวม					119.00					61.77

ตารางที่ ผค31 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.50	2.00	1.50	0.75	0.69	1.60	1.10	1.66
2		1.50	3.10	2.00	4.60	2.30	0.77	1.60	1.23	5.67
3		3.10	3.40	2.00	6.50	3.25	0.78	1.60	1.25	8.11
4		3.40	3.00	2.00	6.40	3.20	0.78	1.60	1.25	7.99
5		3.00	3.50	2.00	6.50	3.25	0.78	1.60	1.25	8.11
6		3.50	3.30	2.00	6.80	3.40	0.78	1.60	1.25	8.49
7		3.30	3.40	2.00	6.70	3.35	0.78	1.60	1.25	8.36
8		3.40	3.80	2.00	7.20	3.60	0.78	1.60	1.25	8.99
9		3.80	3.80	2.00	7.60	3.80	0.78	1.60	1.25	9.48
10		3.80	4.40	2.00	8.20	4.10	0.78	1.60	1.25	10.23
11		4.40	4.20	2.00	8.60	4.30	0.79	1.60	1.26	10.87
12		4.20	3.90	2.00	8.10	4.05	0.78	1.60	1.25	10.11
13		3.90	3.50	2.00	7.40	3.70	0.78	1.60	1.25	9.24
14		3.50	2.90	2.00	6.40	3.20	0.78	1.60	1.25	7.99
15		2.90	2.70	2.00	5.60	2.80	0.77	1.60	1.23	6.90
16		2.70	1.10	2.00	3.80	1.90	0.76	1.60	1.22	4.62
17		1.10	0.00	2.10	1.16	0.55	0.68	1.60	1.09	1.26
รวม					103.06					128.06

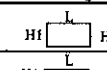
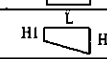
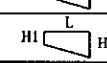
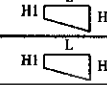
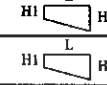
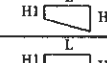
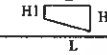
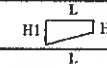
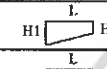
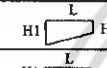
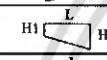
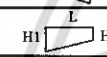
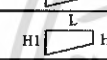
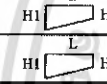
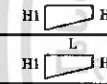
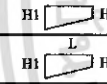
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค32 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเบื้อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.90	2.50	2.00	3.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00
3		2.50	3.00	2.00	5.50	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00
4		3.00	3.10	2.00	6.10	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00
5		3.10	3.90	2.00	7.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6		3.90	3.70	2.00	7.60	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00
7		3.70	3.70	2.00	7.40	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00
8		3.70	3.70	2.00	7.40	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00
9		3.70	3.90	2.00	7.60	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00
10		3.90	3.90	2.00	7.80	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00
11		3.90	3.20	2.00	7.10	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
12		3.20	3.00	2.00	6.20	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00
13		3.00	3.00	2.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14		3.00	1.80	2.00	4.80	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
15		1.80	1.90	2.00	3.70	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00
16		1.90	0.90	2.00	2.80	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00
17		0.90	0.00	2.80	1.26	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
ราม					92.56					0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค33 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.00	4.00	2.00	0.50	0.68	0.69	0.47	0.94
2		1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	0.71	0.69	0.49	0.98
3		1.00	3.20	22.00	46.20	2.10	0.76	0.69	0.52	24.23
4		3.20	3.80	2.00	7.00	3.50	0.78	0.69	0.54	3.77
5		3.80	4.50	2.00	8.30	4.15	0.78	0.69	0.54	4.47
6		4.50	5.00	2.00	9.50	4.75	0.79	0.69	0.55	5.18
7		5.00	5.10	2.00	10.10	5.05	0.80	0.69	0.55	5.58
8		5.10	5.70	2.00	10.80	5.40	0.80	0.69	0.55	5.96
9		5.70	5.60	2.00	11.30	5.65	0.80	0.69	0.55	6.24
10		5.60	5.50	2.00	11.10	5.55	0.80	0.69	0.55	6.13
11		5.50	5.20	2.00	10.70	5.35	0.80	0.69	0.55	5.91
12		5.20	5.60	2.00	10.80	5.40	0.80	0.69	0.55	5.96
13		5.60	5.50	2.00	11.10	5.55	0.80	0.69	0.55	6.13
14		5.50	5.30	2.00	10.80	5.40	0.80	0.69	0.55	5.96
15		5.30	5.00	2.00	10.30	5.15	0.80	0.69	0.55	5.69
16		5.00	4.90	2.00	9.90	4.95	0.80	0.69	0.55	5.46
17		4.90	4.60	2.00	9.50	4.75	0.79	0.69	0.55	5.18
18		4.60	2.80	2.00	7.40	3.70	0.78	0.69	0.54	3.98
19		2.80	0.00	2.00	2.80	1.40	0.74	0.69	0.51	1.43
รวม					201.60					109.16

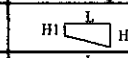
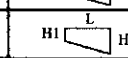
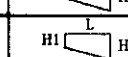
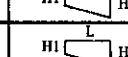
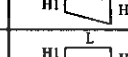
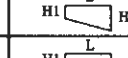
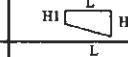
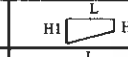
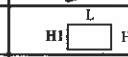
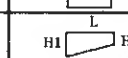
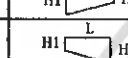
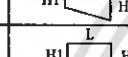
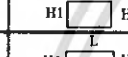
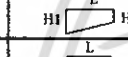
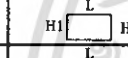
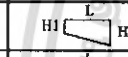
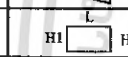
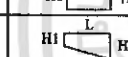
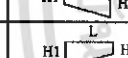
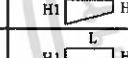
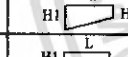
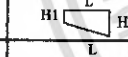
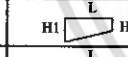
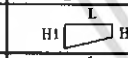
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค34 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเบื้องต้น	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.44	0.31	0.55
2		1.80	2.90	2.00	4.70	2.35	0.77	0.44	0.34	1.59
3		2.90	3.10	2.00	6.00	3.00	0.78	0.44	0.34	2.06
4		3.10	3.50	2.00	6.60	3.30	0.78	0.44	0.34	2.27
5		3.50	4.70	2.00	8.20	4.10	0.78	0.44	0.34	2.81
6		4.70	4.60	2.00	9.30	4.65	0.79	0.44	0.35	3.23
7		4.60	3.90	2.00	8.50	4.25	0.79	0.44	0.35	2.95
8		3.90	3.70	2.00	7.60	3.80	0.78	0.44	0.34	2.61
9		3.70	4.00	2.00	7.70	3.85	0.78	0.44	0.34	2.64
10		4.00	4.00	2.00	8.00	4.00	0.78	0.44	0.34	2.75
11		4.00	3.90	2.00	7.90	3.95	0.78	0.44	0.34	2.71
12		3.90	4.00	2.00	7.90	3.95	0.78	0.44	0.34	2.71
13		4.00	4.00	2.00	8.00	4.00	0.78	0.44	0.34	2.75
14		4.00	3.60	2.00	7.60	3.80	0.78	0.44	0.34	2.61
15		3.60	3.90	2.00	7.50	3.75	0.78	0.44	0.34	2.57
16		3.90	3.60	2.00	7.50	3.75	0.78	0.44	0.34	2.57
17		3.60	2.70	2.00	6.30	3.15	0.78	0.44	0.34	2.16
18		2.70	0.00	0.60	0.81	1.35	0.73	0.44	0.32	0.26
รวม					121.91					41.82

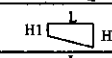
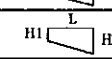
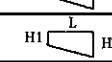
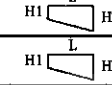
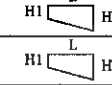
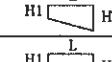
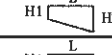
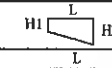
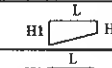
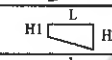
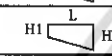
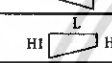
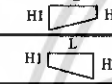
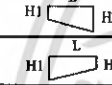
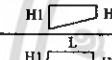
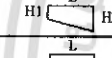
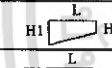
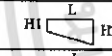
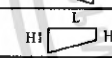
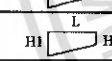
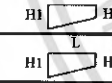
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค35 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.48	0.34	0.60
2		1.80	2.20	2.00	4.00	2.00	0.76	0.48	0.36	1.46
3		2.20	3.10	2.00	5.30	2.65	0.77	0.48	0.37	1.96
4		3.10	3.80	2.00	6.90	3.45	0.78	0.48	0.37	2.58
5		3.80	4.10	2.00	7.90	3.95	0.78	0.48	0.37	2.96
6		4.10	4.20	2.00	8.30	4.15	0.78	0.48	0.37	3.11
7		4.20	5.00	2.00	9.20	4.60	0.79	0.48	0.38	3.49
8		5.00	4.70	2.00	9.70	4.85	0.79	0.48	0.38	3.68
9		4.70	4.70	2.00	9.40	4.70	0.79	0.48	0.38	3.56
10		4.70	4.30	2.00	9.00	4.50	0.79	0.48	0.38	3.41
11		4.30	4.60	2.00	8.90	4.45	0.79	0.48	0.38	3.37
12		4.60	4.60	2.00	9.20	4.60	0.79	0.48	0.38	3.49
13		4.60	3.80	2.00	8.40	4.20	0.79	0.48	0.38	3.19
14		3.80	3.80	2.00	7.60	3.80	0.78	0.48	0.37	2.85
15		3.80	4.10	2.00	7.90	3.95	0.78	0.48	0.37	2.96
16		4.10	4.10	2.00	8.20	4.10	0.78	0.48	0.37	3.07
17		4.10	4.70	2.00	8.80	4.40	0.79	0.48	0.38	3.34
18		4.70	4.50	2.00	9.20	4.60	0.79	0.48	0.38	3.49
19		4.50	4.40	2.00	8.90	4.45	0.79	0.48	0.38	3.37
20		4.40	4.60	2.00	9.00	4.50	0.79	0.48	0.38	3.41
21		4.40	3.80	2.00	8.20	4.10	0.78	0.48	0.37	3.07
22		4.60	2.70	2.00	7.30	3.65	0.78	0.48	0.37	2.73
23		3.80	2.00	2.00	5.80	2.90	0.78	0.48	0.37	2.17
24		2.70	1.80	2.00	4.50	2.25	0.76	0.48	0.36	1.64
25		2.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0.71	0.48	0.34	0.68
รวม					185.40					69.65

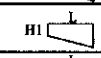
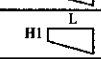
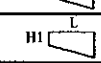
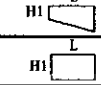
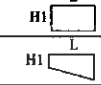
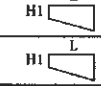
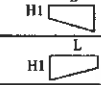
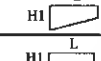
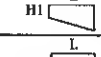
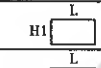
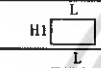
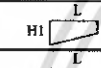
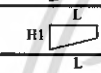
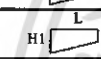
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค36 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4 (ครั้งที่ 2)

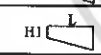
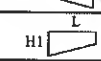
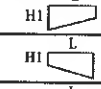
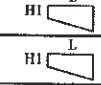
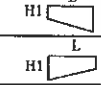
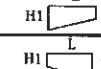
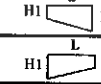
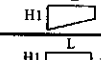
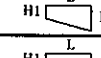
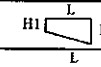
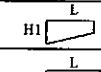
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_s (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	2.20	2.00	2.20	1.10	0.71	0.56	0.40	0.87
2		2.20	2.40	2.00	4.60	2.30	0.77	0.56	0.43	1.98
3		2.40	2.60	2.00	5.00	2.50	0.77	0.56	0.43	2.16
4		2.60	2.70	2.00	5.30	2.65	0.77	0.56	0.43	2.29
5		2.70	3.00	2.00	5.70	2.85	0.77	0.56	0.43	2.46
6		3.00	3.70	2.00	6.70	3.35	0.78	0.56	0.44	2.93
7		3.70	3.60	2.00	7.30	3.65	0.78	0.56	0.44	3.19
8		3.60	3.70	2.00	7.30	3.65	0.78	0.56	0.44	3.19
9		3.70	3.50	2.00	7.20	3.60	0.78	0.56	0.44	3.14
10		3.50	3.60	2.00	7.10	3.55	0.78	0.56	0.44	3.10
11		3.60	3.90	2.00	7.50	3.75	0.78	0.56	0.44	3.28
12		3.90	3.60	2.00	7.50	3.75	0.78	0.56	0.44	3.28
13		3.60	3.70	2.00	7.30	3.65	0.78	0.56	0.44	3.19
14		3.70	3.50	2.00	7.20	3.60	0.78	0.56	0.44	3.14
15		3.50	3.90	2.00	7.40	3.70	0.78	0.56	0.44	3.23
16		3.90	3.80	2.00	7.70	3.85	0.78	0.56	0.44	3.36
17		3.80	3.50	2.00	7.30	3.65	0.78	0.56	0.44	3.19
18		3.50	4.10	2.00	7.60	3.80	0.78	0.56	0.44	3.32
19		4.10	3.90	2.00	8.00	4.00	0.78	0.56	0.44	3.49
20		3.90	3.50	2.00	7.40	3.70	0.78	0.56	0.44	3.23
21		3.50	2.30	2.00	5.80	2.90	0.78	0.56	0.44	2.53
22		2.30	1.00	2.00	3.30	1.65	0.75	0.56	0.42	1.39
23		1.00	0.00	2.00	1.00	0.50	0.68	0.56	0.38	0.38
รวม					143.40					62.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค37 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F (ครั้งที่ 1)

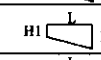
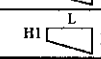
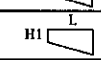
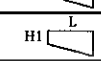
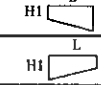
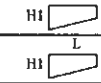
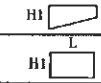
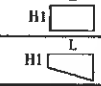
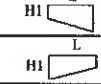
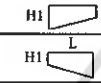
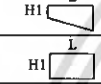
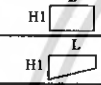
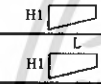
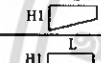
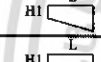
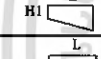
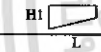
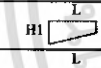
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.70	2.00	1.70	0.85	0.70	0.72	0.50	0.86
2		1.70	2.90	2.00	4.60	2.30	0.76	0.72	0.55	2.52
3		2.90	4.00	2.00	6.90	3.45	0.78	0.72	0.56	3.88
4		4.00	4.20	2.00	8.20	4.10	0.78	0.72	0.56	4.61
5		4.20	4.20	2.00	8.40	4.20	0.79	0.72	0.57	4.78
6		4.20	4.40	2.00	8.60	4.30	0.79	0.72	0.57	4.89
7		4.40	5.60	2.00	10.00	5.00	0.80	0.72	0.58	5.76
8		5.60	5.30	2.00	10.90	5.45	0.80	0.72	0.58	6.28
9		5.30	5.40	2.00	10.70	5.35	0.80	0.72	0.58	6.16
10		5.40	5.40	2.00	10.80	5.40	0.80	0.72	0.58	6.22
11		5.40	5.40	2.00	10.80	5.40	0.80	0.72	0.58	6.22
12		5.40	5.00	2.00	10.40	5.20	0.80	0.72	0.58	5.99
13		5.00	3.30	2.00	8.30	4.15	0.78	0.72	0.56	4.66
14		3.30	2.20	2.00	5.50	2.75	0.77	0.72	0.55	3.05
15		2.20	0.00	2.30	2.53	1.10	0.72	0.72	0.52	1.31
รวม					118.33					67.18

ตารางที่ ผค38 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.50	2.00	1.50	0.75	0.69	1.38	0.95	1.43
2		1.50	2.44	2.00	3.94	1.97	0.76	1.38	1.05	4.13
3		2.44	2.40	2.00	4.84	2.42	0.77	1.38	1.06	5.14
4		2.40	2.60	2.00	5.00	2.50	0.77	1.38	1.06	5.31
5		2.60	2.70	2.00	5.30	2.65	0.77	1.38	1.06	5.63
6		2.70	2.64	2.00	5.34	2.67	0.77	1.38	1.06	5.67
7		2.64	2.80	2.00	5.44	2.72	0.77	1.38	1.06	5.78
8		2.80	1.90	2.00	4.70	2.35	0.77	1.38	1.06	4.99
9		1.90	2.16	2.00	4.06	2.03	0.76	1.38	1.05	4.26
10		2.16	2.50	2.00	4.66	2.33	0.77	1.38	1.06	4.95
11		2.50	1.93	2.00	4.43	2.22	0.77	1.38	1.06	4.71
12		1.93	0.00	2.00	1.93	0.97	0.71	1.38	0.98	1.89
รวม					51.14					53.91

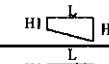
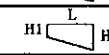
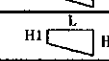
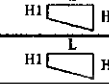
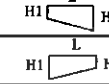
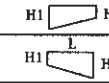
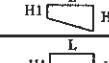
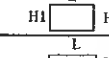
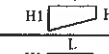
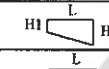
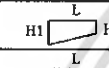
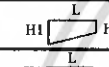
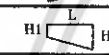
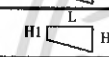
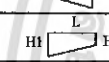
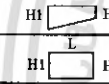
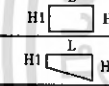
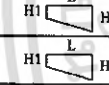
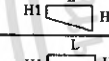
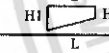
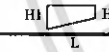
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค39 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.40	2.00	0.40	0.20	0.00	0.43	0.43	0.17
2		0.40	2.20	2.00	2.60	1.30	0.73	0.43	0.31	0.82
3		2.20	2.70	2.00	4.90	2.45	0.77	0.43	0.33	1.62
4		2.70	3.10	2.00	5.80	2.90	0.78	0.43	0.34	1.95
5		3.10	3.20	2.00	6.30	3.15	0.78	0.43	0.34	2.11
6		3.20	2.90	2.00	6.10	3.05	0.78	0.43	0.34	2.05
7		2.90	2.80	2.00	5.70	2.85	0.77	0.43	0.33	1.89
8		2.80	2.80	2.00	5.60	2.80	0.77	0.43	0.33	1.85
9		2.80	3.00	2.00	5.80	2.90	0.78	0.43	0.34	1.95
10		3.00	2.70	2.00	5.70	2.85	0.77	0.43	0.33	1.89
11		2.70	2.90	2.00	5.60	2.80	0.77	0.43	0.33	1.85
12		2.90	2.90	2.00	5.80	2.90	0.78	0.43	0.34	1.95
13		2.90	2.70	2.00	5.60	2.80	0.77	0.43	0.33	1.85
14		2.70	1.20	2.00	3.90	1.95	0.76	0.43	0.33	1.27
15		1.20	2.80	2.00	4.00	2.00	0.76	0.43	0.33	1.31
16		2.80	2.90	2.00	5.70	2.85	0.77	0.43	0.33	1.89
17		2.90	2.20	2.00	5.10	2.55	0.77	0.43	0.33	1.69
18		2.20	0.70	2.00	2.90	1.45	0.74	0.43	0.32	0.92
19		0.70	0.00	0.70	0.25	0.35	0.66	0.43	0.28	0.07
รวม					87.75					29.09

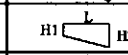
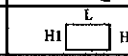
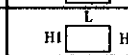
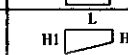
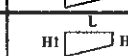
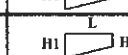
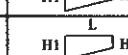
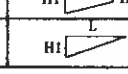
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค40 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1 (ครั้งที่ 2)

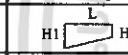
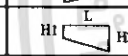
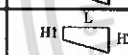
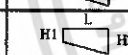
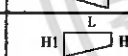
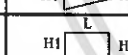
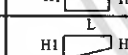
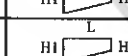
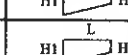
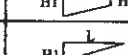
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.49	2.00	0.49	0.25	0.00	0.87	0.87	0.43
2		0.50	1.40	2.00	1.90	0.95	0.70	0.87	0.61	1.16
3		1.40	2.50	2.00	3.90	1.95	0.76	0.87	0.66	2.58
4		2.50	2.94	2.00	5.44	2.72	0.77	0.87	0.67	3.64
5		2.94	3.97	2.00	6.91	3.46	0.78	0.87	0.68	4.69
6		3.97	3.70	2.00	7.67	3.84	0.78	0.87	0.68	5.20
7		3.70	4.90	2.00	8.60	4.30	0.79	0.87	0.69	5.91
8		4.90	4.90	2.00	9.80	4.90	0.80	0.87	0.70	6.82
9		4.90	3.31	2.00	8.21	4.11	0.79	0.87	0.69	5.64
10		3.31	4.23	2.00	7.54	3.77	0.78	0.87	0.68	5.12
11		4.23	3.90	2.00	8.13	4.07	0.78	0.87	0.68	5.52
12		3.90	2.90	2.00	6.80	3.40	0.78	0.87	0.68	4.61
13		2.90	3.90	2.00	6.80	3.40	0.78	0.87	0.68	4.61
14		3.90	4.00	2.00	7.90	3.95	0.78	0.87	0.68	5.36
15		4.00	3.50	2.00	7.50	3.75	0.78	0.87	0.68	5.09
16		3.50	3.50	2.00	7.00	3.50	0.78	0.87	0.68	4.75
17		3.50	3.70	2.00	7.20	3.60	0.78	0.87	0.68	4.89
18		3.70	4.40	2.00	8.10	4.05	0.78	0.87	0.68	5.50
19		4.40	4.20	2.00	8.60	4.30	0.79	0.87	0.69	5.91
20		4.20	3.90	2.00	8.10	4.05	0.78	0.87	0.68	5.50
21		3.90	2.60	2.00	6.50	3.25	0.78	0.87	0.68	4.41
22		2.60	1.00	2.00	3.60	1.80	0.76	0.87	0.66	2.38
23		1.00	0.00	2.00	1.00	0.50	0.68	0.87	0.59	0.59
รวม				46.00	147.69					100.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผค41 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H3 (ครั้งที่ 1)

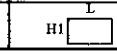
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	2.00	0.90	0.45	0.67	0.46	0.31	0.28
2		0.90	1.40	2.00	2.30	1.15	0.72	0.46	0.33	0.76
3		1.40	1.40	2.00	2.80	1.40	0.74	0.46	0.34	0.95
4		1.40	1.40	2.00	2.80	1.40	0.74	0.46	0.34	0.95
5		1.40	1.20	2.00	2.60	1.30	0.73	0.46	0.34	0.87
6		1.20	0.90	2.00	2.10	1.05	0.70	0.46	0.32	0.68
7		0.90	0.80	2.00	1.70	0.85	0.70	0.46	0.32	0.55
8		0.80	0.60	2.00	1.40	0.70	0.69	0.46	0.32	0.44
9		0.60	0.00	2.30	0.69	0.30	0.66	0.46	0.30	0.21
รวม					17.29					5.70

ตารางที่ ผค42 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H3 (ครั้งที่ 2)

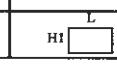
	หน้าตัดย่อย	(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m)		(m/s)	(m/s)	(cms)
1		0.00	0.40	2.00	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
2		0.40	0.90	2.00	1.30	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
3		0.90		2.00	0.90	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
4		0.70	0.80	2.00	1.50	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
5		0.80	1.20	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6		1.20	1.40	2.00	2.60	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
7		1.40	1.20	2.00	2.60	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
8		1.20	1.20	2.00	2.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
9		1.20	1.10	2.00	2.30	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
10		1.10	0.70	2.00	1.80	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
11		0.70	0.10	2.00	0.80	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
12		0.10	0.00	0.60	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม					18.63					0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

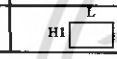
ตารางที่ ผค43 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H4 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.90	0.90	6.80	6.12	0.90	0.70	0.16	0.11	0.69
รวม					6.12					0.69

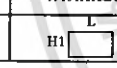
ตารางที่ ผค44 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H4 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.30	0.30	6.80	2.04	0.30	0.66	0.03	0.02	0.04
รวม					2.04					0.04

ตารางที่ ผค45 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H5 (ครั้งที่ 1)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.50	0.50	1.50	0.75	0.50	0.68	0.3	0.20	0.15
รวม				1.50	0.75					0.15

ตารางที่ ผค46 ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง H5 (ครั้งที่ 2)

No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.26	0.26	1.50	0.39	0.26	0.00	0.34	0.34	0.13
รวม					0.39					0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปภาพแสดงตำแหน่งจุดเก็บน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตำแหน่ง A1

รูปที่ ผง1 ตำแหน่ง A1

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช อยู่ในเขตอำเภอธาตุพนม จุดนี้เป็นจุดที่เป็นสะพานข้ามห้วยแคน ซึ่งจากจุดนี้ไปลำน้ำห้วยแคนก็จะไหลไปรวมกับลำน้ำก่ำ ลักษณะของสะพานมี 4 ช่องจราจร ลักษณะของห้วยแคนจะเป็นลำน้ำสายเล็กๆ มีวัชพืชปกคลุมบริเวณสองข้างทาง หน้าตัดลำน้ำตรงจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างและทดสอบคุณภาพน้ำจะมีลักษณะที่ตื้นเขิน ชาวบ้านจะกั้นแนวลำน้ำให้น้ำไหลผ่านได้ทางเดียว สาเหตุที่เลือกจุดนี้เป็นจุดทดสอบ เพื่อต้องการทดสอบว่าห้วยแคนมีความเค็มบ้างหรือไม่ ซึ่งลำห้วยแคนเราจะทำการทดสอบทั้งหมด 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตำแหน่ง A4

รูปที่ ผง2 ตำแหน่ง A4

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 2 ช่องจราจร ช่วงของสะพานจะยาวมาก ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้างและลึกมาก ความเร็วและอัตราการไหลมาก จุดนี้เป็นจุดที่ลำน้ำก่ำไหลออกแม่น้ำโขงซึ่งจะรวบรวมน้ำท่าทั้งหมดของลำน้ำก่ำ บริเวณสองข้างแม่น้ำจะมีการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตำแหน่ง A5

รูปที่ ผง3 ตำแหน่ง A5

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาด 2 ช่องจราจร มีความสูงจากผิวน้ำมาก ลักษณะของลำน้ำกว้างและลึก มีชาวบ้านอยู่ทั้งสองฝั่ง ไม่มีวัชพืชปกคลุม

4. ตำแหน่ง A6

รูปที่ ผง4 ตำแหน่ง A6

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านดงขุนคราม อำเภอธาตุพนม สะพานนี้เป็นสะพานข้ามถนนชยางกูร มี 2 สะพาน มีความกว้าง 4 ช่องจราจร ลักษณะของลำน้ำจะมีลักษณะคดเคี้ยว ช่วงความสูงสะพานสูงมาก ทำให้วัดหาความเร็วน้ำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตำแหน่ง A7

รูปที่ ผง5 ตำแหน่ง A7

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน บ้านหนองกุดแคน อำเภอธาตุพนม จุดนี้เป็นจุดที่เป็นสะพานข้ามห้วยแคนอีกจุดหนึ่ง ลักษณะของสะพานมี 2 ช่องจราจร สะพานค่อนข้างเก่า ลักษณะของลำน้ำมีวัชพืชปกคลุมอยู่กระจัดกระจายและลำน้ำค่อนข้างตื้น

6. ตำแหน่ง A8

รูปที่ ผง6 ตำแหน่ง A8

หนองดุ บ้านเหล่ากกตาล อำเภอธาตุพนม ลักษณะพื้นที่จะเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีฝายน้ำล้นแบบปากจระเข้อยู่หลายจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตำแหน่ง B1

รูปที่ ผง7 ตำแหน่ง B1

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาด 1ช่องจราจรเป็นสะพานขนาดเล็ก ลักษณะลำห้วยคดเคี้ยว มีปริมาณน้ำน้อยไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ สองฝั่งมีวัชพืชปกคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ตำแหน่ง B2

รูปที่ ผง8 ตำแหน่ง B2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ อำเภอนาแก บริเวณนี้จะไม่ค่อยมีผู้คนอยู่อาศัยเท่าที่ควร ส่วนมากจะเป็นบริเวณเกษตรกรรม ลักษณะสะพาน 2 ช่องจราจร สะพานอยู่สูงกว่าระดับน้ำมาก ลักษณะลำน้ำกว้างและคดเคี้ยวมาก พบว่าตลิ่งบางช่วงจะถูกน้ำกัดเซาะทำให้ตลิ่งพังเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตำแหน่ง C1

รูปที่ ผง9 ตำแหน่ง C1

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำบัง บ้านพระซอง อำเภอเรณูนคร ส่วนของลำน้ำบังจะทำการทดสอบ 2 จุด ลักษณะบริเวณนี้จะเป็นเขตชุมชนมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ลักษณะเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะสีของลำน้ำจะใส ไม่ค่อยขุ่นเหมือนกับลำน้ำก่ำ เป็นลำน้ำกว้างและลึกพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตำแหน่ง C2

รูปที่ ผง10 ตำแหน่ง C2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำบัง บ้านแขนนาง อำเภอเรณูนคร ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร เป็นสะพานภายในหมู่บ้าน ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำกว้าง มีชาวบ้านหาปลาโดยการใช้อวน มีอาคารวัดระดับน้ำแต่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ไม่มีวัชพืชปกคลุม

11. ตำแหน่ง C3

รูปที่ ผง11 ตำแหน่ง C3

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำบัง บ้านนาบัว อำเภอเรณูนคร เป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ที่มีชาวบ้านสัญจรเป็นประจำ ลักษณะลำน้ำค่อนข้างกว้าง มีต้นไม้ขึ้นเป็นกลุ่มอยู่กลางน้ำ และน้ำในลำน้ำค่อนข้างนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ตำแหน่ง D1

รูปที่ ผง12 ตำแหน่ง D1

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า อำเภอนาแก ลักษณะเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะแนวลำน้ำจะมีลักษณะโค้ง น้ำไม่ค่อยขุ่น ไม่มีวัชพืชปกคลุม สองฝั่งไม่มีชาวบ้านอยู่อาศัย

13. ตำแหน่ง D2

รูปที่ ผง13 ตำแหน่ง D2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านนาแก อำเภอนาแก อยู่ภายในเขตเทศบาลตำบลนาแกอยู่ภายในเขตชุมชน ลักษณะของสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 6 ช่องจราจรขยายไว้เพื่อรองรับในอนาคต ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้าง มีแผ่นวัดระดับน้ำ สองข้างตลิ่งมีวัชพืชปกคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ตำแหน่ง D3

รูปที่ ผง14 ตำแหน่ง D3

สะพานบ้านห้วยยาง อำเภอนาแก ลักษณะของลำน้ำมีลักษณะเป็นห้วยเล็กๆ มีความคดเคี้ยวค่อนข้างตื้น และน้ำในลำน้ำค่อนข้างนิ่ง

15. ตำแหน่ง E1

รูปที่ ผง15 ตำแหน่ง E1

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร เป็นสะพานภายในหมู่บ้าน ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำกว้าง มีวัชพืชปกคลุมทั้งสองข้าง สีของน้ำจะไม่ค่อยขุ่นลักษณะของตลิ่งถูกกัดเซาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ตำแหน่ง E2

รูปที่ ผง16 ตำแหน่ง E2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำไม่ค่อยกว้าง ความเร็วและระดับของน้ำจะขึ้นอยู่กับว่าประตูระบายน้ำจะปล่อยน้ำมามากน้อยเพียงไร มีวัชพืชปกคลุมทั้งสองข้าง สีของน้ำจะไม่ค่อยขุ่นลักษณะของตลิ่งถูกกัดเซาะ เนื่องจากความคดเคี้ยวของลำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. ตำแหน่ง E3

รูปที่ ผง17 ตำแหน่ง E3

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 2 ช่องจราจร สะพานมีความสูง ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้างและลึก ตลิ่งถูกน้ำกัดเซาะมีวัชพืชปกคลุมทั้งสองฝั่ง

18. ตำแหน่ง E4

รูปที่ ผง18 ตำแหน่ง E4

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน กิ่งอำเภอวังยาง เป็นสะพานขนาด 4 ช่องจราจร ลักษณะตลิ่งถูกน้ำกัดเซาะ แนวลำน้ำก่ำมีลักษณะคดเคี้ยว จุดนี้เป็นจุดที่ไม่ค่อยมีชาวบ้านอยู่อาศัยและทำเกษตรกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ตำแหน่ง F

รูปที่ ผง19 ตำแหน่ง F

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำกำ บ้านด่านม่วงคำ อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร จะมีลักษณะลำน้ำไม่ค่อยกว้างมากแต่มีความลึก มีแผ่นวัดระดับน้ำอยู่ใต้สะพาน เป็นสะพานขนาด 2 ช่องจราจรขนาดไม่ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

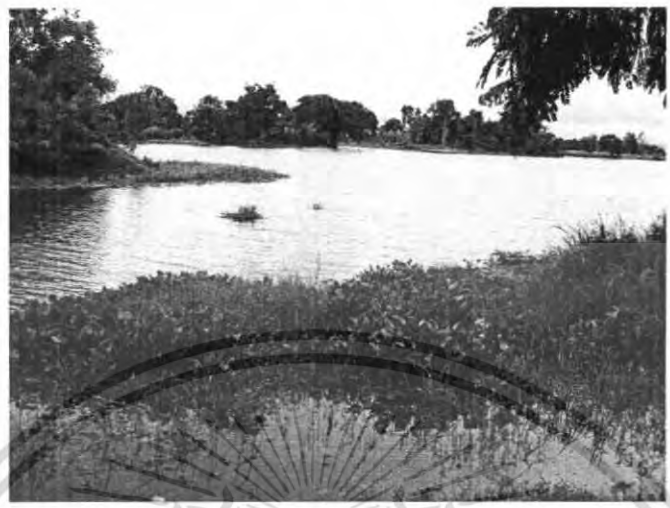
20. ตำแหน่ง G1

รูปที่ ผง20 ตำแหน่ง G1

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สะพานขนาด 2 ช่องจราจร ลักษณะของลำน้ำมีความกว้างพอสมควร น้ำนี้ถูกปล่อยมาจากประตูระบายน้ำที่บึงสูตร ความเร็วและระดับของน้ำจะขึ้นอยู่กับว่าประตูระบายน้ำจะปล่อยน้ำมามากน้อยเพียงไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. ตำแหน่ง G2



รูปที่ ผง21 ตำแหน่ง G2

บึงสูตร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จุดนี้จะเป็นพื้นที่ของบึงสูตร ซึ่งบึงสูตรรับน้ำมาจากหนองหาน และน้ำจากบึงสูตรจะมารวมกับลำน้ำก่ำตรงบริเวณทางแยก น้ำในบึงค่อนข้างใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. ตำแหน่ง G3

รูปที่ ผง22 ตำแหน่ง G3

หนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร หนองหานเป็นอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญ มีพื้นที่ขนาดใหญ่มาก ลักษณะของหนองหานจะเป็นบึงที่ไม่ลึกมามีวัชพืชใต้น้ำอยู่เป็นจำนวนมาก เช่นสาหร่ายหางกระรอก ในฤดูแล้งน้ำจะน้อย ชาวบ้านในหมู่บ้านมีอาชีพหาปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. ตำแหน่ง H3

รูปที่ ผง23 ตำแหน่ง H3

สะพานคอนกรีต ขนาด 2 ช่องจราจร บ้านดงมะเอก อำเภอเรณูนคร ลักษณะลำน้ำขนาดปานกลางมีน้ำอยู่พอสมควร มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น

24. ตำแหน่ง H4

รูปที่ ผง24 ตำแหน่ง H4

สะพานท่อลอด บ้านนางาม อำเภอเรณูนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ตำแหน่ง H5

รูปที่ ผง25 ตำแหน่ง H5

สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านนาโดนเก่า อำเภอเรณูนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้