สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม

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

โดย

นายมนัส หมื่นสมบัติ

นายศราวุธ อินต๊ะบุตร

นางสาวอัจฉรียา สบายใจ

ส/ว
ม1651
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....72064
วัน,เดือน,ปี.....- 8 มิ.ย. 2550

.b.....1176312O
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม

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

โดย

นายมนัส หมื่นสมบัติ

นายศราวุธ อินต๊ะบุตร

นางสาวอัจฉรียา สบายใจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA

IN NAM KAM BASIN

SAKONNAKORN – NAKORNPANOM

MR.MANAT MUNSOMBUT

MR.SARAWUT INTABUTT

MISS.ATCHAREEYA SABAIJAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

มีนาคม 2550

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็ม ลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม THE STUDY ON SURFACE WATER QUALITY OF THE SALINE SOIL AREA IN NAM KAM BASIN SAKONNAKORN – NAKORNPANOM			
นักศึกษา	นายมนัส	หมื่นสมบัติ	รหัส	47015448
	นายศราวุธ	อินต๊ะบุตร	รหัส	47015463
	นางสาวอัจฉรียา	สบายใจ	รหัส	47015471
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อุมา สืบุญเรือง			
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา			
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา			
ปีการศึกษา	2549			

บทคัดย่อ

จังหวัดนครพนมเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านเกษตรกรรม สังคม วัฒนธรรม และมีศักยภาพมากพอที่จะพัฒนาเพื่อเป็นเมืองท่าที่สำคัญในการติดต่อค้าขายกับประเทศเพื่อนบ้านหรือประตูสู่อินโดจีนได้ในอนาคต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยขั้นพื้นฐานที่สำคัญเพื่อการพัฒนาสิ่งต่างๆเหล่านี้โดยเฉพาะการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำผิวดิน จุดประสงค์หลักในการศึกษา คุณภาพของน้ำผิวดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดนครพนม มีวิธีการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจากลำน้ำก่ำ และลำน้ำสาขา สามารถนำค่าที่ได้วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีประกอบไปด้วยค่า pH, TDS, ค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO), ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความเค็ม จากการศึกษาพบว่า ลำน้ำก่ำไม่พบค่าความเค็มแต่จะตรวจพบค่าความเค็มในบริเวณลำน้ำบัง 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. MANAT MUNSOMBUT
		MR.SARAWUT INTABUTT
		MISS.ATCHAREEYA SABAIJAI
FIELD	:	CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT	:	CIVIL ENGINEERING
FACULTY	:	ENGINEERING
ADVISOR	:	PH.Dr.UMA SEEBOONRUANG

ABSTRACT

Nakorn Panom and Sakonnakorn are provinces in the Northeastern Part of Thailand. The area grows particulary in agricultures, social, and civilization, and has a potential to develop to a gateway between the Indochina countries in the future. However, the region is facing with the problem of soil salinity and saline distribution can be expected even in the surface water when improper land uses are applied in the area. Therefore, it is essential to study the surface water quality, which is one of the fundamental resources. The main objective of this project is to study the current surface water quality in the Nam Kam river basin, which is located in the provinces. The process includes measuring flow rates, collecting various water samples from the Nam Kam River and its tributaries, and analyzed for chemical parameters such as pH, TDS, Do, Conductance, and Salinity. The study shows that there is little to none salinity detected in the Nam Kam rescrvoir area and along Nam Kam River. However, high content of salinity is found in some parts along Bang River and small Nam Kam tributaries close to the Khong River.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถใช้บ่งบอกถึงความกรุณาและความอนุเคราะห์ในการทำโครงงานฉบับนี้จะไม่สามารถลุล่วงไปได้เลย ถ้าหากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร.อุมา สืบุญเรือง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาโครงงานนี้ท่านได้ให้คำแนะนำและการสั่งสอนในสิ่งที่มีประโยชน์และมีค่ามากมายทั้งในด้านความรู้ที่เกี่ยวกับงานด้านวิศวกรรมและความรู้ในด้านอื่นๆอีกมากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม ท่านคอยแนะแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆที่ได้ประสบหน้างาน ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับภาษาและการนำเสนองานซึ่งถือเป็นสิ่งอันมีค่าที่ผู้ประพันธ์ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนอกเหนือจากปริญญาอันสูงส่ง ขอกล่าวขอบคุณอย่างซาบซึ้งและนับถือแด่ อาจารย์ดร.อุมา สืบุญเรือง

ถือเป็นเกียรติอันสูงสุดแก่ผู้ประพันธ์ที่ได้รับจากอาจารย์ ผศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน และอาจารย์อุบะ ศิริแก้ว ในฐานะกรรมการสอบโครงการพิเศษ ด้วยคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่กระจ่างชัดเจนของท่านถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับความสำเร็จในงานนี้ ผู้ประพันธ์ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆมากมายจากท่านและพึงระลึกถึงท่านเสมอในฐานะอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอขอบคุณอย่างซาบซึ้ง สำหรับความร่วมมือ และความช่วยเหลือที่ผู้ประพันธ์ได้รับจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ให้ความช่วยเหลือทุกคน

ท้ายที่สุดแต่ไม่ใช่น้อยที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษสุดที่ขอมอบให้แด่สมาชิกครอบครัวทุกคนที่มอบความรักความอบอุ่น ความห่วงใยดูแลเอาใจใส่และให้ความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ประพันธ์ และขอบคุณห้องสมุด KMITL สำหรับหนังสือและแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

นายมนัส หมื่นสมบัติ
นายศราวุธ อินต๊ะบุตร
นางสาวอัจฉรียา สบายใจ

ผู้ประพันธ์

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	ฌ
	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. หลักการเก็บตัวอย่างน้ำ	4
	1.5.1.2. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ	4
	1.5.1.3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	4
	1.5.1.4. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ	5
	1.5.1.5. วิธีการวิเคราะห์	6
	1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
2.	วรรณกรรมปริทัศน์	7
	2.1. นิยามและความหมาย	7
	2.2. การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง	8
	2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
	2.3.1. ลำธารและน้ำ	10
	2.3.2. การวัดระดับน้ำในแม่น้ำ	12
	2.3.2.1. เครื่องวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (non-recording gauge or manual gauge)	13
	2.3.2.2. เครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (recording-type gauge)	15
	2.3.2.3. เครื่องมือวัดระดับสูงสุด (crest-stage gauge)	17
	2.3.3. การวัดความเร็วในลำน้ำ	18
	2.3.3.1. การกระจายความเร็วน้ำ (velocity distribution)	18
	2.3.3.2. การวัดความเร็วน้ำ (measurement of velocity)	19
	2.3.4. การหาความลึกน้ำและจุดวัดความเร็วน้ำจากสายเคเบิล	23
	2.3.5. การหาอัตราการไหลในลำน้ำ	25
	2.5.6. คุณภาพของน้ำ	29
	2.3.6.1. คุณภาพน้ำที่สำคัญ	30
	2.3.7. คุณภาพน้ำตามธรรมชาติ	38
	2.3.7.1. น้ำผิวดิน (Surface Water)	41
3.	แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	45
	3.1. แผนงานการดำเนินการ	45
	3.1.1. การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.1.2. การติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขอความอนุเคราะห์ข้อมูล	45
	3.1.3. วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจุดวัดความเร็วน้ำ (หน้างาน)	45
	3.1.4. การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติม ทางด้านกายภาพ (หน้างาน)	46
	3.1.5. จัดทำแบบสอบถาม	46
	3.1.6. การเก็บตัวอย่างน้ำ	46
	3.1.7. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล	46
	3.1.8. การแสดงผลในรูป GIS	46
	3.1.9 การจัดทำรูปเล่มรายงาน	46
	3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน	48
	3.2.1. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการเลือกตำแหน่ง เก็บตัวอย่างน้ำ	48
	3.2.2. การสำรวจพื้นที่ และ ตรวจสอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และจุดวัดน้ำ	48
	3.2.2.1. ตำแหน่ง A1	53
	3.2.2.2. ตำแหน่ง A2	54
	3.2.2.3. ตำแหน่ง A3	54
	3.2.2.4. ตำแหน่ง A4	55
	3.2.2.5. ตำแหน่ง A5	55
	3.2.2.6. ตำแหน่ง A6	56
	3.2.2.7. ตำแหน่ง B1	56
	3.2.2.8. ตำแหน่ง B2	57
	3.2.2.9. ตำแหน่ง C1	57
	3.2.2.10. ตำแหน่ง C2	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ เรื่อง	หน้า
3.2.2.11. ตำแหน่ง D1	58
3.2.2.12. ตำแหน่ง D2	59
3.2.2.13. ตำแหน่ง E1	59
3.2.2.14. ตำแหน่ง E2	60
3.2.2.15. ตำแหน่ง E3	60
3.2.2.16. ตำแหน่ง E4	61
3.2.2.17. ตำแหน่ง F1	61
3.2.2.18. ตำแหน่ง G1	62
3.2.2.19. ตำแหน่ง G2	62
3.2.2.20. ตำแหน่ง G3	63
3.2.2.21. ตำแหน่ง H1	64
3.2.2.22. ตำแหน่ง H2	64
3.2.2.23. ตำแหน่ง H3	65
3.2.2.24. ตำแหน่ง CH1	65
3.2.2.25. ตำแหน่ง CH2	66
3.2.2.26. ตำแหน่ง CH3	66
3.2.2.27. ตำแหน่ง CH4	67
3.2.2.28. ตำแหน่ง CH5	67
3.2.2.29. ตำแหน่ง CH6	68
3.2.2.30. ตำแหน่ง CH7	68
3.2.2.31. ตำแหน่ง CH8	69
3.2.2.32. ตำแหน่ง CH9	69
3.2.2.33. ตำแหน่ง CH10	70
3.2.2.34. ตำแหน่ง CH11	70
3.2.2.35. ตำแหน่ง CH12	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.2.2.36. ตำแหน่ง CH13	71
	3.2.3. การวัดความเร็วของน้ำ	72
	3.2.4. การวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	72
	3.2.5. การหาอัตราการไหลของน้ำ	73
	3.2.6. การเก็บตัวอย่างน้ำ	73
	3.2.7. การดำเนินการทดสอบคุณภาพน้ำ	73
	3.2.7.1. การทดสอบหาค่า Dissolved Oxygen (DO), pH	73
	3.2.7.2. การทดสอบหาค่า TDS, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็ม	74
	3.2.8. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล	75
	3.2.9. การแสดงผลในรูป GIS	75
	3.2.10.สอบถามข้อมูลจากประชากรที่อาศัยโดยรอบโครงการชลประทาน	75
4.	ผลการทดสอบและการวิเคราะห์	81
	4.1. ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำ	81
	4.1.1. อุณหภูมิ	85
	4.1.2. pH	85
	4.1.3. TDS	86
	4.1.4. DO	86
	4.1.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	86
	4.1.6. ค่าความเค็ม (Salinity)	87
	4.2. ผลการทดสอบการหาอัตราการไหลในลำน้ำ	87
	4.2.1. ค่าความเร็วในน้ำ	87
	4.2.2. พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	98
	4.2.3. ค่าอัตราการไหลในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ เรื่อง	หน้า
4.2.4. การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	107
4.2.5. การหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	118
4.3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	119
4.3.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์	119
4.3.1.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความเค็ม (Salinity)	119
4.3.1.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	120
4.3.1.3. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และ ค่า pH	121
4.3.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างการวัดความเร็วน้ำโดยใช้ใบไม้ และโดยเครื่องวัด	122
4.3.3. การวิเคราะห์และผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งหมด	123
4.3.3.1. อุณหภูมิ	123
4.3.3.2. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	124
4.3.3.3. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)	125
4.3.3.4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)	126
4.3.3.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	127
4.3.3.6. ค่าความเค็ม (Salinity)	128
4.3.4. การวิเคราะห์อัตราการเกิดปริมาณเกลือ	129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
5.	**สรุปผลการทดสอบ**	130
	5.1. คุณภาพของน้ำผิวดิน	130
	5.2. ปริมาณของน้ำผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ	130
	5.3. การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์	131
6.	**ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหา**	132
	6.1. ปัญหาจากการกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	130
	6.2. ปัญหาจากการวัดความเร็วของน้ำและหาหน้าตัดลำน้ำ	130
	บรรณานุกรม	134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
1.1.	การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการไหล	5
2.1.	ค่าปรับแก้ความเร็ว	20
2.2.	ระยะปรับแก้ในอากาศ (air-line correction)	23
2.3.	ระยะปรับแก้ในน้ำ (water-line correction)	24
2.4.	สมการการหาความเร็วเฉลี่ย $\overline{V_i}$	27
2.5.	สิ่งเจือปนที่สำคัญ ๆ ทางเคมีและชีววิทยาที่พบในน้ำ	39
2.6.	ความสัมพันธ์ระหว่างสารต่าง ๆ ที่อาจพบในน้ำตามธรรมชาติกับคุณภาพน้ำ	40
2.7.	ตัวอย่างลักษณะน้ำผิวดินในประเทศไทย	43
3.1.	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	47
3.2.	แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	49
3.3.	แสดงข้อมูลจากแบบสอบถาม	76
4.1.	แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 1	82
4.2.	แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 2	83
4.3.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1) ของตำแหน่ง A1	88
4.4.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2) ของตำแหน่ง A1	88
4.5.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A1	88
4.6.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1) ของตำแหน่ง A2	89
4.7.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2) ของตำแหน่ง A2	89
4.8.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A2	89
4.9.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1) ของตำแหน่ง A3	89
4.10.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2) ของตำแหน่ง A3	90
4.11.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A3	90
4.12.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A4	90
4.13.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A5	91
4.14.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง A6	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.15.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำของตำแหน่ง B1	91
4.16.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง B1	92
4.17.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำของตำแหน่ง B2	92
4.18.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง C1	92
4.19.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง C2	93
4.20.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง D1	93
4.21.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง D2	93
4.22.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง E1	94
4.23.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง E2	94
4.24.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง E3	95
4.25.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง E4	95
4.26.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง F1	96
4.27.	การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้ของตำแหน่ง G1	96
4.28.	แสดงค่าความเร็วที่ผิวน้ำที่แท้จริง ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	97
4.29.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1	99
4.30.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A2	99
4.31.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A3	100
4.32.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4	100
4.33.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5	101
4.34.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6	101
4.35.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1	102
4.36.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2	102
4.37.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1	103
4.38.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2	103
4.39.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.40.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2	104
4.41.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1	105
4.42.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2	105
4.43.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3	106
4.44.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4	106
4.45.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F	106
4.46.	ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1	107
4.47.	การหาอัตราการไหลของลำน้ำ	117
4.48.	แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ115	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1.	ผังแสดงวิธีและขั้นตอนการศึกษา	3
2.1.	แผ่นวัดระดับน้ำ	14
2.2.	เครื่องมือและการวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก	15
2.3.	ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ	15
2.4.	เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย	16
2.5.	อาคารวัดระดับน้ำ	16
2.6.	เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศการหาความลึกน้ำที่ปลายท่อฟองอากาศ	17
2.7.	เครื่องมือวัดระดับน้ำสูงสุด	17
2.8.	การกระจายความเร็วในลำน้ำทั่วไป	19
2.9.	การวัดความเร็วโดยใช้ทุ่นลอย	20
2.10.	เครื่องมือวัดความเร็วแบบกรวยหมุน	21
2.11.	เครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด	22
2.12.	การเอียงของสายเคเบิลตามทิศทางการไหล	23
2.13.	การหาอัตราการไหลด้วยวิธีวัดพื้นที่และความเร็วน้ำ	26
2.14.	ขยายหน้าตัดย่อยที่ 1	28
3.1.	เครื่องมือจับพิกัด GIS ยี่ห้อGARMIN รุ่น etrex	51
3.2.	แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ	52
3.3.	แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Profile	53
3.4.	ตำแหน่ง A1	53
3.5.	ตำแหน่ง A2	54
3.6.	ตำแหน่ง A3	54
3.7.	ตำแหน่ง A4	55
3.8.	ตำแหน่ง A5	55
3.9.	ตำแหน่ง A6	56
3.10.	ตำแหน่ง B1	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.11.	ตำแหน่ง B2	57
3.12.	ตำแหน่ง C1	57
3.13.	ตำแหน่ง C2	58
3.14.	ตำแหน่ง D1	58
3.15.	ตำแหน่ง D2	59
3.16.	ตำแหน่ง E1	59
3.17.	ตำแหน่ง E2	60
3.18.	ตำแหน่ง E3	60
3.19.	ตำแหน่ง E4	61
3.20.	ตำแหน่ง F1	61
3.21.	ตำแหน่ง G1	62
3.22.	ตำแหน่ง G2	62
3.23.	ตำแหน่ง G3	63
3.24.	ตำแหน่ง H1	64
3.25.	ตำแหน่ง H2	64
3.26.	ตำแหน่ง H3	65
3.27.	ตำแหน่ง CH1	65
3.28.	ตำแหน่ง CH2	66
3.29.	ตำแหน่ง CH3	66
3.30.	ตำแหน่ง CH4	67
3.31.	ตำแหน่ง CH5	67
3.32.	ตำแหน่ง CH6	68
3.33.	ตำแหน่ง CH7	68
3.34.	ตำแหน่ง CH8	69
3.35.	ตำแหน่ง CH9	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.36.	ตำแหน่ง CH10	70
3.37.	ตำแหน่ง CH11	70
3.38.	ตำแหน่ง CH12	71
3.39.	ตำแหน่ง CH13	71
3.40.	การวัดความเร็ว ยี่ห้อ Mini Air Schiltknnecht	72
3.41.	อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง	73
3.42.	การวัดค่า DO, pH, ค่าความด่างศักย์ ยี่ห้อ WTW รุ่น pH/Oxi340i/SET	74
3.43.	การวัดค่า TDS, ค่าความนำไฟฟ้า, และค่าความเค็มด้วยเครื่องยี่ห้อ Senso Direct Con200	74
3.44.	การวัดค่าความเค็มด้วยเครื่อง ยี่ห้อ EUTECH SaltTest	75
3.45	การแสดงผลค่าความเค็มในรูป GIS	76
4.1.	รูปตัดตำแหน่ง A1	108
4.2.	รูปตัดตำแหน่ง A2	108
4.3.	รูปตัดตำแหน่ง A3	109
4.4.	รูปตัดตำแหน่ง A4	109
4.5.	รูปตัดตำแหน่ง A5	110
4.6.	รูปตัดตำแหน่ง A6	110
4.7.	รูปตัดตำแหน่ง B1	111
4.8.	รูปตัดตำแหน่ง B2	111
4.9.	รูปตัดตำแหน่ง C1	112
4.10.	รูปตัดตำแหน่ง C2	112
4.11.	รูปตัดตำแหน่ง D1	113
4.12.	รูปตัดตำแหน่ง D2	113
4.13.	รูปตัดตำแหน่ง E1	114
4.14.	รูปตัดตำแหน่ง E2	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.15.	รูปตัดตำแหน่ง E3	115
4.16.	รูปตัดตำแหน่ง E4	115
4.17.	รูปตัดตำแหน่ง F1	116
4.18.	รูปตัดตำแหน่ง G1	116
4.19.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และค่าความเค็ม	119
4.20.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า	120
4.21.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความนำไฟฟ้า และค่า pH	121
4.22.	แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างการวัดความเร็วน้ำโดยใช้ใบไม้ และโดยเครื่องวัด	122
4.23.	แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	123
4.24.	แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	124
4.25.	แสดงค่า TDS จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	125
4.26.	แสดงค่า DO จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	126
4.27.	แสดงค่าความนำไฟฟ้าจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	127
4.28.	แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง	128
4.29.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งเก็บน้ำ และปริมาณเกลือ	129

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 และก่อสร้างโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำจังหวัดสกลนคร-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 ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของปัญหาดินเค็มในพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำและสมควรที่จะนำมาวิจัยศึกษาถึงข้อมูลต่าง ๆ อย่างละเอียดมากขึ้น โดยที่ข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์อย่างหนึ่งคือ คุณภาพของน้ำผิวดิน ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำต่ำรวมถึง ปริมาณน้ำผิวดินว่ามีการกระจายตัวของความเค็มลงในแหล่งน้ำเหล่านั้นหรือไม่จากข้อมูลที่ได้เหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลส่วนอื่น ๆ เช่น ข้อมูลน้ำใต้ดินและชั้นดิน และสามารถนำข้อมูลมาสรุปได้

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

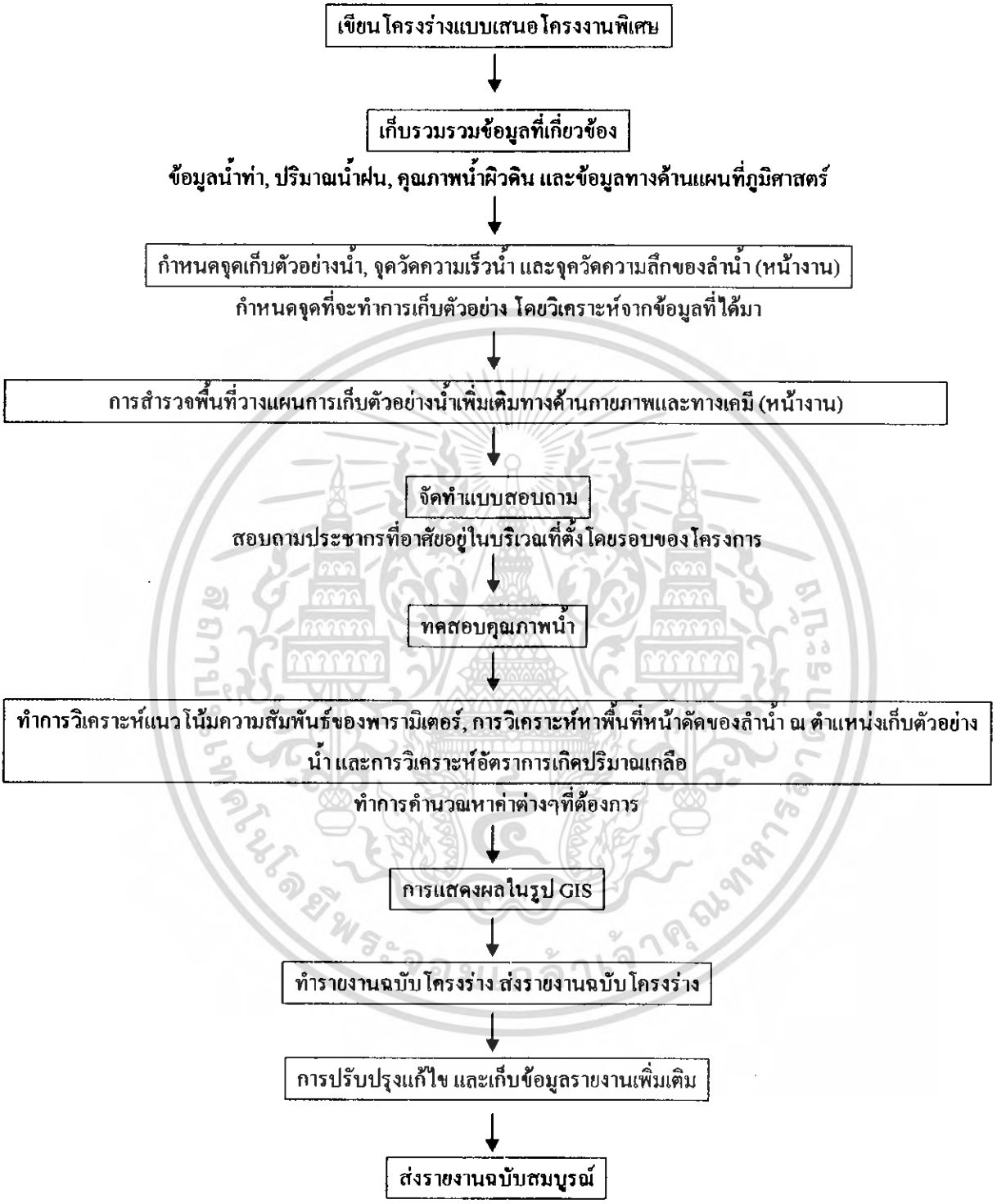
1. ศึกษาคุณภาพของน้ำผิวดินโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระจายตัวของความเค็มในพื้นที่แหล่งน้ำต่าง ๆ
2. ศึกษาถึงปริมาณน้ำผิวดินในบริเวณลุ่มน้ำต่ำ
3. สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้นำไปใช้ในการพัฒนาทรัพยากรน้ำและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำได้อย่างเหมาะสม

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำ
2. เก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำ เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาเก็บน้ำตัวอย่าง ในแต่ละช่วงของฤดูกาล โดยจะเก็บน้ำตัวอย่างในเดือน สิงหาคม ตุลาคม และธันวาคม

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. หลักการเก็บตัวอย่างน้ำ

จากหลักการเก็บตัวอย่างน้ำนั้นจะทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำว่าจะเก็บที่จุดใด เก็บอย่างไร มีปริมาณเท่าไรในการเก็บแต่ละครั้งและต้องมีความเข้าใจรายละเอียดในการทำงานเป็นอย่างดี และผู้เก็บตัวอย่างน้ำสามารถนำน้ำไปวิเคราะห์ได้ ข้อควรพิจารณาในการเก็บตัวอย่างน้ำมีดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ จุดเก็บ วิธีการเก็บ ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

1.5.1.2. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำประกอบด้วย

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

(2) อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ประกอบในการเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ภาชนะสำหรับดักตัวอย่างน้ำ กระบอก ตวง ถังน้ำแข็ง เทอร์โมมิเตอร์ สายวัด ดินสอ ฉลากสำหรับปิดขวด เชือก สารเคมีที่ใช้ประกอบการเก็บตัวอย่างน้ำ ฯลฯ

1.5.1.3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

(1) จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเลือกจุดเก็บบริเวณที่เป็นสะพานข้ามลำน้ำเนื่องจากจุดนี้เป็นจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง วัดความเร็วและหาหน้าตัดได้ง่าย การเข้าถึงทำได้สะดวก

(2) ในการตรวจคุณภาพของลำน้ำ ให้เก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

- ถ้าลำน้ำผสมกันไม่ดี ให้เก็บที่ 3 ตำแหน่งห่างจากกัน และห่างจากตลิ่งเท่ากับ W/4 ถ้า W คือ ความกว้างของลำน้ำ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าลำน้ำผสมกันดีในแนวขวางก็ให้เก็บที่ 0.2D และ 0.6D ที่ตำแหน่งกลางลำน้ำจะได้ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง
- หากลำน้ำมีการผสมทั่วถึงดีทั้ง 2 ทิศทางให้เก็บตัวอย่างที่ 0.6D ณ ตำแหน่งกลางแม่น้ำเพียงจุดเดียว

1.5.1.4. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

(1) การเก็บแบบจ้วง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉยๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการทราบ

(2) การเก็บแบบผสมรวม (composite sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้งในช่วงเวลาต่างๆกัน โดยแบ่งช่วงเวลาของการเก็บให้สม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำ แล้วนำมารวมในถังใบเดียวกัน

ตารางที่ 1.1 การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมที่เป็นสัดส่วนกับอัตราการไหล

เวลา	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)	ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มล.)
8.00	3.5	3500
10.00	4.0	4000
12.00	6.0	6000
14.00	8.0	8000
16.00	7.5	7500
18.00	7.0	7000
20.00	6.0	6000
22.00	5.5	5500
24.00	4.0	4000
02.00	3.5	3500
04.00	3.0	3000
06.00	2.0	2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.5. 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

การวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์จะมีหลายวิธีแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งลักษณะของตัวอย่างน้ำ

1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบคุณภาพของน้ำในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำต่ำ 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) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ขึ้น เพื่อจำลองการไหลของน้ำใต้ดินและการแพร่กระจายของน้ำเค็ม ในแนวระนาบและแนวดิ่ง ครอบคลุมพื้นที่โครงการ 389.5 ตร.กม. ศึกษาถึงสภาวะปกติที่ไม่มีการเก็บกักน้ำ ระยะเวลาจากปัจจุบันจนถึง 10 ปีข้างหน้า ยังไม่มีพื้นที่ที่มีศักยภาพจะเกิดดินเค็ม แต่หลังจาก 10 ปีไปจนถึง 100ปีข้างหน้า จะมีมีพื้นที่ที่มีศักยภาพการเกิดการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินและดินเค็ม 3 แห่ง คือ บริเวณบ้านพระซองน้อย บ้านพิมานท่า และทิศตะวันตกเฉียงเหนือบ้านดงขุนคราม มีพื้นที่รวม 1,425 ไร่ และบริเวณที่จะเกิดน้ำใต้ดินกร่อย มีพื้นที่รวม 16,066 ไร่

กรณีที่มีการสร้างประตูระบายน้ำโนนสังข์ ที่ระดับ +138.5 ม.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. บริษัทที่ปรึกษา GITEC CONSURTANT GMBH (GITEC) ได้ทำการศึกษาชั้นเกลือหินบริเวณโครงการชลประทานลุ่มน้ำก่ำตอนล่าง จังหวัดนครพนม กรมทรัพยากรธรณี มีนาคม 2541 จากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

- การสร่างอ่างเก็บน้ำตามโครงการชลประทานลุ่มน้ำก่ำตอนล่าง จังหวัดนครพนม ไม่น่าจะเกิดผลกระทบของน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มขึ้นมาด้านบนได้เนื่องจากระดับน้ำที่เก็บกักไว้มีระดับต่ำ ชั้นเกลือหินอยู่ลึกกว่า 100 เมตร โดยประมาณ และความลึกของชั้นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มมีระดับที่ลึกประมาก (ประมาณ 50 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างอ่างเก็บน้ำตามโครงการฯจะไม่มีผลกระทบต่อการละลายของชั้นเกลือ เนื่องจากชั้นเกลืออยู่ในระดับลึกกว่า 100 เมตร โดยชั้นหินโคลนหรือหินดินดานปิดทับอยู่ข้างบน

3. 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
- บ้างดงมะเอก อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอเรณูนคร และอยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา ปัจจุบันพื้นที่นี้ถูกดัดแปลงเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กไม่มีการทำนาเกลือเนื่องจากน้ำท่วมพื้นที่ดินเค็มไปแล้ว แต่ในฤดูแล้งน้ำจะเค็ม

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

- บริเวณตอนล่างของอ่างเก็บน้ำในระดับตื้นๆรองรับด้วยตะกอนกรวดทราย ลึกลงไปประมาณ 50 เมตร เป็นหินดินดานมีน้ำจืดแทรกอยู่ในรอยแตกลึกลงไปกว่า 50 เมตร ในชั้นหินดินดานมีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มแทรกตัวอยู่ และลึกกว่า 100 เมตร ลงไปจะรองรับด้วยชั้นหินเกลือหรือหินทราย
- บริเวณทิศใต้ของอ่างเก็บน้ำเป็นชั้นหินทรายที่รองรับอยู่ในระดับตื้น
- บริเวณทางตอนเหนือของอ่างเก็บน้ำอาจเป็นหินดินดานที่มีน้ำจืดและน้ำกร่อยแทรกตัวอยู่ในปริมาณไม่มาก

จากการสำรวจประเมินว่า อาจจะมีชั้นเกลือหินในระดับที่ลึกกว่า 100 เมตร จึงคาดหมายได้ว่า การเก็บกักน้ำของอ่างเก็บน้ำก่ำตอนล่างนี้ไม่น่าจะมีผลต่อชั้นน้ำเกลือหรือน้ำกร่อยที่รองรับอยู่

5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรแห่งชาติและสิ่งแวดล้อม รายงานเกี่ยวกับสถานการณ์มลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี 2544 ที่ดำเนินการตรวจสอบ ได้แก่ แม่น้ำลำตะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอง มูล ชี พอง อูน เลย เสียว สงคราม ลำปาว ลำชี หนองหาน ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ยกเว้น ลำตะคองตอนล่างในบริเวณตั้งแต่ท้ายเทศบาลนครราชสีมา จนถึงปากแม่น้ำตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เนื่องจากมีการสะสมของน้ำเสียในแหล่งน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทชุมชน โดยมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มเฉลี่ย 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

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

แหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 20 พอใช้ร้อยละ 48 เสื่อมโทรมร้อยละ 27 และเสื่อมโทรมมากร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2547 พบว่าคุณภาพน้ำโดยรวมมีแนวโน้มเสื่อมโทรมมากขึ้น ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่มาจากการระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆโดยไม่ผ่านการบำบัด 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 หมายถึงน้ำที่ไหลซึมลงสู่น้ำใต้ดิน เพื่อลงสู่ลำธารและแม่น้ำ เรียกอีกอย่างว่า Seepage ฝนที่ตกลงมาแล้วมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

บางส่วนระเหยแล้วกลับสู่บรรยากาศ

บางส่วนไหลกลับลงสู่ทะเลโดย surface runoff

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และการคายน้ำโดยใบพืชก็ลดลงด้วย ลำธารจะได้รับน้ำฝนโดยตรงและจากน้ำที่อยู่ใต้ดิน ระดับน้ำในลำธารอาจจะเพิ่มขึ้นด้วย
3. ช่วงฝนตกชุก เป็นช่วงที่ต่อมาที่ฝนตกมากขึ้น ดินจะซับน้ำไว้จนอิ่มตัวจนไม่สามารถจะซับน้ำไว้ได้อีก ก็จะเกิด overland runoff ลำธารจะได้รับน้ำหลายทางด้วยกัน จากน้ำที่ไหลซึมผ่านใต้ดิน บนดินและจากฝนโดยตรง ทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ในบางครั้งระดับน้ำในลำธารอาจจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) การระเหยและการคายน้ำใต้ดินเกิดขึ้นได้น้อย
4. ช่วงฝนหยุด เป็นช่วงต่อมาจากฝนหยุดตกแล้ว ในประเทศไทยจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เมื่อไม่มีฝนและความชื้นในบรรยากาศลดลงก็จะทำให้มีการระเหยและคายน้ำโดยใบพืชเพิ่มขึ้น น้ำในดินจะซึมลงสู่ชั้นของลำน้ำใต้ดิน ลำธารได้รับน้ำใต้ดินเพียงพออย่างเดียวและยังคงระดับสูงอยู่เหมือนเดิม ระดับของน้ำใต้ดิน (Water Table) จะเท่ากับระดับน้ำในลำธาร ถ้าในช่วงมีการไหลของน้ำในลำธารมารวมกันในที่ที่ต่ำกว่าก็อาจจะเกิดน้ำท่วมขึ้นได้ในกรณีที่มีระดับต่ำ เช่นในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลำน้ำที่ไม่ค่อยมีน้ำ (ephemeral steam) คือ ลำน้ำที่มีระดับท้องน้ำของลำน้ำอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินตลอดปี มักจะพบในเขตพื้นที่แห้งแล้ง (arid zone) และพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินมาก ซึ่งในลำน้ำที่ไม่ค่อยมีน้ำ

ลักษณะที่ใช้ในการประเมินเป็นตัวเลขของลำน้ำได้ เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) อัตราการไหล (Discharge)

- ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) เป็นความเร็วของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณสารละลายที่อยู่ในน้ำหรือสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ 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

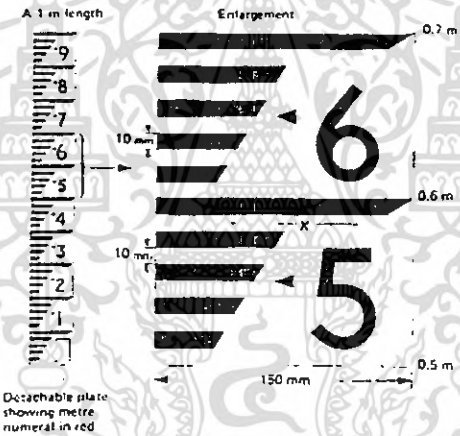
การวัดระดับน้ำในแม่น้ำสามารถวัดได้โดยเทียบกับระดับอ้างอิงที่ใดที่หนึ่ง เช่น เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง(mean sea level) หรือ เทียบกับระดับท้องน้ำ เป็นต้น ซึ่งการวัดระดับน้ำในแม่น้ำที่มักจะใช้ในงานอุทกวิทยาเสมอมี 3 วิธี คือ การวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง การวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

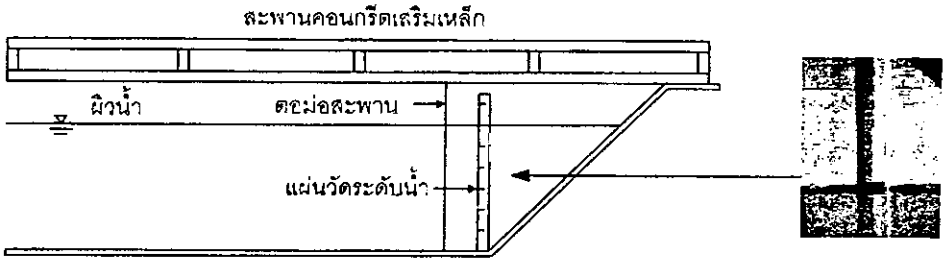
เครื่องมืออย่างง่ายสำหรับสำหรับวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่องมี 2 ลักษณะ คือ

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



(ก) ตัวอย่างแผ่นวัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) แผ่นวัดระดับน้ำข้างตอม่อสะพาน

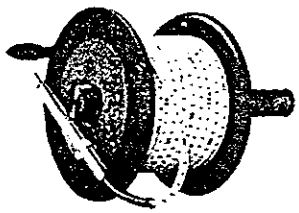
(ค) แผ่นวัดระดับน้ำข้างคลอง (ง) ตัวอย่างการวางแผ่นวัดระดับน้ำที่ขอบคลอง

(จ) แผ่นวัดระดับน้ำแบบวางในแนวเอียง

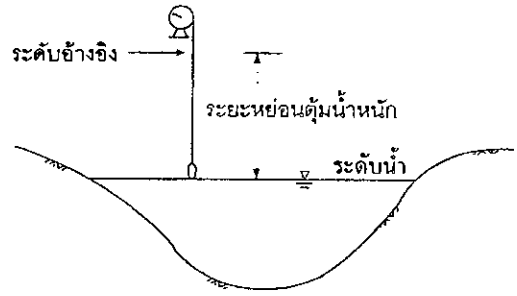
รูปที่ 2.1 แผ่นวัดระดับน้ำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก

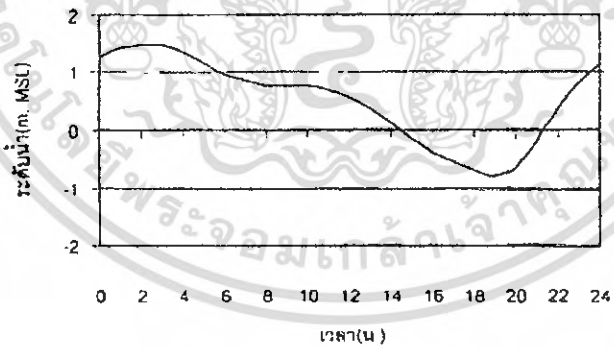


(ข) การวัดระดับน้ำ

รูปที่ 2.2 เครื่องมือและการวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและตุ้มน้ำหนัก

2.3.2.2. เครื่องวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (recording-type gauge)

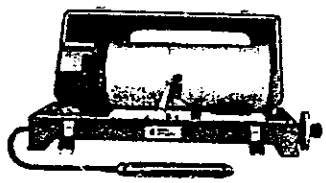
เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องเป็นเครื่องมือที่สามารถบันทึกข้อมูลระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาลงบนกระดาษกราฟได้อย่างต่อเนื่อง มีตัวอย่างผลการบันทึกข้อมูลดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย (floating-gauge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



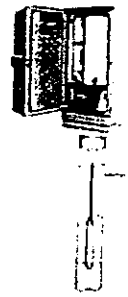
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

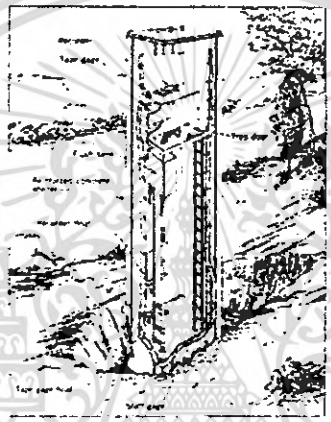


(ก) เครื่องบันทึกข้อมูลในแนวนอน



(ข) เครื่องบันทึกข้อมูลในแนวดิ่ง

รูปที่ 2.4 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย



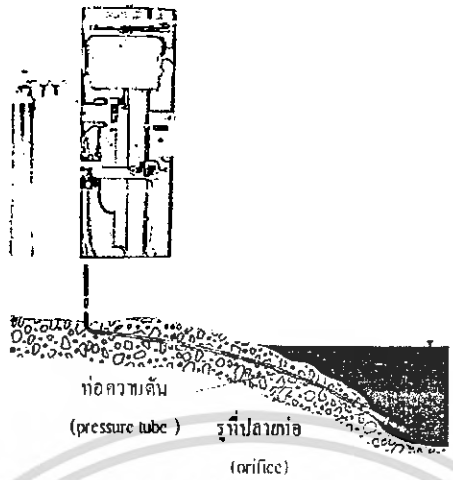
รูปที่ 2.5 อาคารวัดระดับน้ำ

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

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



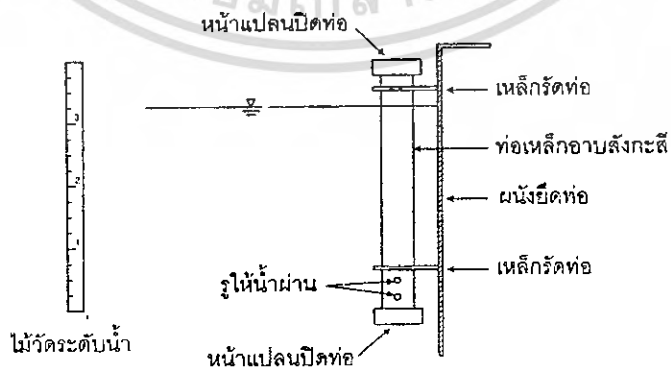
รูปที่ 2.6 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศการหาความลึกน้ำที่ปลายท่อฟองอากาศ

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

72064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

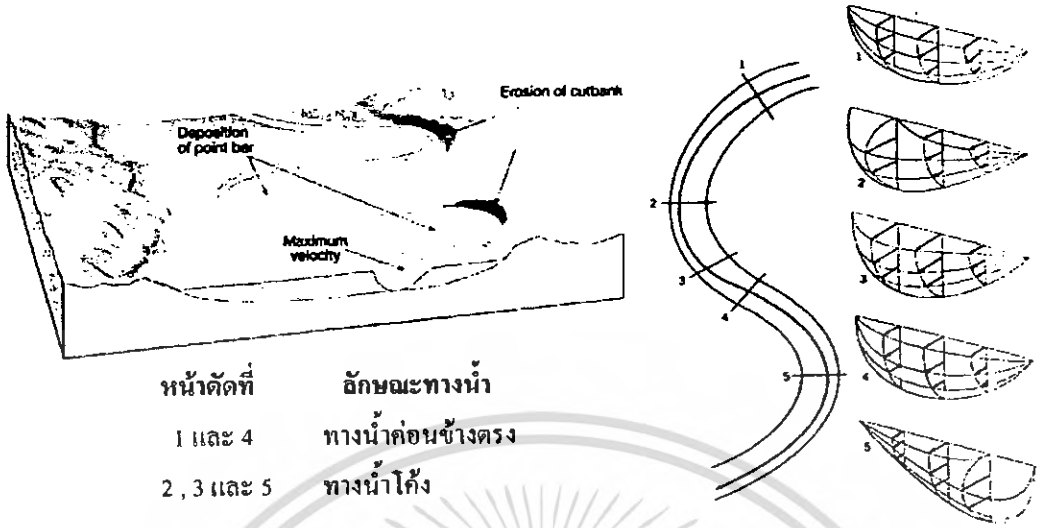
การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับสูงสุดจะเริ่มจากการนำท่อเหล็กอาบสังกะสีไปติดตั้งในลำน้ำ โดยด้านล่างอยู่ที่ระดับอ้างอิงของลำน้ำ (stream datum) หรือระดับที่เทียบกับระดับอ้างอิงของลำน้ำ จากนั้นก็นำไม้วัดระดับใส่ลงไปในท่อ แล้วนำเศษไม้ก๊อก (cork) หรือผงไม้ใส่เข้าไปในท่อ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำหลากไหลผ่าน น้ำในลำน้ำจะไหลเข้าตามรูเล็กๆ 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



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

รูปที่ 2.8 การกระจายความเร็วในลำน้ำทั่วไป

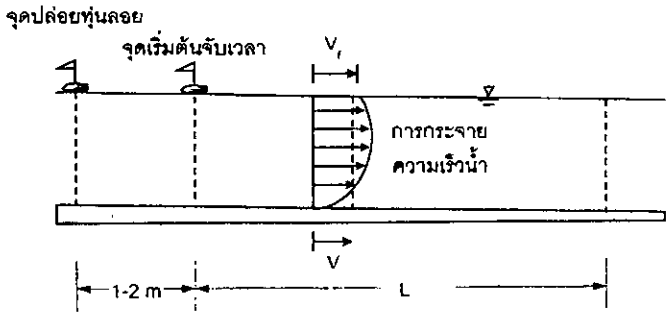
2.3.3.2. การวัดความเร็วน้ำ (measurement of velocity)

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 โดยใช้หลักการว่า เมื่อปล่อยทุ่นลอยทางด้านเหนือน้ำเหนือจุดที่เริ่มวัดระยะทางประมาณ 1- 2 m เพื่อให้ทุ่นลอยปรับความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากับความเร็วผิวน้ำ V_f ดังรูปที่ 2.9 จากนั้น เมื่อทุ่นลอยลอยมาถึงจุดเริ่มต้น ให้จับเวลาจนกระทั่งทุ่นลอยถึงจุดสุดท้ายที่อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น L ใช้เวลาเท่ากับ T จะสามารถหาความเร็วทุ่นลอยได้

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

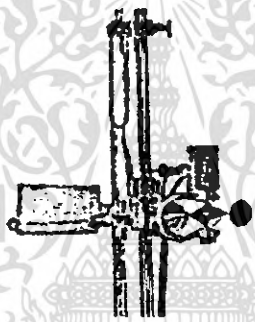
ความลึกเฉลี่ย		CF
(m)	(ft)	
0.3	1.0	0.66
0.6	2.0	0.68
0.9	3.0	0.70
1.2	4.0	0.72
1.5	5.0	0.74
1.8	6.0	0.76
2.7	9.0	0.77
3.7	12.0	0.78
4.6	15.0	0.79
≥6.1	≥20.0	0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

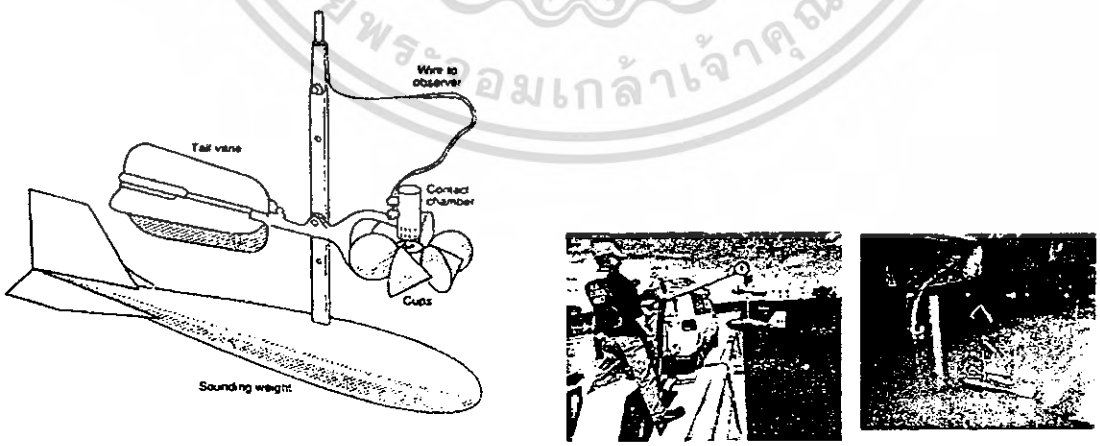
2. การวัดความเร็วน้ำด้วยเครื่องมือวัดความเร็วน้ำ (current meter method)

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

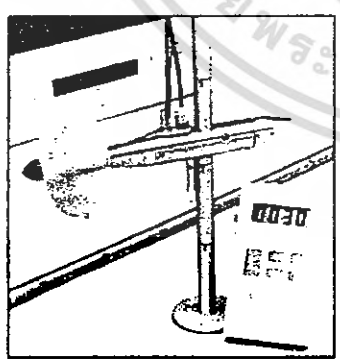
$$V = aN + b$$

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) และแบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมาก ดังรูปที่ 2.11 (ข) ซึ่งมีหลักการวัดความเร็วน้ำเหมือนกับเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน แต่ใบพัดจะหมุนรอบแกนเพลาที่วางอยู่ในแนวนอน และลักษณะเครื่องมือมีความทนทานกว่าเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบกรวยหมุน



(ก) แบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำไม่มาก

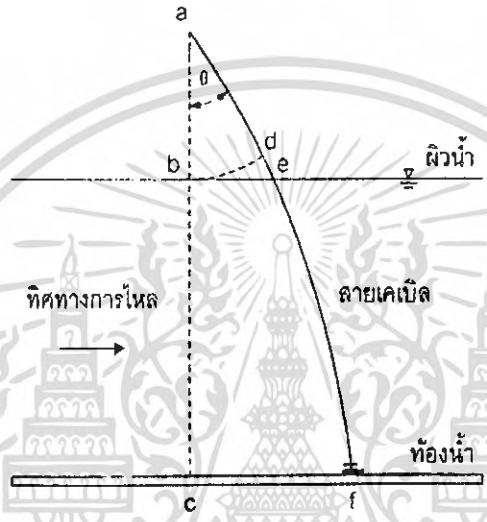
(ข) แบบที่ใช้วัดความเร็วน้ำมาก

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 0.8 d 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

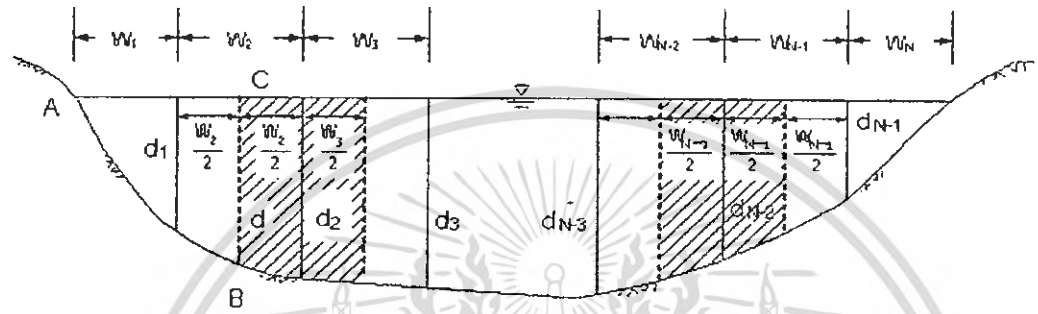
2. แนวทางในการกำหนดหน้าตัดย่อย มีดังต่อไปนี้

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

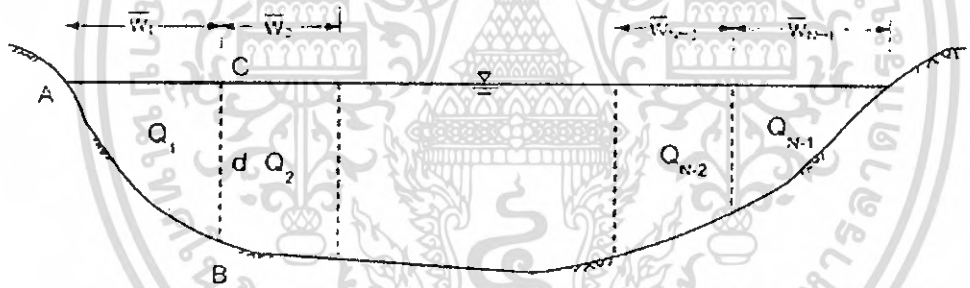
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การหาอัตราการไหล

การหาอัตราการไหลจะใช้สมการการไหลต่อเนื่อง (continuity equation) โดยหาอัตราการไหลในแต่ละหน้าตัดย่อย แล้วนำมารวมกันจะได้อัตราการไหลทั้งหมดที่ไหลผ่านหน้าตัดแม่น้ำลำธารที่ตรวจวัด ซึ่งมีวิธีการหาอัตราการไหลโดยพิจารณารูปที่ 2.13



(ก) แนว $d_1, d_2, \ldots, d_{n-1}$ 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 เป็น ความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากผลการวัดความเร็วจากเครื่องมือวัดความเร็วน้ำดังตารางที่ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

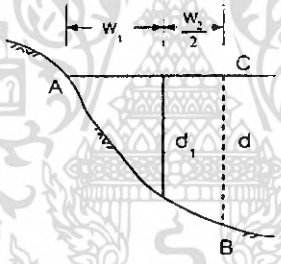
$$A_1 = \overline{W_1} d_1$$

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

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

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

สมการที่ 1 สามารถพิสูจน์ได้โดยพิจารณาจากการขยายหน้าตัดย่อยที่ 1 ดัง



รูปที่ 2.14 ขยายหน้าตัดย่อยที่ 1

จากรูปที่ 2.14 พิจารณาสามเหลี่ยมคล้ายได้

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า d จากสมการที่ (3) ในสมการที่ (4) จะได้

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

2.5.6. คุณภาพของน้ำ

แหล่งน้ำนอกจากจะเป็นประโยชน์ทั้งโดยตรง และทางอ้อมแล้วยังเป็นที่ระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้แหล่งน้ำต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไป ดังนั้นการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำจึงมีความจำเป็น เพื่อหาว่าการเปลี่ยนแปลคุณภาพน้ำนั้นส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่ใช้แหล่งน้ำอย่างไร

ดังนั้นคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงได้กำหนดมาตรฐานของคุณภาพไว้เพื่อเป็นดรรชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical Quality) เป็นลักษณะที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสต่าง ๆ 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 สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ 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 ในแม่น้ำที่มีร่มเงาของต้นไม้มากน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น เป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช (เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต.2528 : 39) อุณหภูมิของน้ำจะผันแปรอยู่ในช่วง 28 – 32 องศาเซลเซียส (ไมตรี ควงสวัสดิ์ .2528 : 18)

อุณหภูมิของน้ำ ในแม่น้ำปกติแล้วไม่เป็นปัญหากับสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นหรือลงมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น น้ำจากการหล่อเย็น ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเกินปกติและจะทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย เนื่องจากการที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการอิ่มตัวของออกซิเจนลดลง ปฏิกิริยาของพวกจุลินทรีย์ก็จะมีมากขึ้นด้วยทำให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น (เกรียงศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมสินโรจน์.2536 : 85) นอกจากนั้นอาจจะทำให้สารพิษเพิ่มขึ้นเนื่องจากสารพิษเหล่านั้นละลายได้มากขึ้น

สีของน้ำ สีของน้ำมีสองประเภทคือ

- สีที่แท้จริง (True color) ซึ่งเป็นสีของน้ำที่เกิดจากการย่อยสลายของพืชหรืออนุภาคคอลลอยด์ต่าง ๆ
- สีที่ปรากฏ(Apparent color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือไม่ก็อาจเกิดจากการสะท้อนของท้องฟ้า

สีของน้ำธรรมชาติมักเป็นสีเหลืองน้ำตาลชา เกิดจากการเนาของพืช 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 (Odour) เกิดจากการละลายของสารบางชนิดในน้ำ หรืออาจเกิดจากก๊าซบางชนิดเช่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H^2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ หรือ กลิ่นอื่น จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น (อาวีระ ภัคมาตร์.2540: 7)

สารแขวนลอย (Suspended) สารแขวนลอยหมายถึงสารที่ไม่ละลายน้ำ อยู่ในรูปของแข็งมักทำให้น้ำมีสีแบะมีความขุ่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีสารแขวนลอยอยู่มาก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **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 เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมแก้ไขได้ด้วยการต้ม ความกระด้างถาวรเกิดจากเกลือคลอไรด์ ซัลแฟตแมกนีเซียมและซัลเฟตของแคลเซียมไม่สามารถปรับปรุงได้ด้วยวิธีการต้มต้องปรับปรุงโดยวีการที่ซับซ้อนเราสามารถจัดลำดับความกระด้างดังนี้ (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
- สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำต้องการออกซิเจน Oxygen มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับปลา
- การย่อยสลายผุพังของอินทรียวัตถุที่ก้นท้องบน้ำที่เนื่องมาจาก Bacteria และจุลชีพอื่น ๆ ทำให้ประมาณ Carbon dioxide เพิ่มขึ้น pH ของน้ำจึงลดลงอย่างรวดเร็ว
- Oxygen จะสามารถจะละลายเพิ่มลงไปในน้ำได้มากขึ้นถ้ามีลมและคลื่น เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้มีการเคลื่อนที่หมุนเวียนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจาก Phytoplankton ที่สังเคราะห์อาหารจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจน

- Oxygen ที่ละลายปนอยู่ในแม่น้ำลำธารส่วนใหญ่ได้มาจากอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นเกาะแก่งหรือน้ำตกตามหน้าผา อากาศจะสามารถเติมลงไปในน้ำได้มากขึ้น
- ปริมาณ Oxygen ที่ละลายปนอยู่ในแม่น้ำลำธารและทะเลสาบที่ยังไม่มีผลิตผล อื่น ๆ เจือปนลงอันเนื่องมาจากมนุษย์ โดยทั่วไปในปริมาณ 8 – 10 ppm จะเป็นการเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2530 : 18) ได้รายงานว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนมีดังนี้คือ

1. ความเข้มข้นของออกวิเจน ออกซิเจนจะมีความเข้มข้นมากบริเวณผิวน้ำ ยิ่งลึกความเข้มข้นของออกวิเจนก็ยิ่งลดลง เนื่องจากออกซิเจนละลายในน้ำได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
2. อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่อการละลายของออกซิเจน ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีออกซิเจนมากกว่าน้ำทีมีอุณหภูมิสูง ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะมีออกซิเจนประมาณ 8 มิลลิกรัม/ลิตร
3. การไหลของน้ำ น้ำที่ไหลเร็วจะมีการม้วนตัวของน้ำอยู่ตลอดเวลา เป็นผลทำให้การแพร่กระจายออกซิเจนในน้ำมีอย่างทั่วถึง นั่นคือออกซิเจนจะละลายอยู่ในน้ำที่มีการเคลื่อนไหวได้รวดเร็วมากกว่าน้ำที่นิ่งหรือไหลได้ช้ากว่า
4. ปริมาณของพืชน้ำ พืชน้ำที่สำคัญคือสาหร่าย เนื่องจากสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วและมีวงจรชีวิตสั้น สาหร่ายจะช่วยเพิ่มออกซิเจน โดยการสังเคราะห์แสง ถ้ามีสาหร่ายมากทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ได้เพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยอินทรีย์สารเคมีของแบคทีเรีย

นอกจากนั้น ยังมีอีกหลายสาเหตุที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจน เช่น คลอไรด์ คลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้ลดลง 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Biochemical Oxygen Demand หรือย่อว่า BOD เนื่องจากมีการเก็บสารตัวอย่างไว้ 2 วันและ 5 วัน ดังนั้น จึงเขียนตัวเลขกำกับท้ายไว้เป็น BOD_2 หรือ BOD_5 เพื่อบอกให้ทราบว่าได้เก็บตัวอย่างไว้ 2 วันและ 5 วัน ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ BOD จึงนาจะมีสูตร

$$BOD_5 = D_i - D_f$$

เมื่อ BOD_5 เป็นปริมาณการบริโภคออกซิเจนเชิงชีวเคมีเป็นเวลา 5 วัน

D_i เป็นออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการอบภายหลังสุ่มตัวอย่าง (mg O/l)

D_F เป็นออกซิเจนที่ละลายหลังการอบเป็นเวลา 5 วัน (mg O/l)

ซึ่งหมายความว่าการหาค่า BOD คือการดำเนินการหาค่า DO ในบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำทันทีแล้วนำตัวอย่างที่เหลือไปแช่ไว้ในอุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ที่ 20 จากนั้นจึงนำออกมาวัดค่า DO ได้เท่าไหร่จึงนำไปแทนค่าในสูตรข้างต้นก็จะได้ค่า BOD ออกมา

แต่การทดลอง BOD นั้นมีความยุ่งยากกว่าที่คิด ถ้าค่า BOD น้อยกว่า 0.2mg/l ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ จึงได้มีการเติมของเหลวเพิ่มขึ้น ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรกเรียกว่าน้ำจืดจาง (Dilution water, DW) และชนิดที่สองเรียกว่า ของเหลวต้นกำเนิด (Seed liquid, SL) ด้วยเหตุนี้สูตรของ BOD จึงแตกต่างจากสมการข้างบน โดยน้ำเจือจางนั้น ถือเป็นของเหลวเชิงสังเคราะห์เพื่อให้มีส่วนประกอบคล้ายสารตัวอย่าง เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถใช้สารอาหารในการดำรงชีวิต น้ำเจือจางจะต้องมีออกซิเจนอิ่มตัวด้วยการพ่นอากาศที่ถูกทำให้บริสุทธิ์ และพร้อมกับไม่ให้จุลินทรีย์ใด ๆ จนกว่าจะมีการเติมของเหลวต้นกำเนิดหรือสารตัวอย่างลงไป ส่วนของเหลวต้นกำเนิดนั้น นำมาใช้เพราะสารตัวอย่างบางแห่งอาจจะไม่มีจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนหรือจำนวนประชากรจุลินทรีย์มีน้อย แต่อาจจะมีการแบรับสารอินทรีย์ไว้มากก็อาจทำให้การทดลองผิดพลาดได้ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีของเหลวที่ 3 ที่เรียกว่า น้ำเจือจากเติมด้วยของเหลวต้นกำเนิด (Seed dilution water, SDW) เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นว่ามีกิจกรรมตามปกติของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นเมื่อเติมสารตัวอย่างลงไปก็จะสามารถหาค่า BOD ได้ทั้งที่ลำพังสารตัวอย่างเพียงพออย่างเดียวอาจจะไม่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ตามปกติก็ได้

ไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen) ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมากเพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์ สารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบไนโตรเจนจึงเป็นสิ่งจำกัดอย่างหนึ่งถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ 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) เป็นผลิตผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชันขั้นสุดท้ายของไนโตรเจนออกซิเดชัน โดยแบทีเรียเปลี่ยนไนโตรเจนอินทรีย์เป็นแมโนเนียไนโตรเจนต่อไปเป็นไนโตรต์ไนโตรเจน ที่สุดเป็นไนเตรทไนโตเจน

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 อุดมสินโรจน์.2536 : 97)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

โครเมียม (Chromium) โครงเมียมอยู่ในน้ำมีสองรูป 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 การบริโภคแคดเมียมเข้าไปจะทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น คลื่นเหียน อาเจียน ท้องร่วงและอาจถึงแก่ชีวิตได้ แคดเมียมอาจไปสะสมอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายต่างได้ เช่น ตับ ไต และ ตับอ่อนซึ่งอาจเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง นอกจากน้ำที่มีปริมาณแคดเมียมเพียง 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถก่อให้เกิดมลพิษกับปลา แคดเมียมสามารถพบได้ในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมประเภทโลหะผสม ชุบโลหะ เซรามิค และอุตสาหกรรมการถ่ายรูป

แมงกานีส (Manganese) แมงกานีสส่วนใหญ่พบได้ในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดินในผิวดินจะพบอยู่ในรูปของ MnO_2 ทั้งนี้เนื่องจากน้ำผิวดินมีปริมาณออกซิเจนอยู่มากทำให้เกิดการตกผลึกของแมงกานีสลงไปนอนที่ก้นคลอง หากมีการเกิดหมักแบบไร้ออกซิเจน แมงกานีสก็จะสามารถละลายใหม่ได้ ในน้ำที่มีแมงกานีสอยู่มากจะเกิดออกซิไดส์ให้อยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำ ทำให้ขุ่นไม่น่าใช้ ทำให้เกิดความกระด้าง และทำให้เครื่องสุขภัณฑ์สกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

น้ำดื่มควรมีเหล็กไม่เกิน 0.3 มิลลิลิตร ถึงแม้ว่าจะไม่มีพิษต่อร่างกายแต่ถ้าปริมาณมากเกินไป ร่างกายจะขับออกมาไม่หมดทำให้เหลือเวลาสะสมไว้ในตับ ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับตับได้

- **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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สาเหตุเกิดจากสารเคมีเป็นพิษ (Chemical Poison)

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

4. สาเหตุเกิดจากพวกพยาธิ (Helminthes Infection)
- โรคพยาธิไส้เดือนกลม (Ascariasis)
- โรคพยาธิใบไม้ในตับ (Opisthorchiasis)
- โรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ (Fasciolipsasis)
- โรคพยาธิแส้ม้า (Trchuriasis)
- โรคที่เกิดจากไฮดาติดของไส้เดือน (Hydatidosis)

2.3.7. คุณภาพน้ำตามธรรมชาติ

เมื่อน้ำมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปตามวัฏจักรของน้ำ และมีการเคลื่อนย้ายไปสู่ที่ต่าง ๆ ย่อมทำให้น้ำตามธรรมชาติมีสมบัติเปลี่ยนไป 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 , ดินทราย และ อินทรียสารอื่น 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 สิ่งเจือปนที่สำคัญ ๆ ทางเคมีและชีววิทยาที่พบในน้ำ (ต่อ)

ที่มา	สิ่งเจือปน				
	ในรูปของประจุที่ละลายอยู่		คอลลอยด์	แขวนลอยอยู่	ก๊าซ
	ประจุบวก	ประจุลบ			
แหล่งจากเทศบาล , โรงงานอุตสาหกรรม , การกสิกรรม และกิจกรรมอื่น ๆ ของมนุษย์	ประจุของอินทรีย์สาร รวมทั้งโลหะหนักชนิดต่าง ๆ	ประจุของสารอินทรีย์สาร , โมเลกุลของอินทรีย์สาร , สี	ของแข็งที่เป็นอนินทรีย์สารและอินทรีย์สาร ,สารประกอบอินทรีย์พวก chlorinatcd , แบคทีเรีย , พยาธิ , ไวรัส	ดินเหนียว , ดินตะกอน , ของแข็งชิ้นหยาบ ๆ และของแข็งอนินทรีย์อื่น ๆ , สารประกอบ อินทรีย์ , น้ำมัน , ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการสึกกร่อน ฯลฯ	Cl_2 SO_2

(ที่มา : Tchobanoglous and Shroeder 1985)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5. พืช 6. ก๊าซ - ออกซิเจน - คาร์บอนไดออกไซด์ - ไฮโดรเจนซัลไฟด์ - ไนโตรเจน	สี สภาพกรด การกัดกร่อนโลหะ การกัดกร่อนโลหะ สภาพกรด กลิ่นไข่เน่า สภาพกรด การกัดกร่อนโลหะ

(ที่มา : กองประปาภูมิภาค กรมโยธาธิการ)

ตัวอย่างน้ำตามธรรมชาติ เช่น น้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน โดยคุณภาพน้ำเหล่านี้จะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- การประมง
- การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

3. แหล่งน้ำประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การเกษตร

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 อาจมีเหล็กในรูปของอินทรีย์สารหรือใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวดินอาจมีแร่ธาตุละลายอยู่ตามลักษณะของพื้นที่นั้นด้วย เช่น อาจมีเหล็กในรูปของอินทรีย์สารหรือในรูปคอลลอยด์ อย่างไรก็ตามเมื่อน้ำไหลนองไปบนพื้นดิน จะเกิดการตกตะกอนของเหล็กและแมงกานีส ทำให้เหล็กและแมงกานีสที่พบในน้ำผิวดินมีปริมาณน้อย ปริมาณสารแขวนลอยและสารละลายในน้ำผิวดินอาจมีมาก ในพื้นที่ที่น้ำไหลช้าหรือเป็นน้ำนิ่งจะทำให้พืชน้ำและสาหร่ายเจริญเติบโตดี ทำให้สุนทรียภาพของแหล่งน้ำเสียไป และน้ำมีลักษณะเปลี่ยนไปอย่างมากในทางที่ไม่น่าดู เช่น อาจทำให้เกิดปัญหาเรื่อง กลิ่น รส และสีของน้ำได้ เมื่อพิจารณาคุณภาพทางสุขาภิบาลแล้วโดยทั่วไปน้ำผิวดินจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำน้ำประปาโดยปราศจากการทำให้สะอาดก่อน ตัวอย่างลักษณะของน้ำผิวดินแสดงไว้ในตารางที่ 2.7

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	ม.ก./ล.	130	82	93
แคลเซียม	ม.ก./ล. $CaCO_3$	88	48	58
แมกนีเซียม	ม.ก./ล. $CaCO_3$	42	25	29
สภาพด่าง	ม.ก./ล. $CaCO_3$	133	76	74
คลอไรด์	ม.ก./ล. $CaCO_3$	1.4	7	16
เหล็ก	ม.ก./ล. Cl	0.21	1.06	0.92
แมงกานีส	ม.ก./ล. Fe	nil	0.01	0.02
สี	ม.ก./ล. Mn	-	30	8
ซัลเฟต	หน่วยของสี	-		33
	ม.ก./ล.			

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

(ที่มา : มั่นสิน 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำผิวดินมักถูกนำมาใช้ในการชะล้างและพาของเสียที่เป็นของเหลวของเสียเหล่านี้จะมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพน้ำและทำให้น้ำมีสิ่งเจือปนการระเหยทำให้สารเหล่านี้เข้มข้นขึ้นและส่วนที่เหลือจะไปจมอยู่ที่ก้นแหล่งน้ำนั้น แหล่งน้ำใหญ่ที่รองรับของเสีย คือมหาสมุทร

น้ำผิวดินที่ถูกขังอยู่นิ่ง ๆ เป็นเวลานาน ๆ เช่น ตามอ่างเก็บน้ำและทะเลสาบจะเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ทางกายภาพ เคมี และชีวเคมีในชั้นนำ เกิดการตกตะกอนของสารแขวนลอยลงสู่ก้นอ่างเก็บน้ำ อาหารที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในแหล่งน้ำจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียวและจุลินทรีย์ กาหมักแบบไร้ออกวิเจนที่ก้นอ่างอาจทำให้เกิดการละลายของเหล็กและแมงกานีสกลับคืนมาสู่น้ำ อีกทั้งการพลิกตัวของน้ำ (Turnover) อันเนื่องมาจากการแบ่งตัวของชั้นนำ (stratification) ตามความแตกตางของอุณหภูมิ ทำให้เกิดการหมุนเวียนจากน้ำชั้นล่างขึ้นมาข้างบนและน้ำชั้นบนจมตัวลงข้างล่าง จึงส่งผลให้เหล็กและแมงกานีสที่สะสมอยู่มากบริเวณก้นอ่างขึ้นมาข้างบนได้ ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อสมบัติของน้ำผิวดินมากกว่าน้ำใต้ดิน โดยตามปกติแล้วในฤดูร้อนและฤดูฝนน้ำผิวดินมักมีคุณภาพต่ำ (มั่นสิน 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1. แผนงานการดำเนินการ

ในการทำการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ดินเค็มลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร-นครพนม จะดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ใช้เวลาทั้งหมด 32 สัปดาห์ โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

3.1.1. การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ

ในการหาข้อมูลของการศึกษาในโครงการอื่นๆ ศึกษาวิธีการเก็บ และวิธีการทดสอบที่ได้มาตรฐาน ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.2. การติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

เช่น

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

ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.3. วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจุดวัดความเร็วน้ำ (หน้างาน)

กำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่าง โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้มาใช้เวลา 2สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4. การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติมทางด้านกายภาพ (หน้างาน)

การสำรวจพื้นที่วางแผนการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมทางด้านกายภาพ โดยวิเคราะห์จากแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.5. จัดทำแบบสอบถาม

สอบถามประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่ตั้งโดยรอบของโครงการ ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.6. การเก็บตัวอย่างน้ำ

มีจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 36 จุด จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำรอบละ 1 ครั้ง ครั้งแรก 20 จุด ครั้งที่สอง 16 จุด โดยในครั้งที่สองจะเก็บซ้ำจุดเก็บตัวอย่างน้ำในครั้งแรก เพื่อนำมาเปรียบเทียบผล ใช้เวลาครั้งละ 2 สัปดาห์และทำการเก็บ 3 รอบ ในเดือน สิงหาคม ตุลาคม มีนาคม

3.1.7. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วก็จะนำมาเก็บบันทึกผลการทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ ใช้เวลา 4 สัปดาห์

3.1.8. การแสดงผลในรูป GIS

ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยรวบรวมจากข้อมูลที่ได้มา และจากข้อมูลที่ได้บันทึกไว้หน้างาน

3.1.9 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)																																				
การสำรวจพื้นที่วางแผนภารเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมทางด้านกายภาพและเคมี (หน้างาน)																																				
สอบถามข้อมูลจากประชากรที่อาศัยโดยรอบบริเวณโครงการชลประทาน																																				
การแสดงผลในรูป GIS																																				
เก็บตัวอย่างน้ำ																																				
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	0470279	1872455
	A2	สะพานคอนกรีต ห้วยแคน บ้านดอนกลาง	0470225	1873103
	A3	สะพานคอนกรีต ห้วยแคน	0469454	1874338
	A4	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ	0471242	1870449
	A5	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน	0468552	1871421
	A6	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านดงขุนคราม	0466860	1871720
นาแก	B1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ใกล้บ้านนางเลิศ	0460002	1873566
	B2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ	0460183	1874629
เรณูนคร	C1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านสร้างเม็ก	0454501	1880708
	C2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านแขนนาง	0454872	1877358
นาแก	D1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า	0452872	1874433
	D2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านนาแก	0447659	1874608
กิ่ง อ.วังยาง	E1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง	0443285	1874980
	E2	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย	0440831	1878899
	E3	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร	0438143	1882723
	E4	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน	0432700	1885655
อ.โพนนาแก้ว จ.สกลนคร	F	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านค่านม่วงคำ	0431697	1890783
อ.เมือง จ.สกลนคร	G1	สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง	0424911	1895646

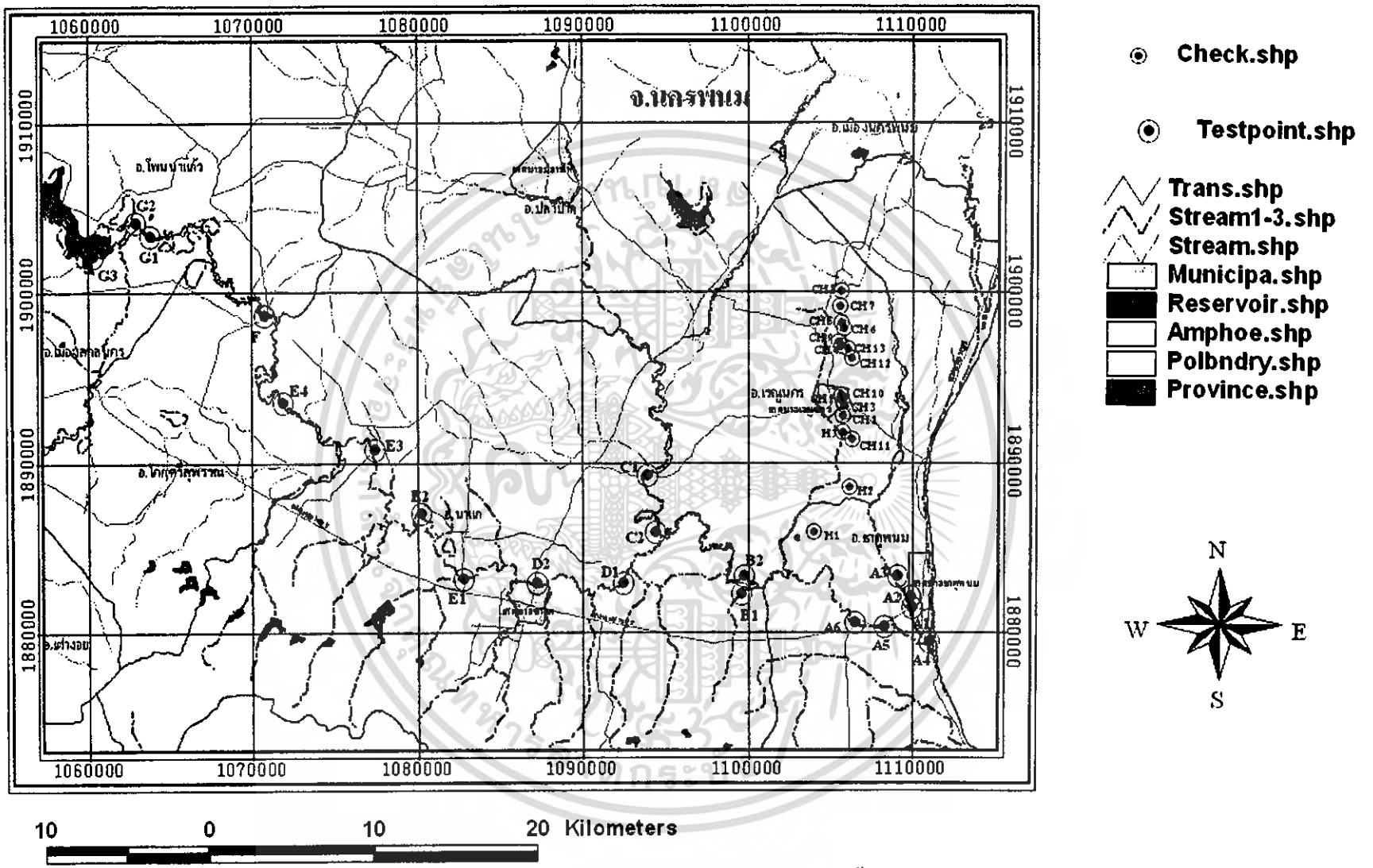
ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ต่อ)

อำเภอ	สัญลักษณ์	จุดเก็บน้ำ/วัดน้ำ	พิกัด	
			x (48 Q)	y (utm)
	G2	บึงสูตร (จุดเก็บที่ 1 บริเวณสันฝาย)	0424071	1896476
	G2.1	บึงสูตร (จุดเก็บที่ 2 บริเวณปากฝาย)	0424073	1896477
	G2.2	บึงสูตร (จุดเก็บที่ 3 บริเวณประตูระบายน้ำเก่า)	0423132	1895824
	G2.3	บึงสูตร (จุดเก็บที่ 4 บริเวณเก็บเรือ)	0425138	1895938
	G3	หนองหาน (จุดเก็บครั้งที่1)	0421423	1894542
	G3.1	หนองหาน (จุดเก็บครั้งที่2)	0421630	1894600
	G3.2	หนองหาน(จุดเก็บครั้งที่3)	0420500	1894851
เรณูนคร	H1	หนองดุ บ้านเหล่ากกตาล	0464488	1877136
	H2	สะพานคอนกรีต.วัดประชาสามัคคี	0466748	1879669
	H3	บ้านบ่อสะอาด	0466483	1882945
	CH 1	สะพานคอนกรีต โรงเรียนบ้านบ่อสะอาด	0464500	1883900
	CH 2	สะพานคอนกรีต หน้าศาลปู่ถลา	0464900	1884700
	CH 3	บ้านดงมะเอก	0465800	1884500
	CH 4	บ้านโพนสาวเอ้	0465500	1888000
	CH 5	สำนักสงฆ์บ้านโพนคำ	0465700	1889300
	CH 6	บ้านสร้างแป้น	0467200	1889000
	CH 7	บ้านหนองสระพัง	0465300	1890300
	CH 8	วัดสวรรค์ทอง	0465900	1891200

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ต่อ)

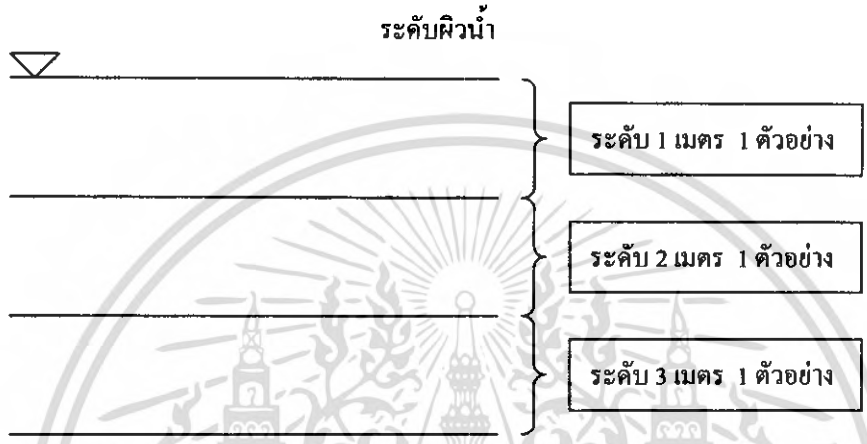
อำเภอ	สัญลักษณ์	จุดเก็บน้ำ/วัดน้ำ	พิกัด	
			x (48 Q)	y (utm)
	CH 9	บ้านโนนคำ	0464100	1888200
	CH 10	บ้านโนนสวรรค์	0464600	1885100
	CH 11	บ้านธาตุศรีบุญเรือง	0469700	1882500
	CH 12	สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมใหม่	0471200	1887200
	CH13	สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมพัฒนา	0469500	1887800

รูปที่ 3.1 เครื่องมือจับพิกัด GIS ยี่ห้อGARMIN รุ่น etrex



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

โดยในแต่ละจุดเก็บน้ำนั้นเป็นจุดที่เป็นสะพานข้ามลำน้ำ ซึ่งมีถนนตัดผ่านลำน้ำ เพื่อง่ายต่อการเก็บน้ำของผู้ทำโครงการ แต่บึงขนาดใหญ่ที่เป็นต้นน้ำทางผู้ทำโครงการเลือกที่จะเก็บน้ำแบบ Profile โดยเก็บน้ำที่ระดับความลึก ทุกๆความลึก 1 เมตร จำนวน 3 ตัวอย่าง และนำค่าการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบและหาค่าเฉลี่ยในการทดสอบ ดังรูป 3.2



รูปที่ 3.3 แสดงการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Profile

รูปแสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดต่างๆที่ได้ทำการสำรวจและวัดค่าการทดสอบ

3.2.2.1. ตำแหน่ง A1

รูปที่ 3.4 ตำแหน่ง A1

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช อยู่ในเขตอำเภอธาตุพนม จุดนี้เป็นจุดที่เป็นสะพานข้ามห้วยแคน ซึ่งจากจุดนี้ไปลำน้ำห้วยแคนก็จะไหลไปรวมกับลำน้ำก่ำ ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสะพานมี 4 ช่องจราจร ลักษณะของห้วยแคนจะเป็นลำน้ำสายเล็กๆ มีวัชพืชปกคลุมบริเวณสองข้างทาง หน้าตัดลำน้ำตรงจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างและทดสอบคุณภาพน้ำจะมีลักษณะที่ตื้นเขิน ชาวบ้านจะกั้นแนวลำน้ำให้น้ำไหลผ่านได้ทางเดียว สาเหตุที่เลือกจุดนี้เป็นจุดทดสอบ เพื่อต้องการทดสอบว่าห้วยแคนมีความเด็มบ้างหรือไม่ ซึ่งลำห้วยแคนเราจะทำการทดสอบทั้งหมด 3จุด

3.2.2.2. ตำแหน่ง A2

รูปที่ 3.5 ตำแหน่ง A2

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน บ้านดอนกลาง อำเภอธาตุพนม จุดนี้เป็นจุดที่ 2 ของห้วยแคนที่จะทำการทดสอบ ลักษณะของสะพาน จะเป็นสะพานคอนกรีตเล็กๆ มี 1 ช่องจราจร มีวัชพืชปกคลุมอยู่สองข้างทาง และลอยตัวอยู่โดยทั่วไป ช่วงนี้จะมีแนวลำน้ำที่กว้างและลึกพอสมควร ตอนบนของลำน้ำจะมีการกั้นเขื่อนไม้กั้นแนวลำน้ำอยู่ซึ่งอาจส่งผลความเร็วและอัตราการไหลของน้ำอยู่พอสมควร ลักษณะของน้ำสีจะมีความขุ่น อาจจะเนื่องมาจากช่วงนั้นเป็นช่วงฤดูฝน

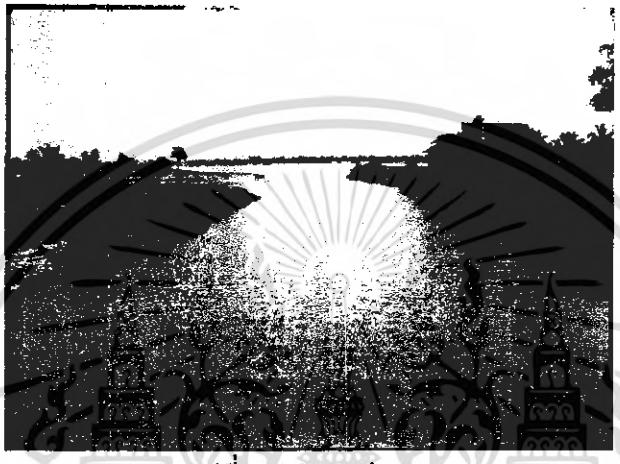
3.2.2.3. ตำแหน่ง A3

รูปที่ 3.6 ตำแหน่ง A3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยแคน บ้านโคกสว่าง อำเภอธาตุพนม สะพานคอนกรีต 2 ช่องจราจร จุดนี้เป็นจุดสุดท้ายของห้วยแคนเป็นจุดที่อยู่ไกลที่สุดจาก 2 จุดแรก ที่จะทำการทดสอบ ลักษณะของลำน้ำจะมีลักษณะที่คดเคี้ยว มีวัชพืชปกคลุมทั้งสองข้าง

3.2.2.4. ตำแหน่ง A4



รูปที่ 3.7 ตำแหน่ง A4

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 2 ช่องจราจร ช่วงของสะพานจะยาวมาก ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้างและลึกมาก ความเร็วและอัตราการไหลมาก จุดนี้เป็นจุดที่ลำน้ำก่ำไหลออกแม่น้ำโขงซึ่งจะรวบรวมน้ำท่าทั้งหมดของลำน้ำก่ำ บริเวณสองข้างแม่น้ำจะมีการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

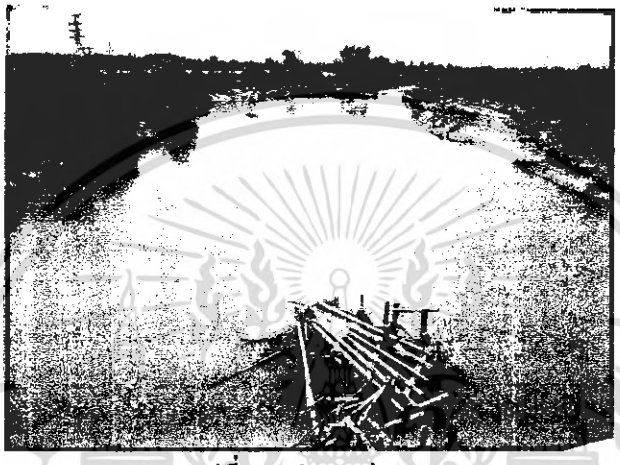
3.2.2.5. ตำแหน่ง A5

รูปที่ 3.8 ตำแหน่ง A5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำกั่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาด 2 ช่องจราจร มีความสูงจากผิวน้ำมาก ลักษณะของลำน้ำกว้างและลึก มีชาวบ้านอยู่ทั้งสองฝั่ง ไม่มีวัชพืชปกคลุม

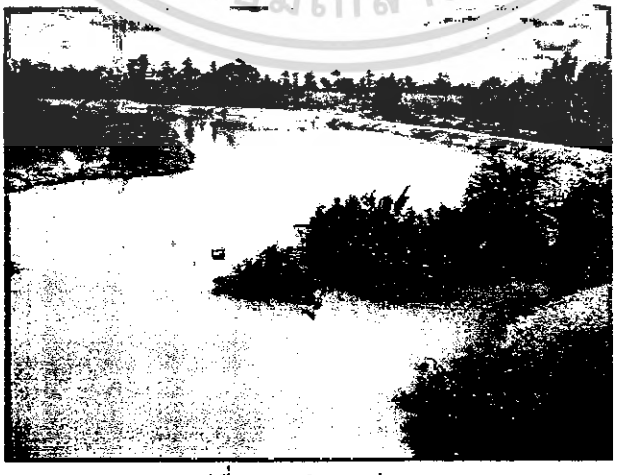
3.2.2.6. ตำแหน่ง A6



รูปที่ 3.9 ตำแหน่ง A6

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

3.2.2.7. ตำแหน่ง B1

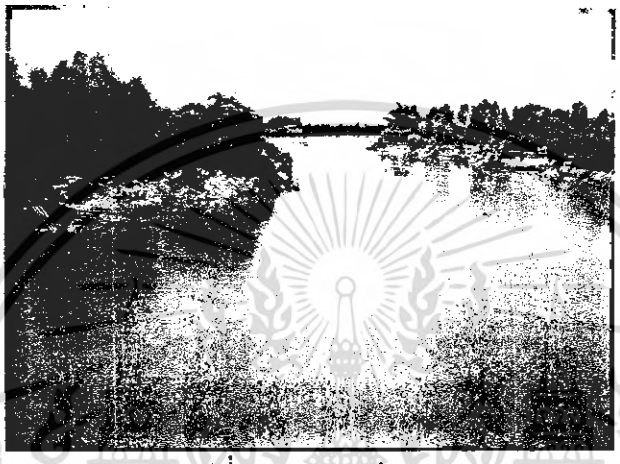


รูปที่ 3.10 ตำแหน่ง B1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตข้ามห้วยใหญ่ บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาด 1ช่องจราจรเป็นสะพานขนาดเล็ก ลักษณะลำห้วยคดเคี้ยว มีปริมาณน้ำน้อยไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ สองฝั่งมีวัชพืชปกคลุม

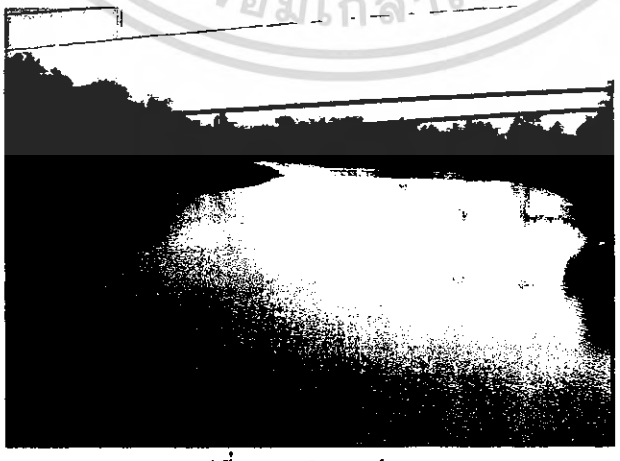
3.2.2.8. ตำแหน่ง B2



รูปที่ 3.11 ตำแหน่ง B2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ อำเภอนาแก บริเวณนี้จะไม่ค่อยมีผู้คนอยู่อาศัยเท่าที่ควร ส่วนมากจะเป็นบริเวณเกษตรกรรม ลักษณะสะพาน 2 ช่องจราจร สะพานอยู่สูงกว่าระดับน้ำมาก ลักษณะลำน้ำกว้างและคดเคี้ยวมาก จะเห็นว่าตลิ่งจะถูกน้ำกัดเซาะทำให้ตลิ่งพังเสียหาย

3.2.2.9. ตำแหน่ง C1



รูปที่ 3.12 ตำแหน่ง C1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำบัง บ้านสร้างเม็ก อำเภอเรณูนคร ส่วนของลำน้ำบังจะทำการทดสอบ 2 จุด ลักษณะบริเวณนี้จะเป็นเขตชุมชนมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ลักษณะเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะสีของลำน้ำจะใสไม่ค่อยขุ่นเหมือนกับลำน้ำก่ำ เป็นลำน้ำกว้างและลึกพอสมควร

3.2.2.10. ตำแหน่ง C2

รูปที่ 3.13 ตำแหน่ง C2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำบัง บ้านแขนนาง อำเภอเรณูนคร ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร เป็นสะพานภายในหมู่บ้าน ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำกว้าง มีชาวบ้านหาปลาโดยการใช้อวน มีอาคารวัดระดับน้ำแต่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ไม่มีวัชพืชปกคลุม สีของน้ำจะไม่ค่อยขุ่น

3.2.2.11. ตำแหน่ง D1

รูปที่ 3.14 ตำแหน่ง D1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

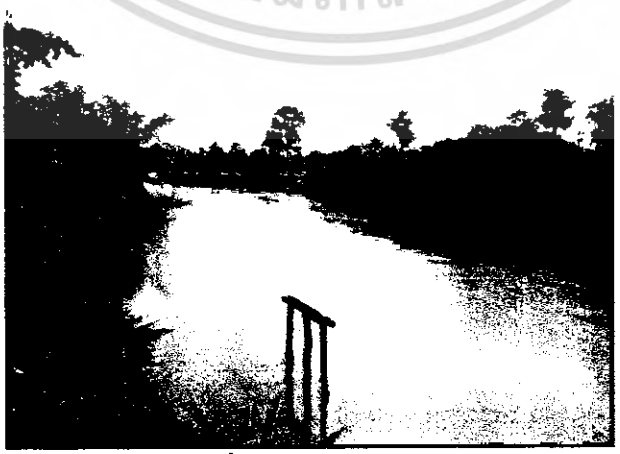
สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า อำเภอนาแก ลักษณะเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะแนวลำน้ำจะมีลักษณะโค้ง น้ำไม่ค่อยขุ่น ไม่มีวัชพืชปกคลุม สองฝั่งไม่มีชาวบ้านอยู่อาศัย

3.2.2.12. ตำแหน่ง D2

รูปที่ 3.15 ตำแหน่ง D2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านนาแก อำเภอนาแก อยู่ภายในเขตเทศบาลตำบลนาแกอยู่ภายในเขตชุมชน ลักษณะของสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 6 ช่องจราจรขยายไว้เพื่อรองรับในอนาคต ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้าง มีแผ่นวัดระดับน้ำ สองข้างตลิ่งมีวัชพืชปกคลุม

3.2.2.13. ตำแหน่ง E1



รูปที่ 3.16 ตำแหน่ง E1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

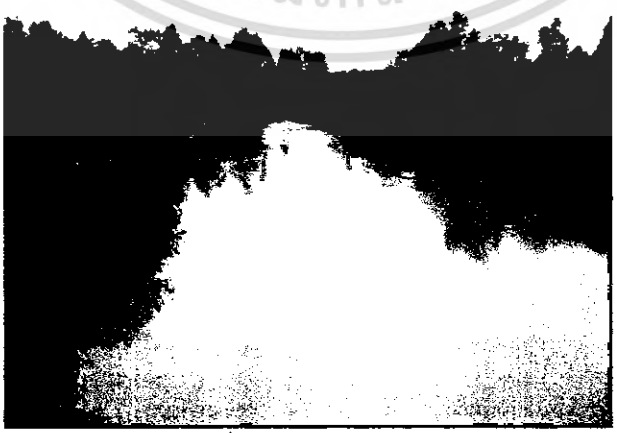
สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร เป็นสะพานภายในหมู่บ้าน ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำกว้าง มีวัชพืชปกคลุมทั้งสองข้าง สีของน้ำจะไม่ค่อยขุ่นลักษณะของตลิ่งถูกกัดเซาะ

3.2.2.14. ตำแหน่ง E2

รูปที่ 3.17 ตำแหน่ง E2

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพาน 2 ช่องจราจร ลักษณะลำน้ำเป็นลำน้ำไม่ค่อยกว้าง แต่มีความลึก มีวัชพืชปกคลุมทั้งสองข้าง สีของน้ำจะไม่ค่อยขุ่นลักษณะของตลิ่งถูกกัดเซาะ เนื่องจากความคดเคี้ยวของลำน้ำ

3.2.2.15. ตำแหน่ง E3



รูปที่ 3.18 ตำแหน่ง E3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

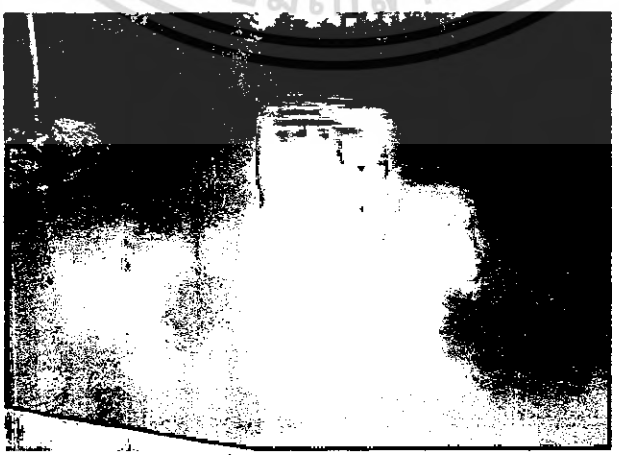
สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหัวภูธร กิ่งอำเภอวังยาง ลักษณะสะพานเป็นสะพานขนาดใหญ่ 2 ช่องจราจร สะพานมีความสูง ลักษณะของลำน้ำเป็นลำน้ำที่กว้างและลึก ความเร็วและอัตราการไหลมาก ตลิ่งถูกน้ำกัดเซาะมีวัชพืชปกคลุมทั้งสองฝั่ง

3.2.2.16. ตำแหน่ง E4

รูปที่ 3.19 ตำแหน่ง E4

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านหนองแคน กิ่งอำเภอวังยาง เป็นสะพานขนาด 4 ช่องจราจร ลักษณะตลิ่งถูกน้ำกัดเซาะ แนวลำน้ำก่ำมีลักษณะคดเคี้ยว จุดนี้เป็นจุดที่ไม่ค่อยมีชาวบ้านอยู่อาศัยและทำเกษตรกรรม

3.2.2.17. ตำแหน่ง F1

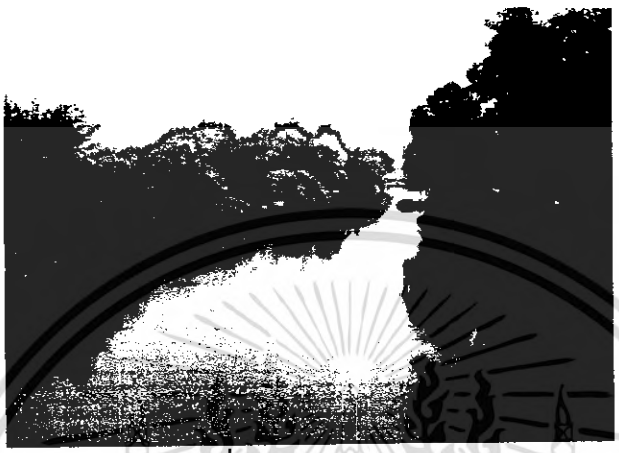


รูปที่ 3.20 ตำแหน่ง F1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ บ้านค่านม่วงคำ อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร จะมีลักษณะลำน้ำไม่ค่อยกว้างมากแต่มีความลึกและความเร็วของน้ำมาก มีแผ่นวัดระดับน้ำอยู่ใต้สะพาน เป็นสะพานขนาด 2 ช่องจราจรขนาดไม่ใหญ่

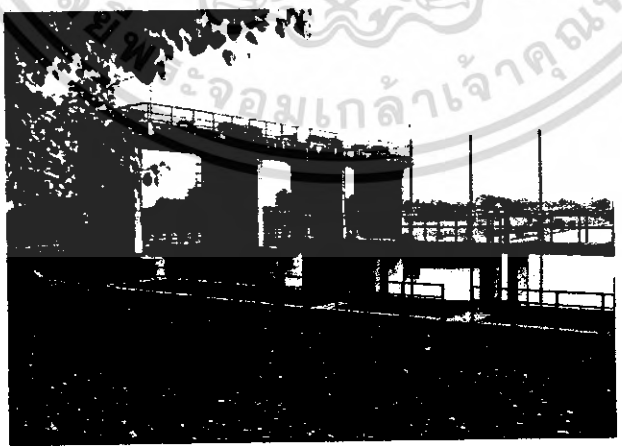
3.2.2.18. ตำแหน่ง G1



รูปที่ 3.21 ตำแหน่ง G1

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำก่ำ ระหว่างบึงไฮกับบึงแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สะพานขนาด 2 ช่องจราจร ลักษณะของลำน้ำมีความกว้างพอสมควร สีของน้ำเป็นสีเขียว น้ำนี้ถูกปล่อยมาจากประตูระบายน้ำที่บึงสูตร ความเร็วและระดับของน้ำจะขึ้นอยู่กับว่าประตูระบายน้ำจะปล่อยน้ำมามากน้อยเพียงไร

3.2.2.19. ตำแหน่ง G2



รูปที่ 3.22 ตำแหน่ง G2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บึงสูตร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จุดนี้จะเป็นพื้นที่ของบึงสูตร ซึ่งบึงสูตรรับน้ำมาจากหนองหาน ประตูระบายน้ำจากบึงสูตรจะปล่อยน้ำลงสู่ลำน้ำก่ำ ประตูระบายน้ำจะมีประตูระบายน้ำเก่าและประตูระบายน้ำใหม่ ประตูระบายน้ำเก่าเลิกใช้ไปแล้ว ประตูระบายน้ำในปัจจุบันมีชื่อเรียกว่าประตูระบายน้ำสุรัสวดี ซึ่งมีลักษณะของฝายน้ำล้นด้วยในกรณีที่ระบายน้ำไม่ทัน

3.2.2.20. ตำแหน่ง G3

รูปที่ 3.23 ตำแหน่ง G3

หนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร หนองหานเป็นอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญ มีพื้นที่ขนาดใหญ่มาก ลักษณะของหนองหานจะเป็นบึงที่ไม่ลึกมาก มีวัชพืชใต้น้ำอยู่เป็นจำนวนมาก เช่นสาหร่ายหางกระรอก ในฤดูแล้งน้ำจะน้อย ชาวบ้านในหมู่บ้านมีอาชีพหาปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติมนอกเหนือจากขอบเขตที่กำหนด ซึ่งพื้นที่เหล่านี้อยู่ภายในเขตอำเภอเรณูนครและอำเภอธาตุพนม

3.2.2.21. ตำแหน่ง H1

รูปที่ 3.24 ตำแหน่ง H1

หนองดุ บ้านเหล่ากกตาล อำเภอธาตุพนม ลักษณะพื้นที่จะเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีฝายน้ำล้นแบบปากจระเข้อยู่หลายจุด

3.2.2.22. ตำแหน่ง H2

รูปที่ 3.25 ตำแหน่ง H2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

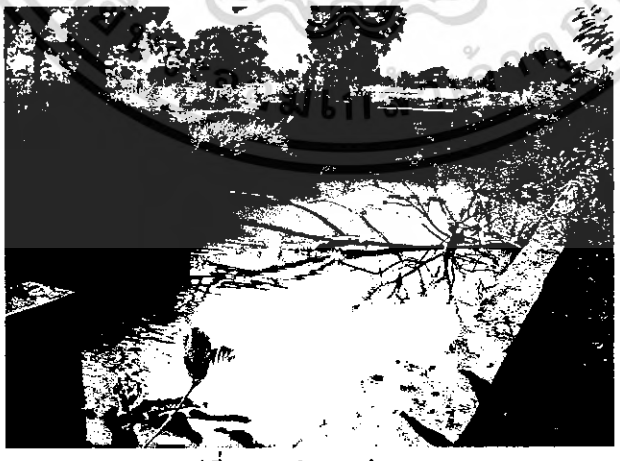
สะพานคอนกรีตข้ามลำห้วยขนาด 1 ช่องจราจร วัดประชาสามัคคี อำเภอเรณูนคร มีวัชพืชปกคลุมมากตลอดแนวลำน้ำ

3.2.2.23. ตำแหน่ง H3

รูปที่ 3.26 ตำแหน่ง H3

สะพานคอนกรีต ขนาด 2 ช่องจราจร บ้านดงมะเอก อำเภอเรณูนคร ลักษณะลำน้ำขนาดปานกลางมีน้ำอยู่พอสมควร

3.2.2.24. ตำแหน่ง CH1

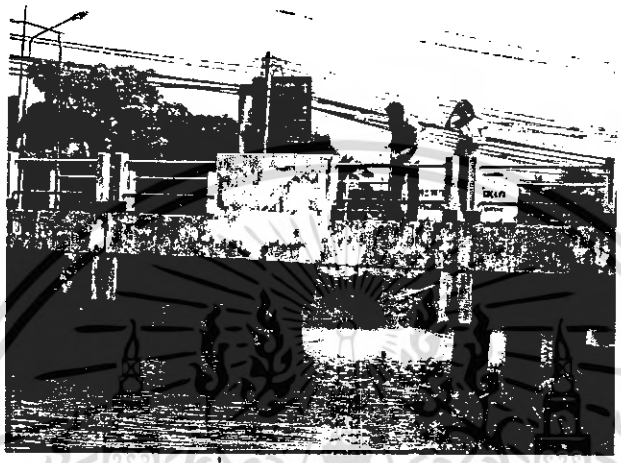


รูปที่ 3.27 ตำแหน่ง CH1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะพานคอนกรีตขนาด 1 ช่องจราจร บริเวณโรงเรียนบ้านบ่อสะอาด อำเภอเรณูนคร ลักษณะลำห้วยจะมีฝายน้ำล้นขนาดเล็ก

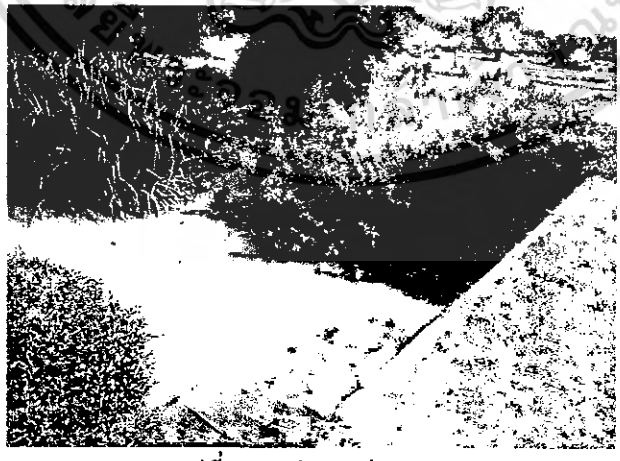
3.2.2.25. ตำแหน่ง CH2



รูปที่ 3.28 ตำแหน่ง CH2

สะพานคอนกรีตข้ามสวนสาธารณะ ขนาด 2 ช่องจราจร หน้าศาลปู่ถลา อำเภอเรณูนคร พื้นที่อยู่ในเขตชุมชน

3.2.2.26. ตำแหน่ง CH3



รูปที่ 3.29 ตำแหน่ง CH3

สะพานคอนกรีตขนาดเล็ก บ้านดงมะเอก อำเภอเรณูนคร

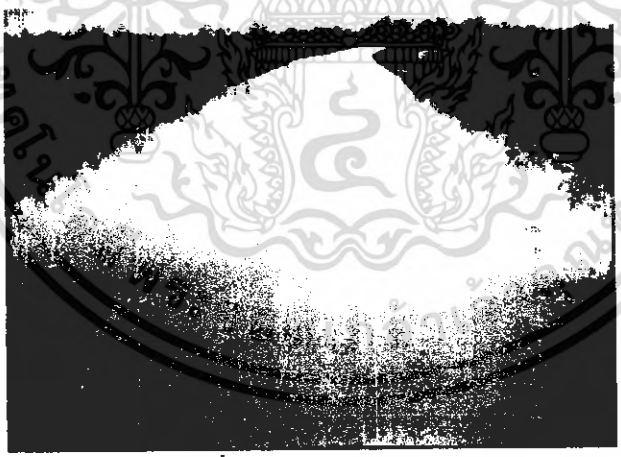
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.27. ตำแหน่ง CH4

รูปที่ 3.30 ตำแหน่ง CH4

สะพานท่อลอด บ้านโพนสาวเอ้ อำเภอเรณูนคร

3.2.2.28. ตำแหน่ง CH5

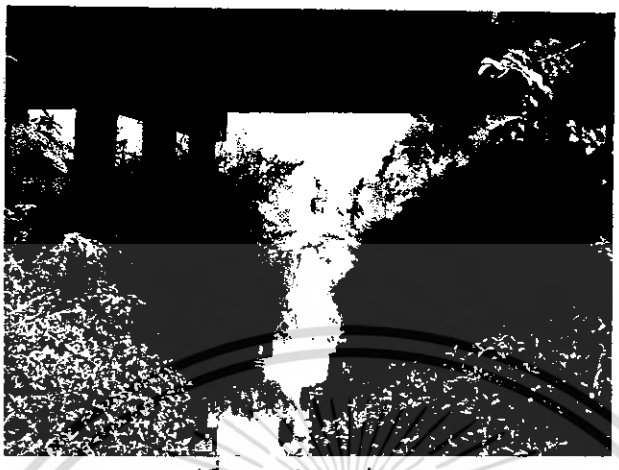


รูปที่ 3.31 ตำแหน่ง CH5

สะพานข้ามลำน้ำ ติดสำนักสงฆ์บ้านโพนคำ อำเภอเรณูนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.29. ตำแหน่ง CH6



รูปที่ 3.32 ตำแหน่ง CH6

สะพานคอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร บ้านสร้างแป้น อำเภอเรณูนคร ลักษณะแนวลำน้ำขนาดเล็กและตื้น

3.2.2.30. ตำแหน่ง CH7

รูปที่ 3.33 ตำแหน่ง CH7

สะพานท่อลอด บ้านหนองสระพัง อำเภอเรณูนคร จุดนี้ไม่ค่อยมีน้ำเท่าที่ควร อยู่ภายในเขตชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.31. ตำแหน่ง CH8

รูปที่ 3.34 ตำแหน่ง CH8

สะพานท่อลอด วัดสวรรค์ทอง อำเภอเรณูนคร พื้นที่บริเวณนี้จะค่อนข้างแห้งแล้ง ไม่ค่อยมีการเพาะปลูก

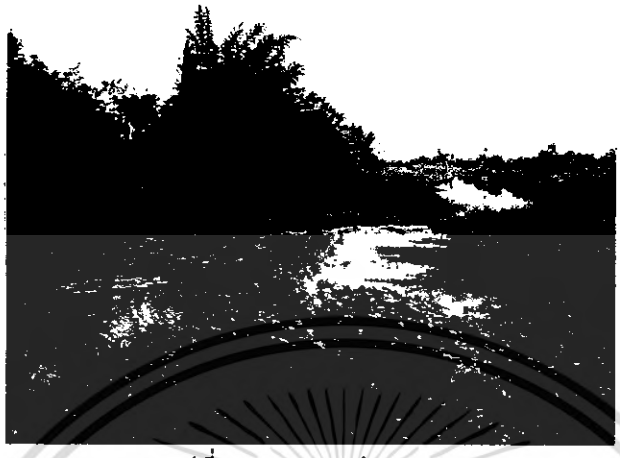
3.2.2.32. ตำแหน่ง CH9

รูปที่ 3.35 ตำแหน่ง CH9

สะพานคอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร บ้านโนนคำ อำเภอเรณูนคร บริเวณจุดนี้จะอยู่ติดกับถนนหลวง มีทำนาข้าวโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

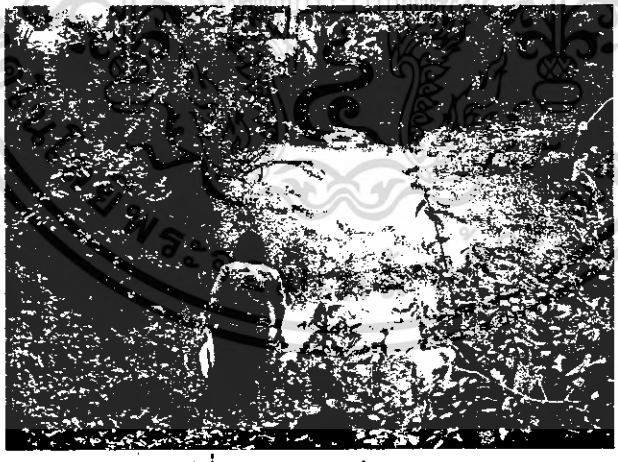
3.2.2.33. ตำแหน่ง CH10



รูปที่ 3.36 ตำแหน่ง CH10

สะพานคอนกรีตข้ามลำน้ำ บ้านโนนสวรรค์ อำเภอเรณูนคร มีวัชพืชปกคลุมมากทั้งสองฝากตลิ่ง

3.2.2.34. ตำแหน่ง CH11

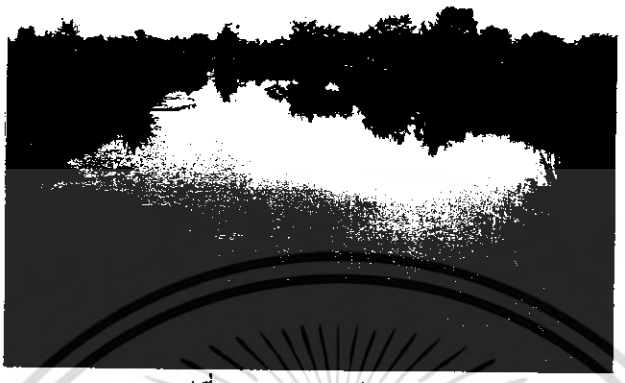


รูปที่ 3.37 ตำแหน่ง CH11

สะพานคอนกรีต บ้านธาตุศรีบุญเรือง อำเภอเรณูนคร ลักษณะของแนวลำน้ำค่อนข้างที่จะแห้งแล้งมีน้ำน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.35. ตำแหน่ง CH12



รูปที่ 3.38 ตำแหน่ง CH12

สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมใหม่ อำเภอเรณูนคร มีวัชพืชปกคลุมอยู่มาก จะมีการทำการเกษตรกรรมอยู่มาก

3.2.2.36. ตำแหน่ง CH13

รูปที่ 3.39 ตำแหน่ง CH13

สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมพัฒนา อำเภอเรณูนคร จะมีวัชพืชปกคลุมอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. การวัดความเร็วของน้ำ

การวัดความเร็วของน้ำในลำน้ำจะใช้หลักการของการใช้ทุ่นลอยแล้วจับเวลา แต่ในการทำงานจริง จะใช้ใบไม้แทน แล้วนำมาเทียบเคียงปรับแก้กับข้อมูลของการวัดความเร็วของน้ำ ที่ทำได้โดยการหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วน้ำแบบใบพัด ประกอบด้วยใบพัดหมุนรอยแกนในแนวราบ ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณกลางลำน้ำ จากนั้นทำการบันทึกค่าที่ได้

รูปที่ 3.40 การวัดความเร็ว ยี่ห้อ Mini Air Schiltknnecht

3.2.4. การวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การวัดระดับน้ำจะใช้อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง ที่ทำมาจากท่อพีวีซี ซึ่งมีน้ำหนักพอสมควร แล้วทำเครื่องหมายที่เส้นเชือกยาวทุกๆ 1 เมตร แล้วทำการหย่อนอุปกรณ์ลงไปในน้ำ แล้วทำการบันทึกค่า

ในการหาพื้นที่หน้าตัด จะอาศัยหลักการของวิชาสำรวจเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการนับก้าว (Passing) ในการวัดระยะความกว้างของลำน้ำ และตำแหน่งแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5. การหาอัตราการไหลของน้ำ

การหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำนั้น ได้จากการวัดระดับน้ำ และการหาพื้นที่หน้าตัด โดยจะแสดงข้อมูลในหัวข้อการวิเคราะห์ผล

3.2.6. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำในจังหวัดสกลนคร- นครพนม จะเก็บด้วยอุปกรณ์เก็บน้ำแนวดิ่ง โดยจะหย่อนอุปกรณ์เก็บน้ำไปที่ความลึกของกึ่งกลางลำน้ำ จากนั้นจะปล่อยตุ้มน้ำหนักกระแทกอุปกรณ์เก็บน้ำเพื่อปิดฝาใต้น้ำเพื่อป้องกันการสัมผัสอากาศ ตัวอย่างที่เก็บมาได้จะเทใส่ขวดแก้วจุดละ 3 ขวด สำหรับทดสอบเอง

รูปที่ 3.41 อุปกรณ์เก็บน้ำในแนวดิ่ง

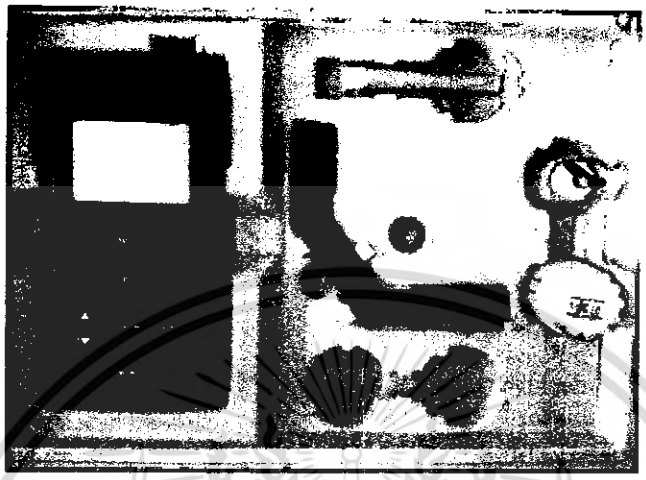
3.2.7. การดำเนินการทดสอบคุณภาพน้ำ

3.2.7.1. การทดสอบหาค่า Dissolved Oxygen (DO), pH\

ในการทดสอบค่าเหล่านี้จะใช้เครื่องวัด pH Meter ซึ่งสามารถเปลี่ยนหัวเพื่อทำการวัดค่า Dissolved Oxygen (DO) และค่าความต่างศักย์ไปได้ในตัว การทดสอบนี้จะทำการทดสอบทันทีที่จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

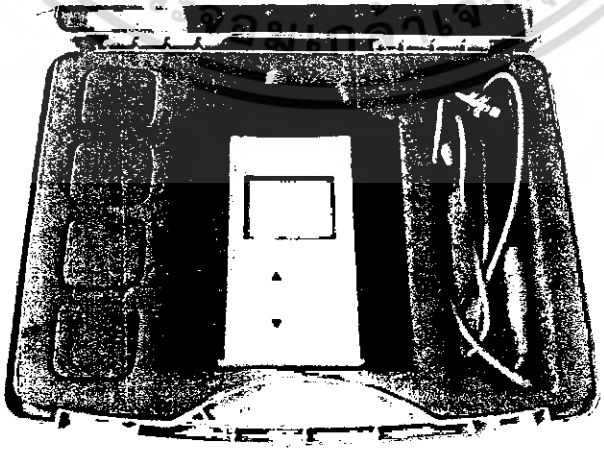
เก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อต้องการค่าที่ถูกต้องและคงความเป็นธรรมชาติเดิมของน้ำให้มากที่สุด โดยจะจุ่มหัวอ่านไปในน้ำตัวอย่างที่เก็บได้ จากนั้นบันทึกค่าที่อ่านได้



รูปที่ 3.42 การวัดค่า DO, pH, ค่าความต่างศักย์ ยี่ห้อ WTW รุ่น pH/Oxi340i/SET

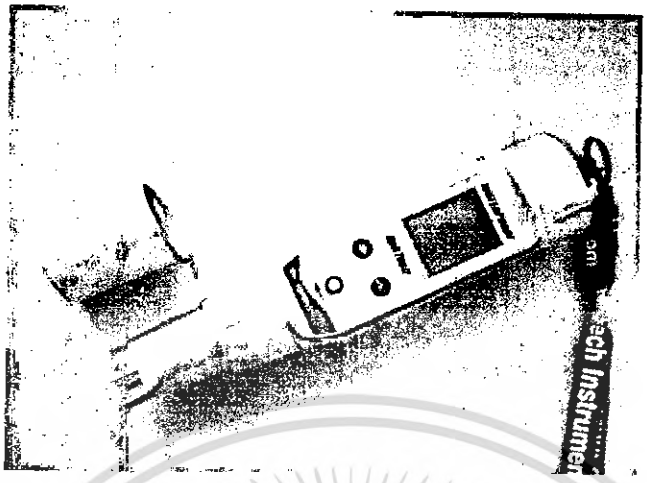
3.2.7.2. การทดสอบหาค่า TDS, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็ม

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



รูปที่ 3.43 การวัดค่า TDS, ค่าความนำไฟฟ้า, และค่าความเค็มด้วยเครื่องยี่ห้อ Senso Direct Con200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 การวัดค่าความเค็มด้วยเครื่อง ยี่ห้อ EUTECH SaltTestr

3.2.8. การเก็บบันทึกผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดสอบจากการทดสอบเองนั้น จะเก็บบันทึกผลไว้ในคอมพิวเตอร์ การประมวลผลการทดสอบจะแสดงอยู่ในรูปของ GIS เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการทดสอบ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์แต่ละตัวกับการเกิดผลกระทบต่อพื้นที่ดินเค็ม ว่าเป็นเช่นใด

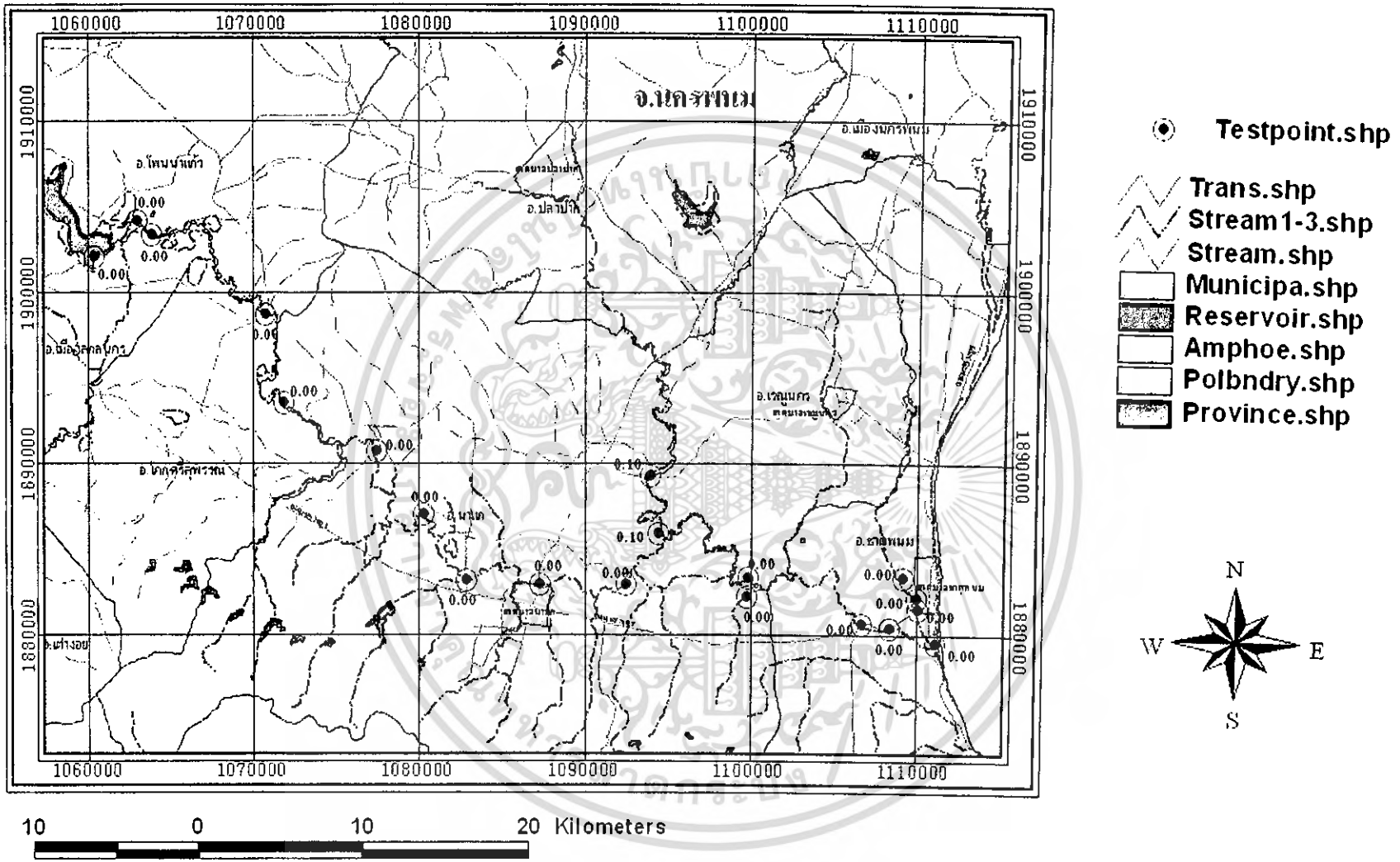
3.2.9. การแสดงผลในรูป GIS

การแสดงผลในรูป GIS นั้น จะเป็นการแสดงผลค่าความเค็ม ณ ตำแหน่งที่พบความเค็ม ดังรูปที่ 3.45

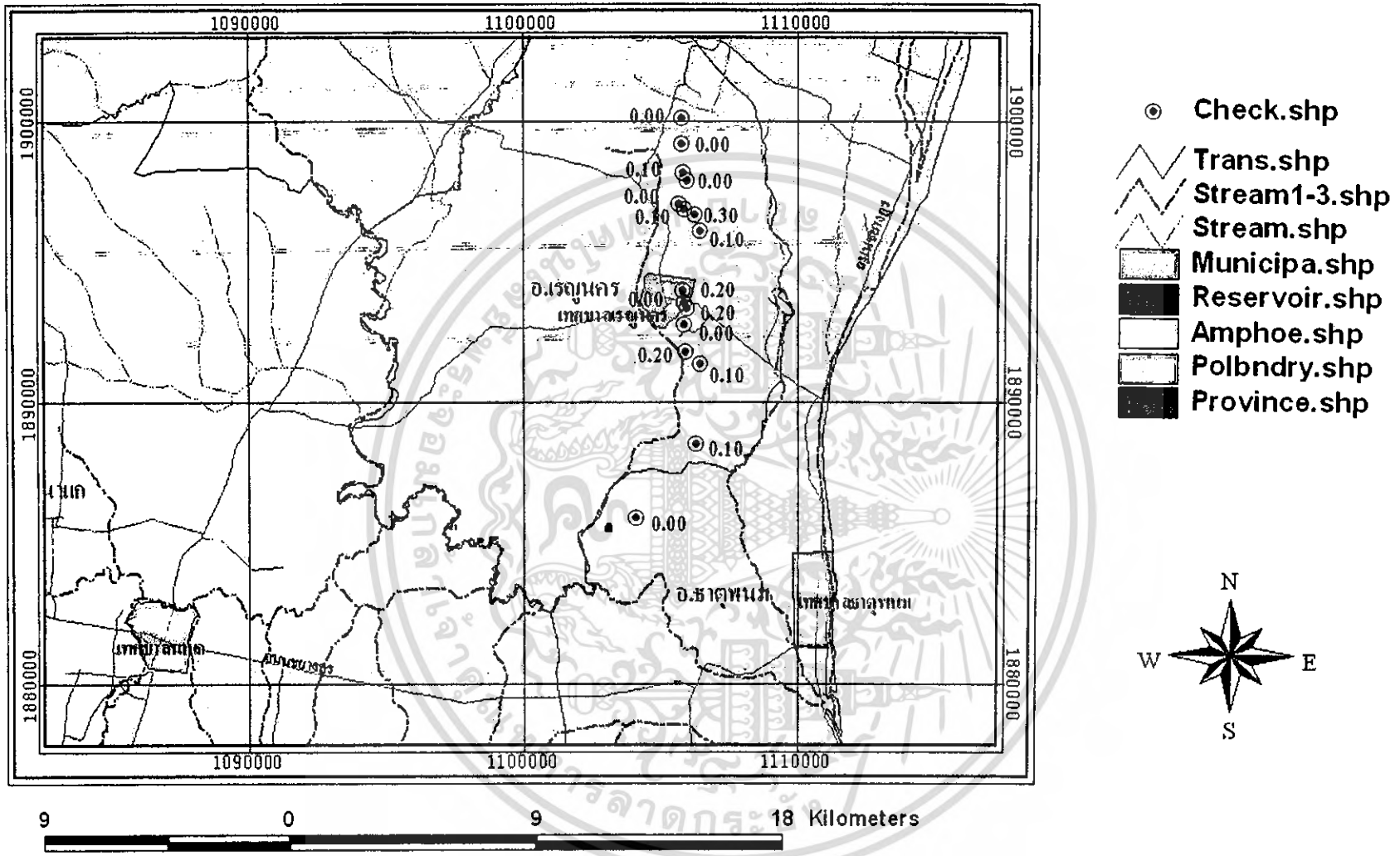
3.2.10. สอบถามข้อมูลจากประชากรที่อาศัยโดยรอบโครงการชลประทาน

โดยการจัดทำแบบฟอร์มข้อมูลแบบสอบถาม ให้ประชากรที่อาศัยโดยรอบโครงการชลประทานกรอกข้อมูลเอง และได้ทำการสอบถามเพิ่มเติมโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งผู้ทำโครงการได้จำกัดการสอบถามไปที่ องค์การบริหารส่วนตำบลของแต่อำเภอ ซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 การแสดงผลค่าความเค็มในรูป GIS



รูปที่ 3.45 การแสดงผลค่าความเค็มในรูป GIS (ต่อ)

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจากแบบสอบถาม

หัวข้อสอบถาม	ต.นาขาม	ต.ฝั่งแดง	ต.นาหนาด	ต.พุ่มแก	ต.สีชมพู	ต.ธาตุพนม	ต.นาคู่
1. อาชีพ	เกษตรกรรม,รับจ้าง,ข้าราชการ	เกษตรกรรม,รับจ้าง,ข้าราชการ	เกษตรกรรม,ข้าราชการ	เกษตรกรรม,ข้าราชการ	เกษตรกรรม,รับจ้าง,ข้าราชการ	เกษตรกรรม,รับจ้าง,ข้าราชการ,ค้าขาย	เกษตรกรรม,รับจ้าง,ข้าราชการ
2. แหล่งน้ำในหมู่บ้าน	หนองเห็น,ลำน้ำก่ำ	ลำน้ำก่ำ,หนองหวาย,หนองเป่ง,ห้วยกุดโดน,ประปา,บาดาล	ห้วยกุดโดน,หนองสระพัง,หนองขี้ทูต,บ่อพุ,น้ำบาดาล	ห้วยเกิ้ง,หนองจาก,ห้วยละเอ,ประปา,บาดาล	ห้วยวังม่วง,หนองบัว,ห้วยวังบาก,หนองปู่ตา,หนองหญ้าปล้อง,ห้วยวังสิม,หนองขาว,กุดไส้ไก่	ห้วยแคน,แม่น้ำโขง,ลำน้ำก่ำ,หนองคุ	ลำน้ำก่ำ,ห้วยน้ำเค็ม,หนองเบี็ญ,หนองสิม,หนองวังขาว
3. ปัจจุบันซื้อน้ำไว้ใช้หรือดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม	ส่วนมากไว้ใช้ดื่ม	ทั้งใช้และดื่ม
4. ปัจจุบันจ่ายค่าน้ำประปาเป็นจำนวนเงินเท่าไร/เดือน	ไม่เกิน 300บาท/ครัวเรือน	ไม่เกิน 300บาท/ครัวเรือน	ประมาณ 100-300 บาท/ครัวเรือน	ประมาณ 100-300 บาท/ครัวเรือน	ไม่เกิน 300บาท/ครัวเรือน	ประมาณ 300บาท/ครัวเรือน	ไม่เกิน 300บาท/ครัวเรือน
5. แหล่งน้ำส่วนใหญ่ที่ใช้ในครอบครัวมาจากไหน	ประปาหมู่บ้าน,บาดาล,บ่อน้ำตื้น	ประปาหมู่บ้าน,บาดาล,แม่น้ำลำคลอง	ประปาหมู่บ้าน,บาดาล,แม่น้ำลำคลอง,บ่อน้ำตื้น	ประปาหมู่บ้าน,บ่อน้ำตื้น	ประปาหมู่บ้าน,บ่อน้ำตื้น,บาดาล	ประปาหมู่บ้าน	ประปาหมู่บ้าน,บาดาล,บ่อน้ำตื้น
6. เมื่อเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำใช้มีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร	ซื้อน้ำใช้,ใช้บ่อบาดาล,ขอความช่วยเหลือจากราชการ	ซื้อน้ำใช้,ใช้น้ำบ่อ,ใช้น้ำที่กักตุนไว้	ซื้อน้ำใช้,ขอความช่วยเหลือจากราชการ	ซื้อน้ำใช้,ใช้น้ำบ่อ	ซื้อน้ำใช้,ใช้น้ำบ่อบาดาล,ใช้น้ำที่กักตุนไว้	จัดหาภาชนะกักเก็บน้ำไว้ใช้	ขอความช่วยเหลือจากราชการ
7. แหล่งน้ำดื่มที่ใช้ในครอบครัวมาจากไหน	น้ำดื่มบรรจุขวด,ประปา,บ่อน้ำ,น้ำฝน	น้ำดื่มบรรจุขวด,ประปา,บ่อน้ำ	ประปา,บ่อน้ำ,น้ำฝน	ประปา,น้ำฝน	น้ำดื่มบรรจุขวด,ประปา,บ่อน้ำ,น้ำฝน	น้ำดื่มบรรจุขวด,ประปา	น้ำดื่มบรรจุขวด,ประปา,บ่อน้ำ,น้ำฝน

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจากแบบสอบถาม (ต่อ)

หัวข้อสอบถาม	ต.นาขาม	ต.ฝั่งแดง	ต.นาหนาด	ต.พุ่มแก	ต.สีชมพู	ต.ธาตุพนม	ต.นาอู่
8. มีวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปดื่ม-ใช้อย่างไร	ต้มน้ำ,กรองน้ำ,พักไว้ในภาชนะกักเก็บ	ต้มน้ำ,กรองโดยใช้สารส้มหินทราย	กรองน้ำ,ปล่อยให้ตกตะกอน	กรองน้ำ	ต้มน้ำ,กรองน้ำ	ต้มน้ำ,ใช้เครื่องกรองน้ำ	ต้มน้ำ,กรองน้ำ,พักไว้ในภาชนะกักเก็บ
9. เมื่อเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำดื่มมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร	ซื้อน้ำดื่ม,ขอความช่วยเหลือจากราชการ	ซื้อน้ำดื่ม,เก็บน้ำฝนไว้ดื่ม,ขุดบ่อ	ซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด,เก็บกักน้ำฝน,ขุดบ่อ	ซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด,ขอความช่วยเหลือจากราชการ	ซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด,เก็บกักน้ำฝน,ขุดบ่อน้ำตื้นบ่อบาดาล	ซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด,เก็บกักน้ำฝน,ขุดบ่อบาดาล	ซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด,เก็บกักน้ำฝน,ขุดบ่อน้ำตื้น
10. ได้ใช้น้ำเพื่อการเกษตรหรือไม่	ใช้เพื่อการเกษตร	ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร	ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร	ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร	ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร	ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเกษตร	ใช้เพื่อการเกษตร
11. น้ำที่ใช้เพื่อการเกษตรส่วนใหญ่มาจากไหน	บ่อบาดาล,น้ำฝน,แหล่งน้ำธรรมชาติ	ลำน้ำก่ำ,น้ำฝน,ประปาหมู่บ้าน	น้ำฝน,แหล่งน้ำธรรมชาติ	น้ำฝน,แหล่งน้ำธรรมชาติ,บ่อน้ำ	น้ำฝน,แหล่งน้ำธรรมชาติ,บ่อน้ำบาดาล,ลำห้วย	แหล่งน้ำธรรมชาติ,แม่น้ำโขง,ห้วยแคน	ลำห้วย,น้ำฝน,แหล่งน้ำธรรมชาติ,บ่อน้ำบาดาล
12. แหล่งน้ำในหมู่บ้านประสบปัญหาน้ำเค็มหรือไม่	ไม่	ไม่	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ไม่	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา
13. มีปัญหาดินเค็ม-น้ำเค็มในพื้นที่หรือไม่	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา	ไม่	ส่วนใหญ่ไม่ประสบปัญหา
14. อ่างเก็บน้ำที่ใกล้หมู่บ้านที่สุด	หนองหอ	หนองหวาย,ลำน้ำก่ำ		ห้วยนางยอด,ห้วยลาดเม็ก	ห้วยวังม่วง,ห้วยนางยอด,กุดไส้ไก่,อ่างเก็บน้ำบ้านสีชมพูบ้านดอนพัฒนา	ห้วยแคน	เขื่อนลำน้ำก่ำบ้านนาอู่,ห้วยศรีคุณ

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจากแบบสอบถาม (ต่อ)

หัวข้อสอบถาม	ต.นาขาม	ต.ฝั่งแดง	ต.นาหนาด	ต.พุ่มแก	ต.สีชมพู	ต.ธาตุพนม	ต.นาตู่
15. อื่นๆ	-จะพบดินเค็มในบางพื้นที่บริเวณ วัดบ้านเหีบ ลักษณะเป็นแห่งเกลือ,บ้านน้ำบ่อ,บ้านบ่อดอกซ้อน	-ส่วนใหญ่น้ำไม่สะอาด น้ำเป็นตะกอนขุ่น -ทิศใต้ของบ้านหัวดอนพบน้ำเค็มใต้บ่อบาดาลลึก 40 เมตร -น้ำลดจะพบคราบเกลือในบริเวณลำน้ำก่ำ -น้ำใช้จะขาดแคลนในหน้าแล้ง	-บ้านขอนกว้างใหญ่ ม.4 บ้านขอนกว้างน้อย ม.5 บ้านใหม่โพธิ์ศรีขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง -บ้านศาลาบ่อบาดาลเก่าลึก 60 เมตรพบน้ำเค็มคราบเกลือ บ่อบาดาลใหม่ลึก 52 เมตร ไม่พบน้ำเค็มเจาะห่างจากบ่อเก่า 60 เมตร	-ก่อนสร้างอ่างเก็บน้ำดินมีสภาพแห้งไม่มีน้ำหลังสร้างมีน้ำใช้ตลอดปี -พบดินในนาข้าวมีความเค็มทำให้ข้าวตายวิธีแก้คือ รอให้น้ำท่วม ดินเค็มจึงจะหาย	-หลังสร้างอ่างเก็บน้ำพบว่าสภาพดินดีสภาพน้ำดี	-หลังสร้างอ่างเก็บน้ำพบว่าสภาพดินดีสภาพน้ำดี	-หลังสร้างอ่างเก็บน้ำพบว่าสภาพดินดี สภาพน้ำดี ไม่เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำ

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 จังหวัดสกลนคร
CH	หมายถึง	จุดตรวจสอบเพื่อยืนยันว่าลำน้ำสายหลักมีความเค็มจากจุดตรวจสอบนี้หรือไม่

การตีความหมายของสัญลักษณ์ เช่น AI 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	ความลึก (m.)	อุณหภูมิ (°C)	ความเร็ว (m/s)	pH	TDS (mg/l)	DO (mg/l)	ค่าความนำไฟฟ้า (μs)	ค่าความเค็ม (g/kg)
10 ส.ค. 49	09:30	A1	0.40	29.57	0.31	6.61	45.67	0.083	65.47	0.10
	10:15	A2	1.50	30.63	0.09	6.13	160.00	0.090	196.00	0.10
	10:55	A3	1.40	30.45	0.10	6.37	166.00	0.160	350.00	0.20
	13:30	A4	8.50	32.83	0.39	6.2	150.00	0.230	215.00	0.10
	14:00	A5	7.00	36.80	-	6.78	180.00	0.300	281.00	0.10
	14:30	A6	6.90	31.93	-	6.61	48.33	0.440	69.13	0.10
	15:00	B1	2.00	33.17	0.07	6.46	22.00	0.403	30.73	0.00
	15:30	B2	3.00	32.83	-	7.08	195.00	0.370	297.00	0.10
	16:00	C1	3.80	31.63	-	6.87	30.67	0.327	43.90	0.00
	16:55	C2	4.00	30.33	-	7.14	115.00	0.300	164.20	0.10
12 ส.ค. 49	10:00	D1	2.00	29.03	-	6.66	57.33	0.196	81.70	0.10
	10:40	D2	4.00	30.56	0.41	6.88	55.67	0.270	79.36	0.10
	11:15	E1	2.00	29.80	-	6.99	59.33	0.210	84.33	0.10
	11:45	E2	2.00	29.80	-	7.01	57.00	0.260	81.75	0.10
	12:50	E3	3.00	29.83	-	6.91	130.00	0.170	193.00	0.10
	13:00	E4	2.00	29.65	-	7.34	165.00	0.180	236.00	0.10
	14:00	F	1.80	30.00	1.02	6.99	175.00	0.170	260.00	0.10
	14:30	G1	1.50	29.80	0.68	7.27	194.00	0.210	279.00	0.10
	15:00	G2	6.00	30.81	0.06	7.43	218.00	0.210	307.00	0.20
	17:00	G3	3.00	29.59	0.07	8.29	44.33	0.216	86.70	0.10

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 2

วันที่	เวลา	ตำแหน่ง	อุณหภูมิ (°C)	pH	TDS (mg/l)	DO (mg/l)	ค่าความนำไฟฟ้า (μs)	ค่าความเค็ม (ppt)
29 ต.ค. 49	08.30 น.	A1	27.10	6.50	40.67	2.07	65.87	0.00
	09.45 น.	A2	28.97	6.59	43.67	3.30	72.87	0.00
	10.25 น.	A3	28.03	6.56	40.67	3.08	66.63	0.00
	11.05 น.	A4	27.83	7.18	58.00	5.64	95.10	0.00
	11.50 น.	A5	28.56	7.18	76.33	5.77	134.06	0.00
	12.00 น.	A6	29.06	7.25	59.67	4.06	99.17	0.00
	14.05 น.	B1	29.95	6.42	27.00	3.74	46.35	0.00
	14.40 น.	B2	29.73	7.14	58.00	4.10	102.40	0.00
	15.05 น.	C1	29.50	7.35	105.3	4.23	177.17	0.10
	16.00 น.	C2	29.13	7.15	104.30	3.72	175.40	0.10
	16.35 น.	D1	28.53	7.23	50.00	4.17	82.53	0.00
30 ต.ค. 49	08.35 น.	D2	27.53	7.29	47.67	4.21	77.80	0.00
	10.00 น.	E1	27.90	7.19	46.67	3.91	76.37	0.00
	10.35 น.	E2	28.20	7.16	52.67	3.87	83.63	0.00
	11.25 น.	E3	28.30	7.30	48.00	3.89	75.00	0.00
	12.04 น.	E4	28.06	7.11	48.00	3.75	75.06	0.00
	13.00 น.	F	28.00	7.04	48.00	3.69	75.20	0.00
	14.25 น.	G1	29.43	7.16	48.00	4.25	74.10	0.00
	15.30 น.	G2	29.76	7.17	48.00	3.88	74.10	0.00
		G2.1	28.60	7.08	48.00	3.87	72.56	0.00

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าบันทึกผล ครั้งที่ 2 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ตำแหน่ง	อุณหภูมิ (°C)	pH	TDS (mg/l)	DO (mg/l)	ค่าความนำไฟฟ้า (μs)	ค่าความเค็ม (ppt)
		G2.2	30.30	6.89	59.00	4.35	91.40	0.0
		G2.3	28.80	7.29	48.00	4.39	74.60	0.0
	16.30 น.	G3	26.40	7.55	49.00	4.36	76.03	0.0
		G3.1	25.76	7.41	47.76	4.26	73.10	0.0
		G3.2	26.20	7.66	49.00	4.34	76.27	0.0
31 ต.ค. 49	09.00 น.	H1	27.40	6.76	85.67	3.33	136.50	0.0
	09.30 น.	H2	28.17	6.93	227.67	3.18	368.67	0.1
	10.00 น.	H3	27.37	7.03	217.67	2.94	345.67	0.2
	10.25 น.	CH1	26.90	6.76	41.00	3.27	65.20	0.0
	11.40 น.	CH2	29.20	7.24	56.00	4.09	92.20	0.0
	11.25 น.	CH3	28.45	7.28	219.00	3.02	360	0.2
	11.42 น.	CH4	27.70	7.15	143.00	4.01	230	0.1
	13.25 น.	CH5	28.85	7.26	109.50	4.77	180.40	0.1
	13.50 น.	CH6	30.05	7.17	37.50	5.41	60.75	0.0
	14.00 น.	CH7	27.60	6.15	10.00	3.48	15.50	0.0
	14.20 น.	CH8	29.65	5.97	22.00	4.21	37.00	0.0
	14.35 น.	CH9	30.20	5.20	11.00	5.26	18.40	0.0
	15.00 น.	CH10	28.55	6.14	214.50	4.47	352	0.2
	16.05 น.	CH11	29.15	7.38	62.00	4.94	103.80	0.1
	16.30 น.	CH12	28.20	5.20	98.00	4.21	159.50	0.1
	16.50 น.	CH13	27.65	6.89	316.00	4.68	507.50	0.3

4.1.1. อุณหภูมิ

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดค่าอุณหภูมิของแหล่งน้ำให้เป็นไปตามธรรมชาติ โดยทำการวัดอุณหภูมิจากตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทันทีโดย Senso Direct Con200

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 29.03 - 37.40 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดที่ ตำแหน่งเก็บน้ำ D1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านพิมานท่า อำเภอนาแก) และจุดที่อุณหภูมิสูงสุด ที่ตำแหน่งเก็บน้ำ A5 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 26.20 – 30.30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดที่ ตำแหน่งเก็บน้ำ G3.2 จุดเก็บที่ 3 (หนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) และจุดที่อุณหภูมิสูงสุด ที่ตำแหน่งเก็บน้ำ G2.2 (ประตูระบายน้ำ (เก่า) บึงสูตร)

4.1.2. pH

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดให้ค่า pH ให้อยู่ในช่วง 6-9

ครั้งที่ 1 ค่า pH ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 5.84 – 8.56 โดยตำแหน่งที่มีค่าความเป็นกรดมากที่สุดคือ A3 (สะพานคอนกรีต ห้วยแคน อำเภอธาตุพนม) และตำแหน่งที่มีค่าความเป็นด่างมากที่สุดคือ G3 (หนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) ซึ่งจุดรกมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย

ครั้งที่ 2 ค่า pH ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 5.20 – 7.66 โดยตำแหน่งที่มีค่าความเป็นกรดมากที่สุดคือ CH9, CH12 และตำแหน่งที่มีค่าความเป็นด่างมากที่สุดคือ G3.2 (จุดเก็บที่ 3 หนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3. TDS

ค่า TDS ไม่มีการกำหนดไว้ในมาตรฐานว่าต้องมีปริมาณเท่าใด

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบพบว่าค่า TDS จะอยู่ในช่วง 22 – 218 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ B1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ใกล้บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ G2 (บึงสูตร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร)

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบพบว่าค่า TDS จะอยู่ในช่วง 10 - 316 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุด คือ CH7 (บ้านหนองสระพัง อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ CH13 (สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมพัฒนา อำเภอเรณูนคร)

4.1.4. DO

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

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบพบว่าค่า DO จะอยู่ในช่วง 0.083 – 0.455 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช อำเภอธาตุพนม) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ A5 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบพบว่าค่า DO จะอยู่ในช่วง 2.07 – 5.77 mg/l โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ A1 (สะพานข้ามห้วยแคน ใกล้โรงพยาบาลยุพราช อำเภอธาตุพนม) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ A5 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

4.1.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ แต่จะบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำได้ ยิ่งมีค่ามากแสดงว่ามีสารปนเปื้อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้อยู่มาก โดยค่าการนำไฟฟ้าจะแปรผันตามค่า TDS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 30.73 – 350.00 µS โดยตำแหน่งมี่มีค่าต่ำสุดคือ B1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ใกล้บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ A3 (สะพานคอนกรีต ห้วยแคน อำเภอธาตุพนม)

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 15.50 – 507.50 µS โดยตำแหน่งมี่มีค่าต่ำสุดคือ CH7 (บ้านหนองสระพัง อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดคือ CH13 (สะพานคอนกรีต บ้านกุดฉิมพัฒนา อำเภอเรณูนคร)

4.1.6. ค่าความเค็ม (Salinity)

ค่าความเค็มไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 0.2 g/Kg ตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดหรือไม่มีความเค็มคือ B1, C1 และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A3, G2

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 – 0.3 g/Kg ตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดหรือไม่มีความเค็มคือ A1ถึง B2, D1 ถึง H2, CH1 ถึง CH2, CH6 ถึง CH9 และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ CH13

4.2. ผลการทดสอบการหาอัตราการไหลในลำน้ำ

ผลการทดสอบที่ได้จะทำเป็นตาราง โดยจะแยกรายการคำนวณและผลการทดสอบออกเป็นแต่ละตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และแยกการหาความเร็ว, การหาพื้นที่หน้าตัด และการหาอัตราการไหลในลำน้ำ ซึ่งจะแสดงผล ดังนี้

4.2.1. ค่าความเร็วในน้ำ

ผลการทดสอบที่ได้จะทำเป็นตาราง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง A1

ตารางที่ 4.3. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.10	0.06	0.07
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.12	0.06	0.07
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.10	0.00	0.03

ตารางที่ 4.4. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.12	0.06	0.07
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.10	0.05	0.07
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.12	0.00	0.06

ตารางที่ 4.5. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.00	71	0.14
2	10.00	65	0.15
3	10.00	67	0.15
		เฉลี่ย	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง A2

ตารางที่ 4.6. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.10	0.00	0.05
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.10	0.04	0.06
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.08	0.00	0.04

ตารางที่ 4.7. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.06	0.00	0.05
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.06	0.00	0.05
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.04	0.00	0.03

ตารางที่ 4.8. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	5.00	51	0.09
2	5.00	47	0.11
3	5.00	40	0.13
4	5.00	41	0.12
		เฉลี่ย	0.11

ตำแหน่ง A3

ตารางที่ 4.9. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 1)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.08	0.00	0.04
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.08	0.00	0.05
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.06	0.00	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ (ครั้งที่ 2)

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.06	0.00	0.04
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.06	0.00	0.05
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.08	0.00	0.04

ตารางที่ 4.11. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	4.00	43	0.09
2	4.00	38	0.11
3	4.00	40	0.10
4	4.00	41	0.10
5	4.00	39	0.10
		เฉลี่ย	0.10

ตำแหน่ง A4

ตารางที่ 4.12. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	10.00	52	0.19
2	10.00	45	0.22
3	10.00	48	0.21
4	10.00	50	0.20
		เฉลี่ย	0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง A5

ตารางที่ 4.13. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	20	0.40
2	8.00	21	0.38
3	8.00	14	0.57
4	8.00	16	0.50
		เฉลี่ย	0.46

ตำแหน่ง A6

ตารางที่ 4.14. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	17	0.47
2	8.00	16	0.5
3	8.00	20	0.40
4	8.00	17	0.47
		เฉลี่ย	0.46

ตำแหน่ง B1

ตารางที่ 4.15. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.10	0.06	0.06
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.08	0.00	0.05
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.15	0.00	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	60	0.13
2	8.00	58	0.14
3	8.00	63	0.13
4	8.00	54	0.15
5	8.00	65	0.13
		เฉลี่ย	0.13

ตำแหน่ง B2

ตารางที่ 4.17. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้เครื่องวัดความเร็วน้ำ

เครื่องวัดความเร็วน้ำ (m/s)	max	min	mean
ความเร็วที่ผิวน้ำ	0.08	0.05	0.06
ความเร็วที่ความลึก 0.30 m	0.08	0.06	0.07
ความเร็วที่ท้องน้ำ	0.07	0.05	0.06

ตำแหน่ง C1

ตารางที่ 4.18. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	61	0.08
2	8.00	60	0.12
3	8.00	56	0.09
4	8.00	65	0.11
		เฉลี่ย	0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง C2

ตารางที่ 4.19. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

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 D1

ตารางที่ 4.20. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	16	0.50
2	8.00	16	0.50
3	8.00	15	0.53
		เฉลี่ย	0.51

ตำแหน่ง D2

ตารางที่ 4.21. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	1.00	6	0.17
2	1.00	7	0.14
3	1.00	7	0.14
		เฉลี่ย	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง E1

ตารางที่ 4.22. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	6.50	11	0.59
2	6.50	13	0.50
3	6.50	13	0.50
4	6.50	15	0.43
5	6.50	12	0.54
		เฉลี่ย	0.51

ตำแหน่ง E2

ตารางที่ 4.23. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	7.00	10	0.70
2	7.00	9	0.78
3	7.00	10	0.70
4	7.00	9	0.78
5	7.00	10	0.70
		เฉลี่ย	0.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง E3

ตารางที่ 4.24. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	16	0.50
2	8.00	16	0.50
3	8.00	20	0.40
4	8.00	25	0.32
5	8.00	19	0.42
		เฉลี่ย	0.43

ตำแหน่ง E4

ตารางที่ 4.25. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	26	0.31
2	8.00	27	0.30
3	8.00	27	0.30
4	8.00	26	0.31
5	8.00	25	0.32
		เฉลี่ย	0.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง F1

ตารางที่ 4.26. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	18	0.46
2	8.00	17	0.47
3	8.00	15	0.52
4	8.00	17	0.47
5	8.00	17	0.47
6	8.00	18	0.44
		เฉลี่ย	0.49

ตำแหน่ง G1

ตารางที่ 4.27. การวัดความเร็วผิวน้ำโดยใช้ใบไม้

NO.	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ความเร็ววัดจากใบไม้ (m/s)
1	8.00	16	0.50
2	8.00	16	0.50
3	8.00	16	0.50
4	8.00	17	0.47
		เฉลี่ย	0.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดความเร็วด้วยเครื่องและใบไม้ ต้องนำมาคำนวณหาค่าความเร็วที่ผิวน้ำที่แท้จริง ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งแสดงค่าดังตารางที่ 4.28.

ตารางที่ 4.28. แสดงค่าความเร็วที่ผิวน้ำที่แท้จริง ณ ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ตำแหน่ง	ค่าปรับแก้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วน้ำจากเครื่องวัดกับความเร็วน้ำจากใบไม้	ความเร็วน้ำ (m/s)		V_f (m/s)
		จากเครื่องวัดความเร็ว	จากใบไม้	
A1	-	0.07	0.15	0.07
A2	-	0.05	0.11	0.05
A3	-	0.04	0.10	0.04
A4	0.60	-	0.10	0.06
A5	0.60	-	0.46	0.28
A6	0.60	-	0.46	0.28
B1	-	0.06	0.13	0.06
B2	-	0.06	-	0.06
C1	0.60	-	0.10	0.06
C2	0.60	-	0.03	0.02
D1	0.60	-	0.51	0.31
D2	0.60	-	0.15	0.09
E1	0.60	-	0.51	0.31
E2	0.60	-	0.73	0.44
E3	0.60	-	0.43	0.26
E4	0.60	-	0.31	0.19
F	0.60	-	0.49	0.29
G1	0.60	-	0.49	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ค่าความเร็วในลำน้ำไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

ในการทดสอบได้ทำการทดสอบอย่างละเอียด เฉพาะในครั้งที่ 2 นั้น ดังนั้นผลที่แสดงจึงเป็นผลของครั้งที่ 2

ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0152 – 0.2948 m/s โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ C2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำบัง บ้านแขนนาง อำเภอเรณูนคร) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ E2 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านส้มป่อย กิ่ง อ.วังยาง)

4.2.2. พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

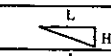
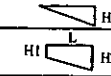
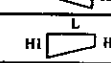
ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 2.75 – 194.55 m^2 โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ E1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหนองเรือทอง กิ่ง อ.วังยาง) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A4 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม)

4.2.3. ค่าอัตราการไหลในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

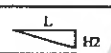
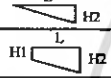
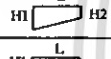
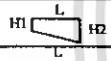
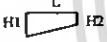
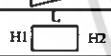
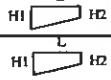
ครั้งที่ 2 ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 – 26.36 m^3/s โดยตำแหน่งที่มีค่าต่ำสุดคือ B1 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ ใกล้บ้านนางเลิศ อำเภอนาแก) และตำแหน่งที่มีค่ามากสุดคือ A5 (สะพานคอนกรีต ลำน้ำก่ำ บ้านหัวดอน อำเภอธาตุพนม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A1

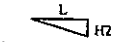
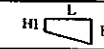
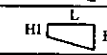
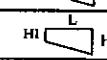
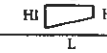
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.30	8.00	1.20	0.15	0.00	0.07	0.07	0.08
2		0.30	1.00	2.00	1.30	0.65	0.69	0.07	0.05	0.06
3		1.00	0.80	2.00	1.80	0.90	0.70	0.07	0.05	0.09
4		0.80	0.00	2.00	0.80	0.40	0.67	0.07	0.05	0.04
รวม					5.10					0.27

ตารางที่ 4.30. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A2

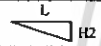
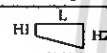
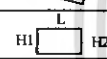
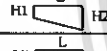
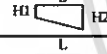
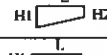
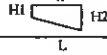
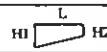
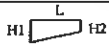
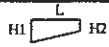
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.90	4.00	1.80	0.45	0.67	0.05	0.03	0.06
2		0.90	1.50	4.00	4.80	1.20	0.72	0.05	0.04	0.17
3		1.50	1.80	4.00	6.60	1.65	0.74	0.05	0.04	0.24
4		1.80	1.50	4.00	6.60	1.65	0.74	0.05	0.04	0.24
5		1.50	2.00	4.00	7.00	1.75	0.75	0.05	0.04	0.26
6		2.00	1.70	5.00	9.25	1.85	0.75	0.05	0.04	0.35
7		1.70	1.20	8.00	11.60	1.45	0.74	0.05	0.04	0.43
8		1.20	1.20	4.00	4.80	1.20	0.72	0.05	0.04	0.17
9		1.20	1.00	3.00	3.30	1.10	0.72	0.05	0.04	0.12
10		1.00	0.50	3.00	2.25	0.75	0.69	0.05	0.03	0.08
11		0.50	0.00	7.00	1.75	0.25	0.00	0.05	0.05	0.09
รวม					59.75					2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A3

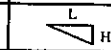
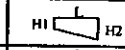
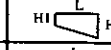
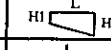
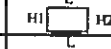
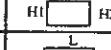
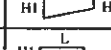
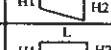
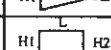
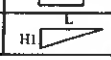
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.50	4.00	1.00	0.25	0.00	0.04	0.04	0.04
2		0.50	0.80	4.00	2.60	0.65	0.69	0.04	0.03	0.07
3		0.80	1.10	4.00	3.80	0.95	0.71	0.04	0.03	0.11
4		1.10	1.50	4.00	5.20	1.30	0.73	0.04	0.03	0.15
5		1.50	1.00	4.00	5.00	1.25	0.73	0.04	0.03	0.15
6		1.00	0.00	4.00	2.00	0.50	0.67	0.04	0.03	0.05
รวม					19.60					0.57

ตารางที่ 4.32. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A4

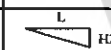
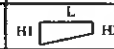
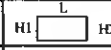
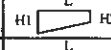
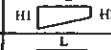
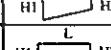
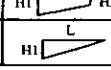
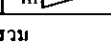
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.10	4.00	2.20	0.55	0.68	0.06	0.04	0.09
2		1.10	3.50	3.00	6.90	2.30	0.77	0.06	0.05	0.32
3		3.50	3.50	5.00	17.50	3.50	0.78	0.06	0.05	0.82
4		3.50	4.00	5.00	18.75	3.75	0.78	0.06	0.05	0.88
5		4.00	5.10	5.00	22.75	4.55	0.79	0.06	0.05	1.08
6		5.10	4.70	5.00	24.50	4.90	0.79	0.06	0.05	1.16
7		4.70	4.00	5.00	21.75	4.35	0.79	0.06	0.05	1.03
8		4.00	5.00	5.00	22.50	4.50	0.79	0.06	0.05	1.07
9		5.00	4.50	5.00	23.75	4.75	0.79	0.06	0.05	1.13
10		4.50	3.50	5.00	20.00	4.00	0.78	0.06	0.05	0.94
11		3.50	2.50	3.00	9.00	3.00	0.78	0.06	0.05	0.42
12		2.50	0.00	4.00	5.00	1.25	0.73	0.06	0.04	0.22
รวม					194.60					9.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.33. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A5

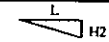
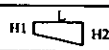
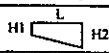
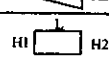
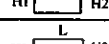
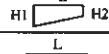
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.00	4.00	2.00	0.50	0.67	0.28	0.19	0.38
2		1.00	1.50	3.00	3.75	1.25	0.73	0.28	0.20	0.77
3		1.50	2.30	5.00	9.50	1.90	0.75	0.28	0.21	2.00
4		2.30	2.50	5.00	12.00	2.40	0.77	0.28	0.22	2.59
5		2.50	2.50	5.00	12.50	2.50	0.77	0.28	0.22	2.70
6		2.50	2.50	5.00	12.50	2.50	0.77	0.28	0.22	2.70
7		2.50	2.00	5.00	11.25	2.25	0.76	0.28	0.21	2.39
8		2.00	4.00	5.00	15.00	3.00	0.78	0.28	0.22	3.28
9		4.00	3.00	5.00	17.50	3.50	0.78	0.28	0.22	3.82
10		3.00	2.50	5.00	13.75	2.75	0.78	0.28	0.22	3.00
11		2.50	2.50	3.00	7.50	2.50	0.77	0.28	0.22	1.62
12		2.50	0.00	4.00	5.00	1.25	0.73	0.28	0.20	1.02
รวม					122.25					26.25

ตารางที่ 4.34. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง A6

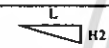
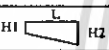
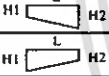
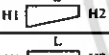
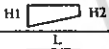
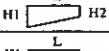
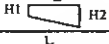
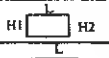
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_f (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	2.50	3.00	3.75	1.25	0.73	0.28	0.20	0.77
2		2.50	2.10	5.00	11.50	2.30	0.77	0.28	0.22	2.48
3		2.10	2.10	5.00	10.50	2.10	0.76	0.28	0.21	2.23
4		2.10	2.50	5.00	11.50	2.30	0.77	0.28	0.22	2.48
5		2.50	2.00	5.00	11.25	2.25	0.76	0.28	0.21	2.39
6		2.00	1.70	5.00	9.25	1.85	0.75	0.28	0.21	1.94
7		1.70	1.70	5.00	8.50	1.70	0.75	0.28	0.21	1.79
8		1.70	1.20	5.00	7.25	1.45	0.74	0.28	0.21	1.50
9		1.20	0.40	5.00	4.00	0.80	0.70	0.28	0.20	0.78
10		0.40	0.00	3.00	0.60	0.20	0.00	0.28	0.28	0.17
รวม					78.10					16.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.35. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B1

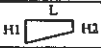
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.20	2.00	0.20	0.10	0.00	0.06	0.04	0.01
2		0.20	0.30	2.00	0.50	0.25	0.00	0.06	0.04	0.02
3		0.30	0.40	2.00	0.70	0.35	0.66	0.06	0.04	0.03
4		0.40	0.40	2.00	0.80	0.40	0.67	0.06	0.04	0.03
5		0.40	0.20	2.00	0.60	0.30	0.66	0.06	0.04	0.02
6		0.20	0.00	2.00	0.20	0.10	0.00	0.06	0.04	0.01
รวม					3.00					0.12

ตารางที่ 4.36. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง B2

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	1.50	2.50	1.88	0.75	0.69	0.06	0.04	0.08
2		1.50	2.60	2.50	5.13	2.05	0.76	0.06	0.05	0.23
3		2.60	2.70	5.00	13.25	2.65	0.77	0.06	0.05	0.61
4		2.70	3.70	5.00	16.00	3.20	0.78	0.06	0.05	0.75
5		3.70	4.00	5.00	19.25	3.85	0.78	0.06	0.05	0.90
6		4.00	2.00	5.00	15.00	3.00	0.78	0.06	0.05	0.70
7		2.00	1.30	5.00	8.25	1.65	0.74	0.06	0.04	0.37
8		1.30	1.00	5.00	5.75	1.15	0.72	0.06	0.04	0.25
9		1.00	1.10	5.00	5.25	1.05	0.71	0.06	0.04	0.22
10		1.10	1.10	5.00	5.50	1.10	0.72	0.06	0.04	0.24
11		1.10	0.80	2.50	2.38	0.95	0.71	0.06	0.04	0.10
12		0.80	0.00	2.50	1.00	0.40	0.67	0.06	0.04	0.04
รวม					98.63					4.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C1

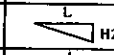
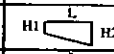
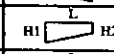
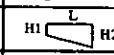
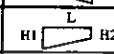
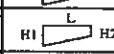
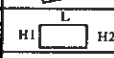
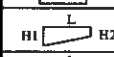
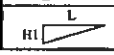
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.50	4.00	1.00	0.25	0.00	0.06	0.06	0.06
2		0.50	1.00	5.00	3.75	0.75	0.69	0.06	0.04	0.16
3		1.00	1.20	5.00	5.50	1.10	0.72	0.06	0.04	0.24
4		1.20	1.20	5.00	6.00	1.20	0.72	0.06	0.04	0.26
5		1.20	1.50	5.00	6.75	1.35	0.73	0.06	0.04	0.30
6		1.50	2.00	5.00	8.75	1.75	0.75	0.06	0.05	0.39
7		2.00	2.20	5.00	10.50	2.10	0.76	0.06	0.05	0.48
8		2.20	1.80	5.00	10.00	2.00	0.76	0.06	0.05	0.46
9		1.80	1.10	5.00	7.25	1.45	0.74	0.06	0.04	0.32
10		1.10	0.60	5.00	4.25	0.85	0.70	0.06	0.04	0.18
11		0.60	0.50	5.00	2.75	0.55	0.68	0.06	0.04	0.11
12		0.50	0.00	4.00	1.00	0.25	0.00	0.06	0.06	0.06
รวม					67.50					3.01

ตารางที่ 4.38. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง C2

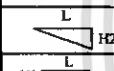
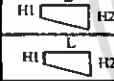
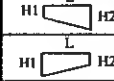
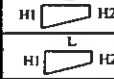
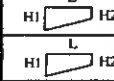
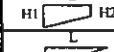
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.10	4.00	2.20	0.55	0.68	0.02	0.01	0.03
2		1.10	1.10	5.00	5.50	1.10	0.72	0.02	0.01	0.08
3		1.10	2.50	5.00	9.00	1.80	0.75	0.02	0.02	0.14
4		2.50	3.40	5.00	14.75	2.95	0.78	0.02	0.02	0.23
5		3.40	3.50	5.00	17.25	3.45	0.78	0.02	0.02	0.27
6		3.50	2.70	5.00	15.50	3.10	0.78	0.02	0.02	0.24
7		2.70	2.80	5.00	13.75	2.75	0.78	0.02	0.02	0.21
8		2.80	2.60	5.00	13.50	2.70	0.77	0.02	0.02	0.21
9		2.60	2.20	5.00	12.00	2.40	0.77	0.02	0.02	0.18
10		2.20	1.10	5.00	8.25	1.65	0.74	0.02	0.01	0.12
11		1.10	0.50	5.00	4.00	0.80	0.70	0.02	0.01	0.06
12		0.50	0.00	4.00	1.00	0.25	0.00	0.02	0.02	0.02
รวม					116.70					1.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.39. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D1

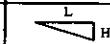
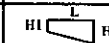
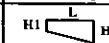
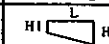
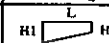
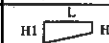
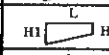
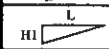
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.50	2.50	1.88	0.75	0.69	0.31	0.21	0.40
2		1.50	2.30	2.50	4.75	1.90	0.75	0.31	0.23	1.10
3		2.30	2.20	5.00	11.25	2.25	0.76	0.31	0.24	2.65
4		2.20	2.30	5.00	11.25	2.25	0.76	0.31	0.24	2.65
5		2.30	2.00	5.00	10.75	2.15	0.76	0.31	0.24	2.53
6		2.00	1.00	5.00	7.50	1.50	0.74	0.31	0.23	1.72
7		1.00	1.00	5.00	5.00	1.00	0.71	0.31	0.22	1.10
8		1.00	0.50	5.00	3.75	0.75	0.69	0.31	0.21	0.80
9		0.50	0.00	5.00	1.25	0.25	0.00	0.31	0.31	0.39
รวม					57.38					13.35

ตารางที่ 4.40. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง D2

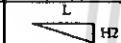
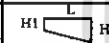
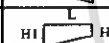
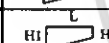
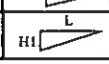
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_r (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.60	3.00	0.90	0.30	0.66	0.09	0.06	0.05
2		0.60	2.30	5.00	7.25	1.45	0.74	0.09	0.07	0.48
3		2.30	4.50	5.00	17.00	3.40	0.78	0.09	0.07	1.19
4		4.50	5.50	5.00	25.00	5.00	0.79	0.09	0.07	1.78
5		5.50	6.00	5.00	28.75	5.75	0.79	0.09	0.07	2.04
6		6.00	5.30	5.00	28.25	5.65	0.79	0.09	0.07	2.01
7		5.30	4.20	5.00	23.75	4.75	0.79	0.09	0.07	1.69
8		4.20	2.20	5.00	16.00	3.20	0.78	0.09	0.07	1.12
9		2.20	0.40	5.00	6.50	1.30	0.73	0.09	0.07	0.43
10		0.40	0.00	3.00	0.60	0.20	0.00	0.09	0.09	0.05
รวม					154.00					10.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.41. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E1

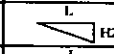
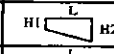
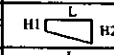
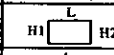
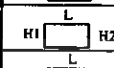
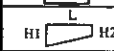
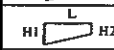
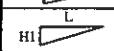
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	1.10	2.00	1.10	0.55	0.68	0.31	0.21	0.23
2		1.10	1.80	5.00	7.25	1.45	0.74	0.31	0.23	1.66
3		1.80	2.50	5.00	10.75	2.15	0.76	0.31	0.24	2.53
4		2.50	3.00	5.00	13.75	2.75	0.78	0.31	0.24	3.32
5		3.00	2.75	5.00	14.38	2.88	0.78	0.31	0.24	3.48
6		2.75	2.10	5.00	12.13	2.43	0.77	0.31	0.24	2.89
7		2.10	1.50	5.00	9.00	1.80	0.75	0.31	0.23	2.09
8		1.50	0.00	2.00	1.50	0.75	0.69	0.31	0.21	0.32
รวม					69.85					16.54

ตารางที่ 4.42. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E2

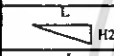
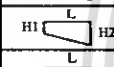
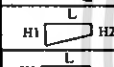
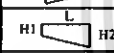
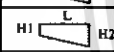
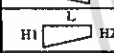
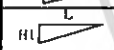
No.	ลักษณะพื้นที่หน้าตัดย่อย	H1 (m)	H2 (m)	L (m)	A (m^2)	ความลึกเฉลี่ย (m)	CF	V_t (m/s)	V (m/s)	Q (cms)
1		0.00	0.50	4.00	1.00	0.25	0.00	0.44	0.44	0.44
2		0.50	2.50	6.00	9.00	1.50	0.74	0.44	0.33	2.93
3		2.50	2.80	5.00	13.25	2.65	0.77	0.44	0.34	4.49
4		2.80	3.00	5.00	14.50	2.90	0.78	0.44	0.34	4.98
5		3.00	1.00	8.00	16.00	2.00	0.76	0.44	0.33	5.35
6		1.00	0.00	2.00	1.00	0.10	0.00	0.44	0.44	0.44
รวม					54.75					18.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

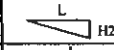
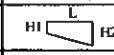
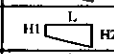
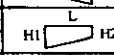
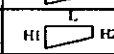
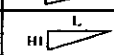
ตารางที่ 4.43. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E3

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	2.50	4.00	5.00	1.25	0.73	0.26	0.19	0.95
2		2.50	3.00	5.00	13.75	2.75	0.78	0.26	0.20	2.79
3		3.00	3.50	5.00	16.25	3.25	0.78	0.26	0.20	3.30
4		3.50	3.50	4.00	14.00	3.50	0.78	0.26	0.20	2.84
5		3.50	3.50	4.00	14.00	3.50	0.78	0.26	0.20	2.84
6		3.50	3.30	5.00	17.00	3.40	0.78	0.26	0.20	3.45
7		3.30	3.00	5.00	15.75	3.15	0.78	0.26	0.20	3.19
8		3.00	0.00	4.00	6.00	1.50	0.74	0.26	0.19	1.15
รวม					101.75					20.51

ตารางที่ 4.44. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง E4

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	1.90	4.00	3.80	0.95	0.71	0.19	0.13	0.51
2		1.90	3.50	4.00	10.80	2.70	0.77	0.19	0.15	1.58
3		3.50	2.00	5.00	13.75	2.75	0.78	0.19	0.15	2.04
4		2.00	2.90	6.00	14.70	2.45	0.77	0.19	0.15	2.15
5		2.90	3.00	6.00	17.70	2.95	0.78	0.19	0.15	2.62
6		3.00	2.00	6.00	15.00	2.50	0.77	0.19	0.15	2.19
7		2.00	0.00	4.00	4.00	1.00	0.71	0.19	0.13	0.54
รวม					79.75					11.64

ตารางที่ 4.45.ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง F1

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	2.00	3.00	3.00	1.00	0.71	0.29	0.21	0.62
2		2.00	2.50	4.00	9.00	2.25	0.76	0.29	0.22	1.98
3		2.50	3.00	4.00	11.00	2.75	0.78	0.29	0.23	2.49
4		3.00	2.50	4.00	11.00	2.75	0.78	0.29	0.23	2.49
5		2.50	2.00	4.00	9.00	2.25	0.76	0.29	0.22	1.98
6		2.00	0.00	3.00	3.00	1.00	0.71	0.29	0.21	0.62
รวม					46.00					10.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

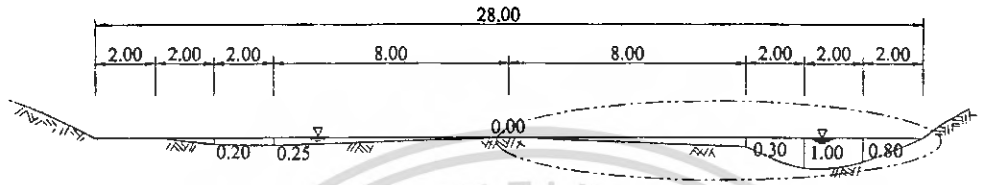
ตารางที่ 4.46. ข้อมูลและผลการคำนวณอัตราการไหลตำแหน่ง G1

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	2.30	2.50	2.88	1.15	0.72	0.30	0.22	0.62
2		2.30	2.50	6.00	14.40	2.40	0.77	0.30	0.23	3.33
3		2.50	2.80	6.00	15.90	2.65	0.77	0.30	0.23	3.67
4		2.80	2.50	6.00	15.90	2.65	0.77	0.30	0.23	3.67
5		2.50	2.00	6.00	13.50	2.25	0.76	0.30	0.23	3.08
6		2.00	0.00	4.00	4.00	1.00	0.71	0.30	0.21	0.85
รวม					66.58					15.22

4.2.4. การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

การหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำนั้น เป็นการหาค่าโดยการหาที่ละช่วงของลำน้ำ ซึ่งจะแสดงผลตามตารางและรูปพื้นที่หน้าตัด ดังนี้

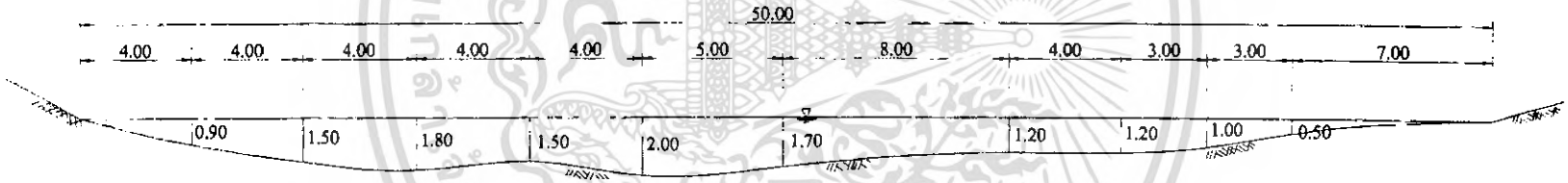
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A1

** คิดเฉพาะที่วางกลมเพราะวัดความเร็วฝั่งเดียว **

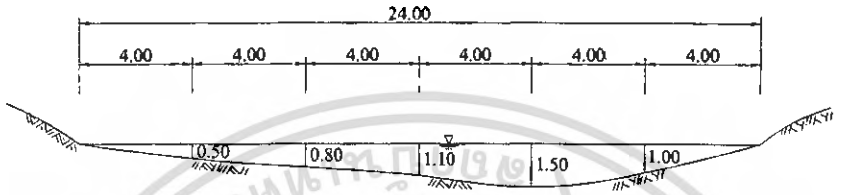
รูปที่ 4.1 ตำแหน่ง A1



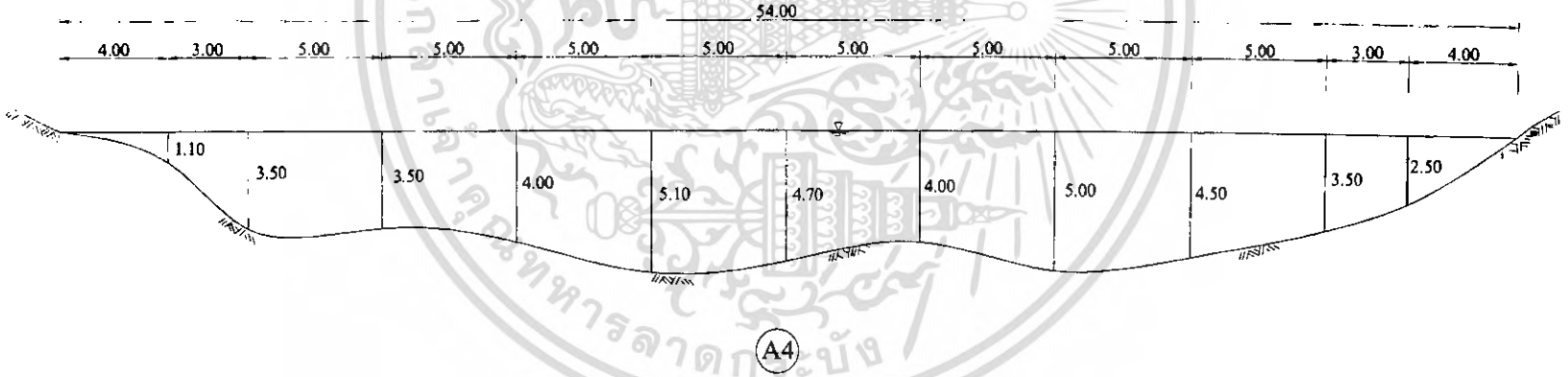
A2

รูปที่ 4.2 ตำแหน่ง A2

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

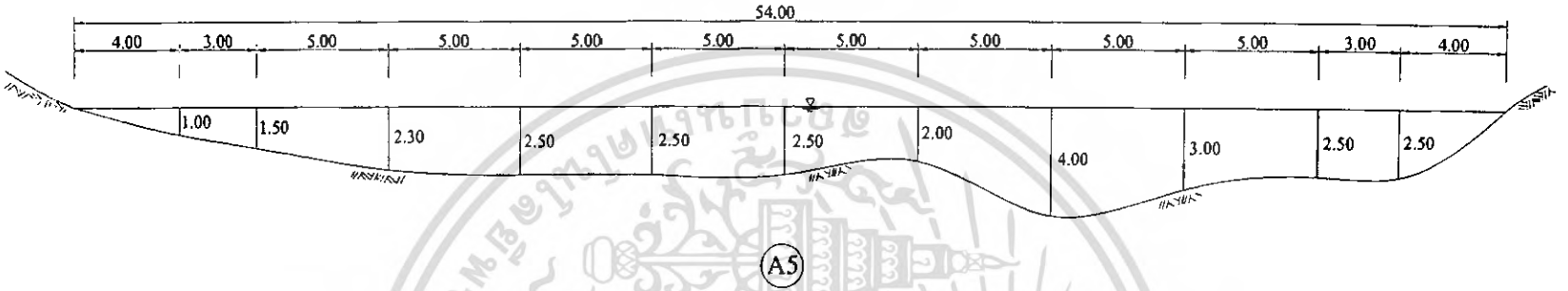


รูปที่ 4.3 ตำแหน่ง A3

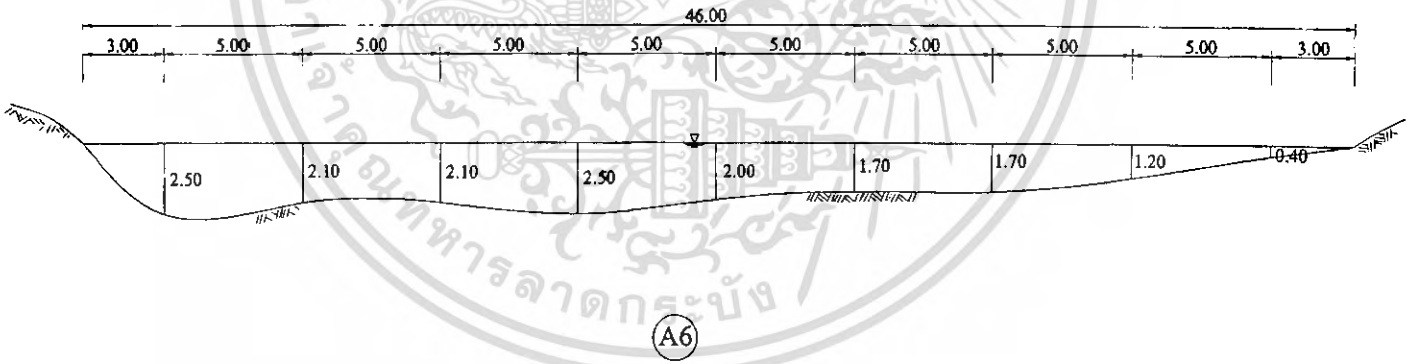


รูปที่ 4.4 ตำแหน่ง A4

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

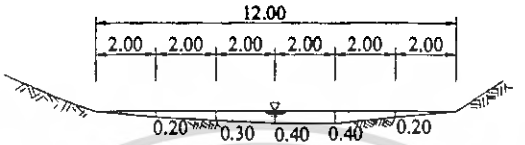


รูปที่ 4.5 ตำแหน่ง A5

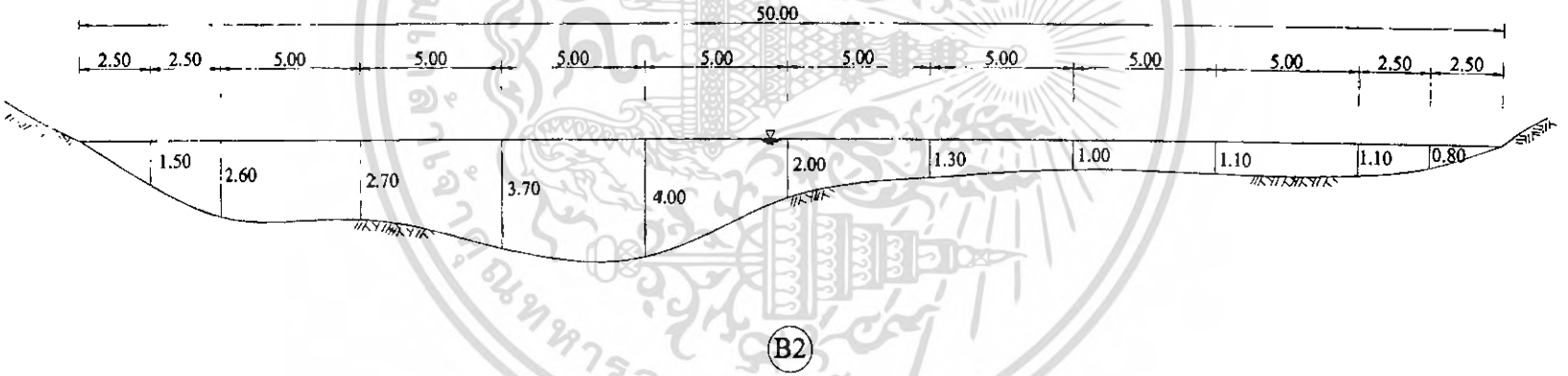


รูปที่ 4.6 ตำแหน่ง A6

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

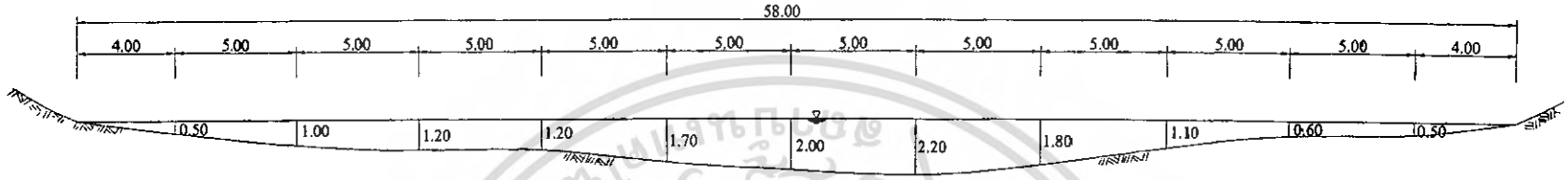


รูปที่ 4.7 ตำแหน่ง B1



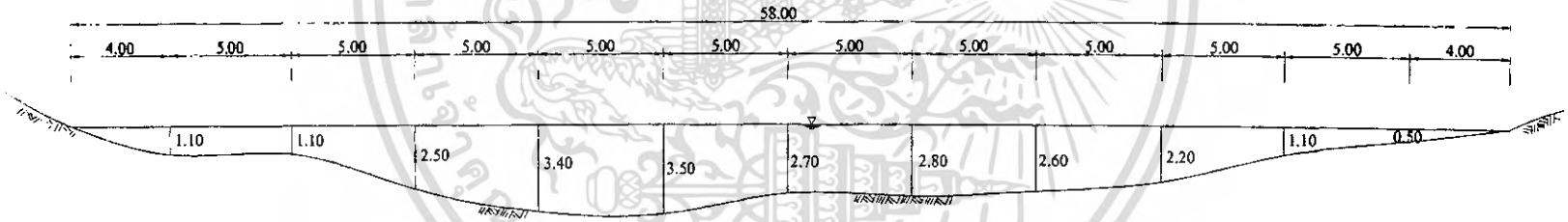
รูปที่ 4.8 ตำแหน่ง B2

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)



C1

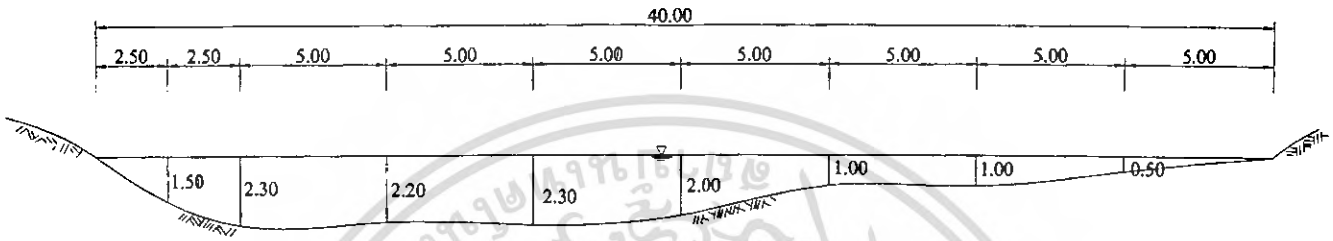
รูปที่ 4.9 ตำแหน่ง C1



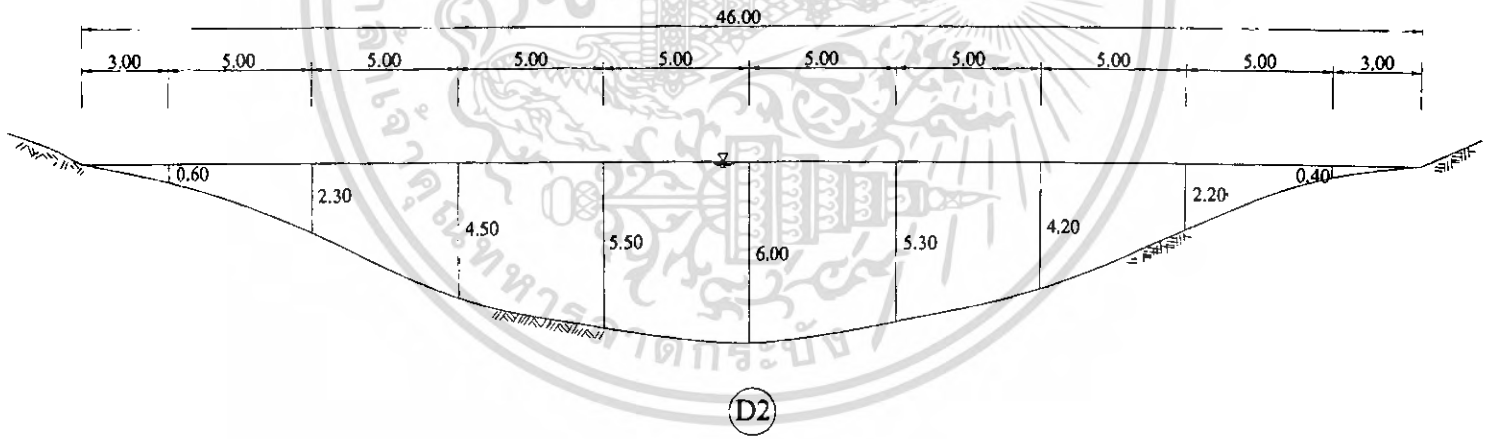
C2

รูปที่ 4.10 ตำแหน่ง C2

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

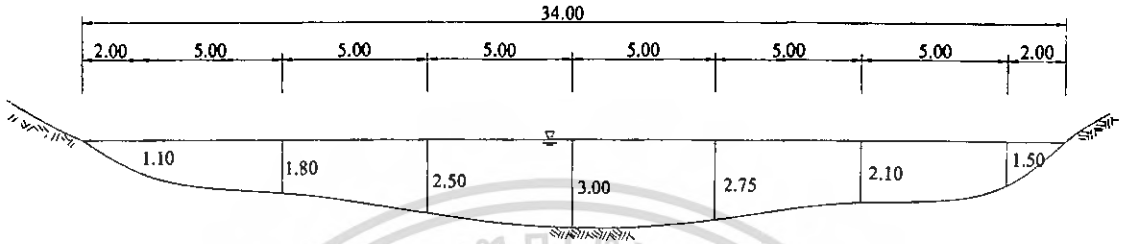


รูปที่ 4.11 ตำแหน่ง D1



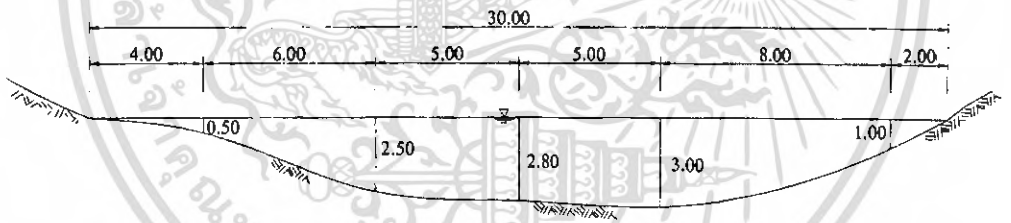
รูปที่ 4.12 ตำแหน่ง D2

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)



E1

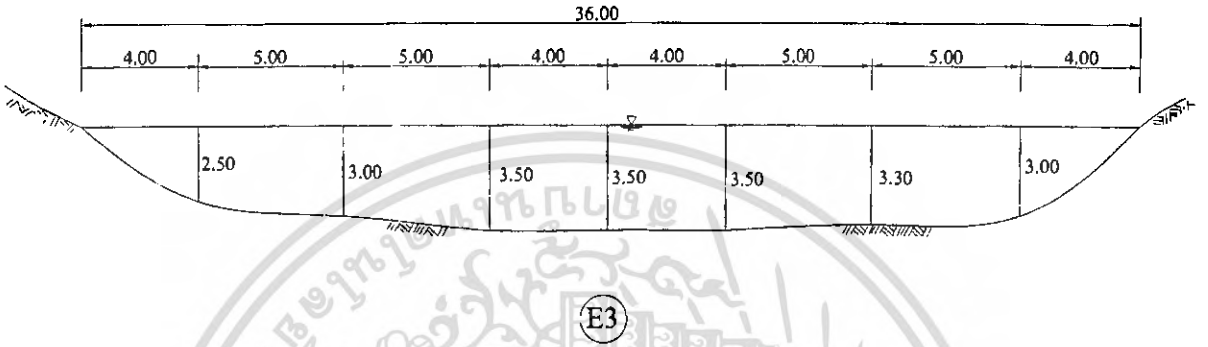
รูปที่ 4.13 ตำแหน่ง E1



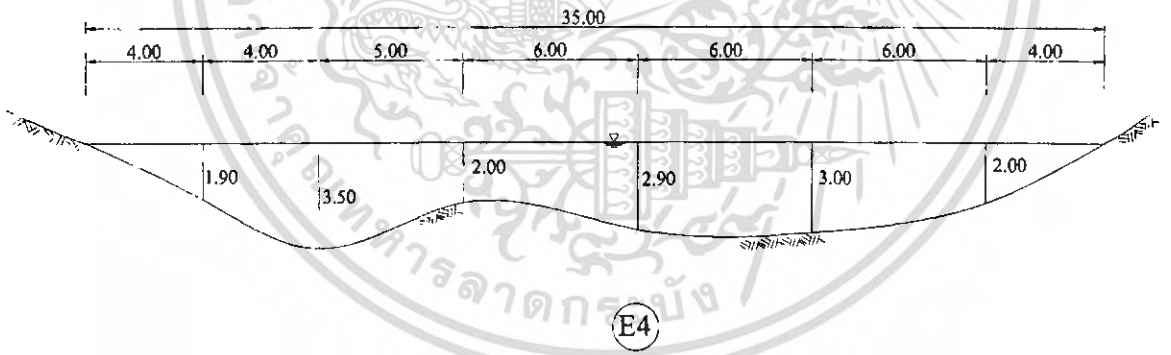
E2

รูปที่ 4.14 ตำแหน่ง E2

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

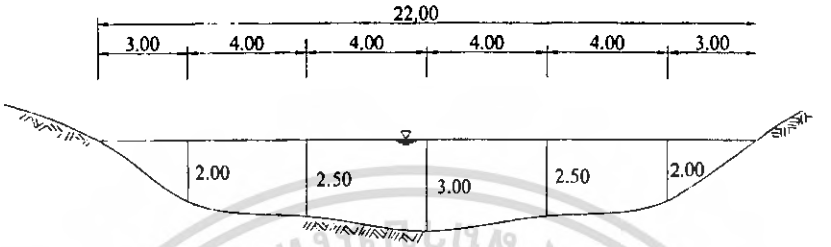


รูปที่ 4.15 ตำแหน่ง E3

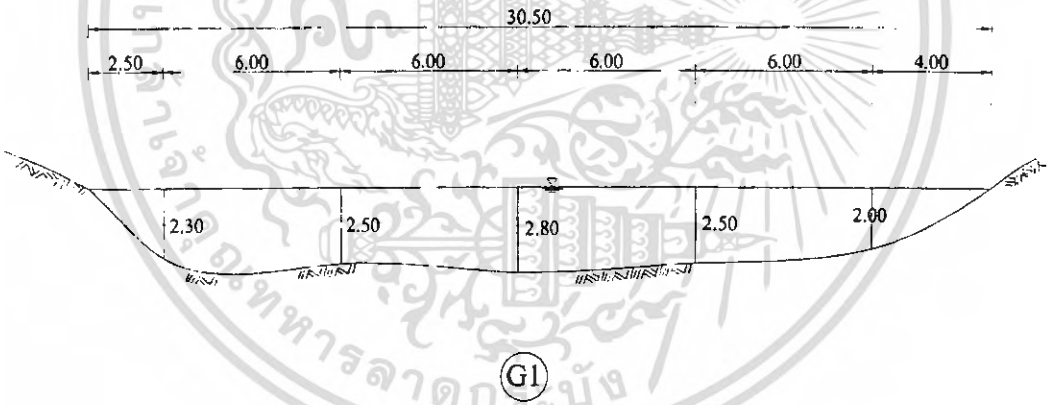


รูปที่ 4.16 ตำแหน่ง E4

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)



รูปที่ 4.17 ตำแหน่ง F



รูปที่ 4.18 ตำแหน่ง G1

* หมายเหตุ หน่วยที่วัด เมตร(m)

ในการคำนวณหาอัตราการไหลในลำน้ำ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ $V = (CF)V_f$

เมื่อ V คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำ, (m/s)

V_f คือ ความเร็วที่ผิวน้ำ, (m/s)

CF คือ ค่าปรับแก้ความเร็ว ขึ้นอยู่กับความลึกเฉลี่ยของการไหล ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 4.47. การหาอัตราการไหลของลำน้ำ

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)
A1	0.05	5.10	0.27
A2	0.00	59.75	0.22
A3	0.03	19.60	0.57
A4	0.05	194.60	9.14
A5	0.21	122.25	26.25
A6	0.21	78.10	16.54
B1	0.04	3.00	0.12
B2	0.05	98.63	4.49
C1	0.04	67.50	3.01
C2	0.02	116.70	1.79
D1	0.23	57.38	13.35
D2	0.07	154.00	10.85
E1	0.24	69.85	16.54
E2	0.34	54.75	18.63
E3	0.20	101.75	20.51
E4	0.15	79.75	11.64
F	0.22	46.00	10.18
G1	0.23	66.58	15.22

หมายเหตุ จุด CH1-CH13 ไม่ได้ทำการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหล $Q = VA$

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

V = ความเร็วของการไหล, หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

A = พื้นที่หน้าตัดของร่องน้ำ, ตารางเมตร (m^2)

4.2.5. การหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 4.48. แสดงค่าการหาปริมาณเกลือในลำน้ำ ณ ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

STA.	V (m/s)	A (m^2)	Q (m^3/s)	ค่าความเค็ม (g/kg)	ปริมาณเกลือ (g/s)
A1	0.05	5.10	0.27	0.00	0.00
A2	0.00	59.75	0.22	0.00	0.00
A3	0.03	19.60	0.57	0.00	0.00
A4	0.05	194.60	9.14	0.00	0.00
A5	0.21	122.25	26.25	0.00	0.00
A6	0.21	78.10	16.54	0.00	0.00
B1	0.04	3.00	0.12	0.00	0.00
B2	0.05	98.63	4.49	0.00	0.00
C1	0.04	67.50	3.01	0.10	300.30
C2	0.02	116.70	1.79	0.10	178.64
D1	0.23	57.38	13.35	0.00	0.00
D2	0.07	154.00	10.85	0.00	0.00
E1	0.24	69.85	16.54	0.00	0.00
E2	0.34	54.75	18.63	0.00	0.00
E3	0.20	101.75	20.51	0.00	0.00
E4	0.15	79.75	11.64	0.00	0.00
F	0.22	46.00	10.18	0.00	0.00
G1	0.23	66.58	15.22	0.00	0.00

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ มีค่าเท่ากับ 998 kg/m^3

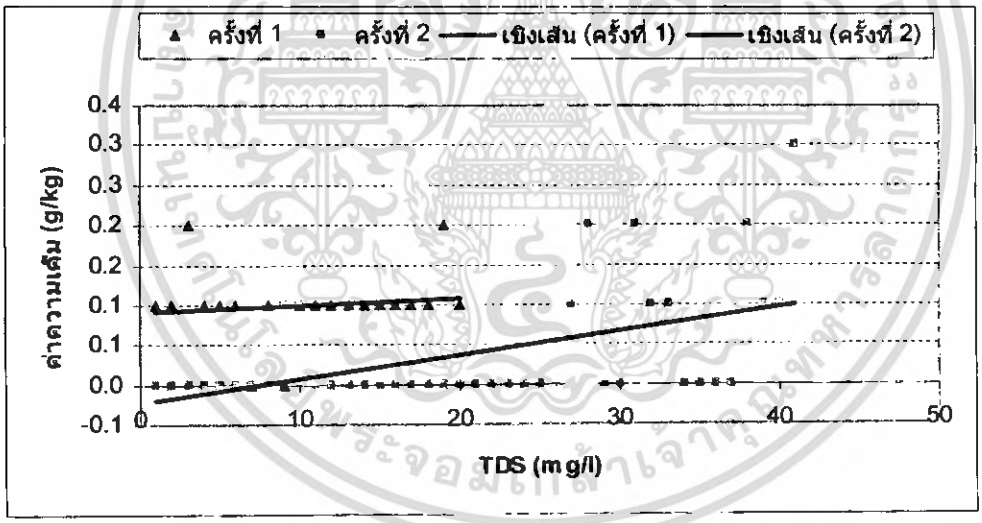
ค่าความเค็มมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัม

4.3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

4.3.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

จากการทดสอบที่ได้สามารถนำค่าต่างๆมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

4.3.1.1. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าความเค็ม (Salinity)

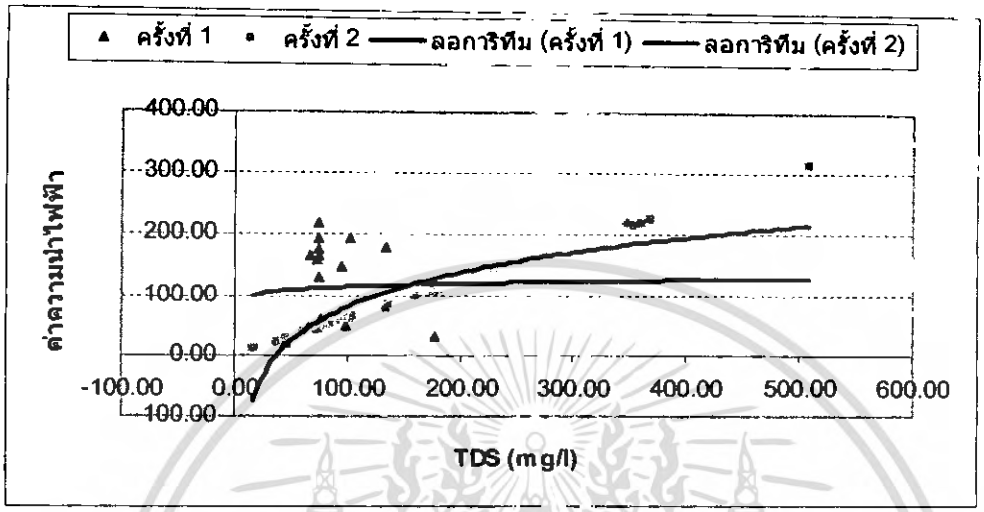


รูปที่ 4.19. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และค่าความเค็ม

จากรูปที่ 4.1ค่าที่ได้จากการทดสอบทั้งสองครั้งมีแนวโน้มไปในทางทิศเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าค่าของแข็งที่ละลายในน้ำได้หากมีมากจะทำให้แนวโน้มมีค่าความเค็มในน้ำมากตามไปด้วย เนื่องจากค่าของแข็งที่ละลายในน้ำนั้นจะมีสารประกอบต่างๆผสมอยู่ด้วย ซึ่งมีสารประกอบที่อยู่ในรูปความเค็มที่สามารถละลายน้ำได้ปนอยู่ด้วย จากการทดสอบครั้งที่ 1 เครื่องมือที่ใช้วัดความเค็มไม่มีความละเอียดเท่าที่ควรทำให้ได้ค่าความเค็มเท่ากับ 0.1 g/kg ส่วนครั้งที่สองเปลี่ยนมาใช้เครื่องมือที่วัดความเค็มอย่างละเอียดจะพบว่าส่วนมากจะไม่พบค่าความเค็มเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

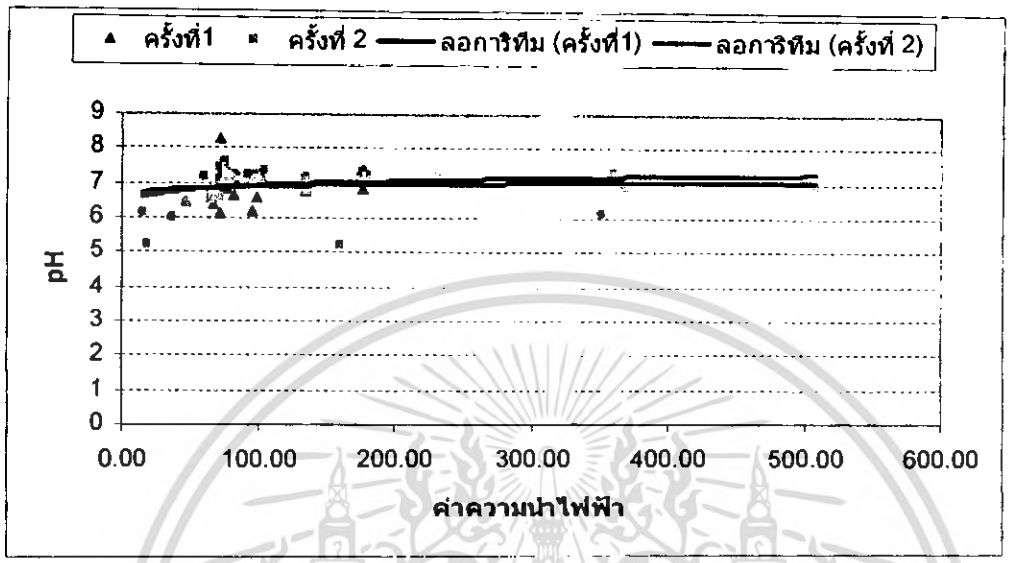


รูปที่ 4.20. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า TDS และ ค่าการนำไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2 จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำยิ่งมีมากก็มีแนวโน้มทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีมากขึ้นตามไปด้วย สามารถบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำได้ยิ่งมีค่ามากแสดงว่ายิ่งมีสารปนเปื้อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้อยู่มาก โดยค่าการนำไฟฟ้าจะแปรผันตามค่าของ TDS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และ ค่า pH



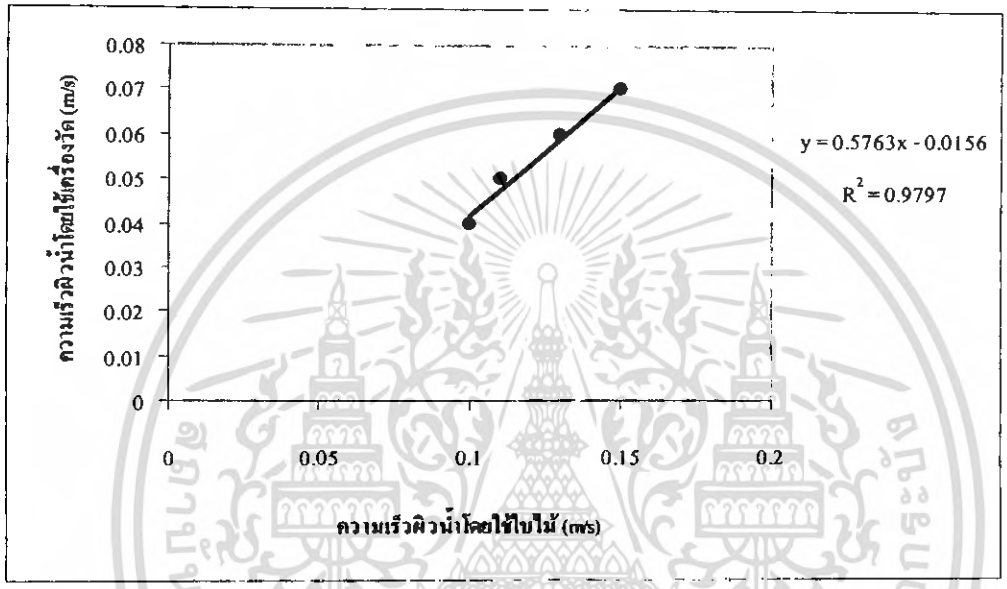
รูปที่ 4.21. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความนำไฟฟ้า และค่า pH

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าค่า pH อยู่ในระดับเดียวกันซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปรกติ คือมีสภาพที่ไม่เป็นกรดหรือด่างอย่างชัดเจน แต่ค่าการนำไฟฟ้าจะมีความแตกต่างกันไปในแต่สถานที่ที่เก็บตัวอย่างทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างการวัดความเร็วน้ำโดยใช้ใบไม้และโดยเครื่องวัด

จากการวัดความเร็วในลำน้ำ ด้วยวิธีใช้ใบไม้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องวัดความเร็ว เพื่อปรับแก้ให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ดังนี้



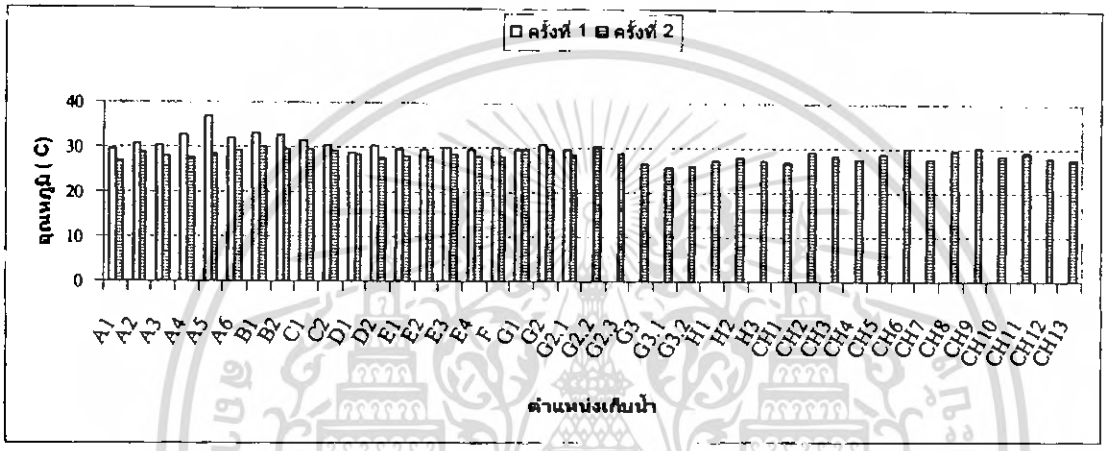
รูปที่ 4.22. แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างการวัดความเร็วน้ำโดยใช้ใบไม้และโดยเครื่องวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3. การวิเคราะห์และผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งหมด

การวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์โดยแบ่งตามจำนวนครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาทดสอบ ซึ่งได้ผลการทดสอบน้ำค่าต่างๆดังนี้

4.3.3.1. อุณหภูมิ



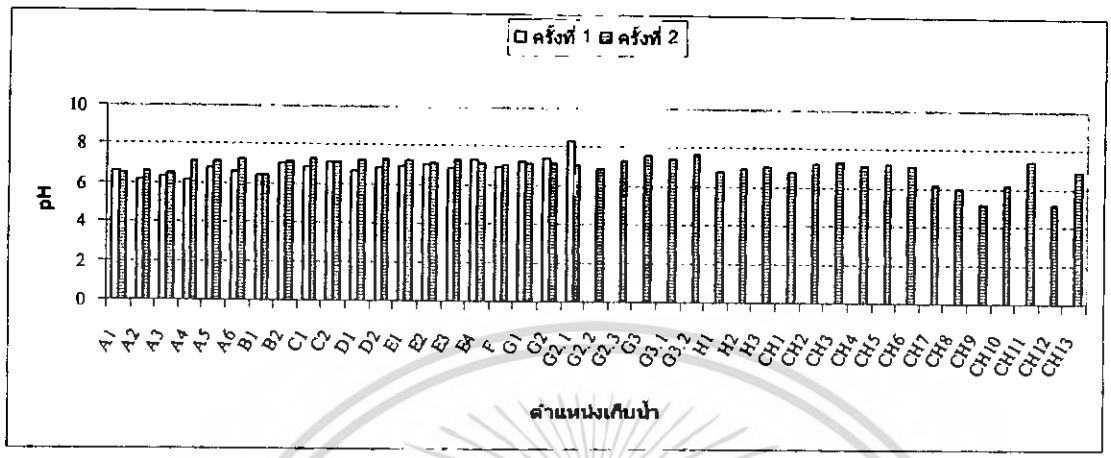
รูปที่ 4.23. แสดงค่าอุณหภูมิจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบอุณหภูมิของน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกันทำให้กราฟจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน จุดที่แตกต่างจากกลุ่มอาจจะเป็นเพราะจุดนี้ทำการทดสอบตอนบ่ายทำให้ช่วงนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ครั้งที่ 2 การทดสอบในครั้งที่ 2 ค่าอุณหภูมิทุกจุดมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าอุณหภูมิที่ได้อยู่ในช่วง 30 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศที่อยู่เหนือน้ำ การถ่ายเทความร้อนจากแสงแดด, ฤดูกาล, ระดับความสูง, ลมและการระเหย ในแม่น้ำที่มีร่มเงาของต้นไม้มากน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.2. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)



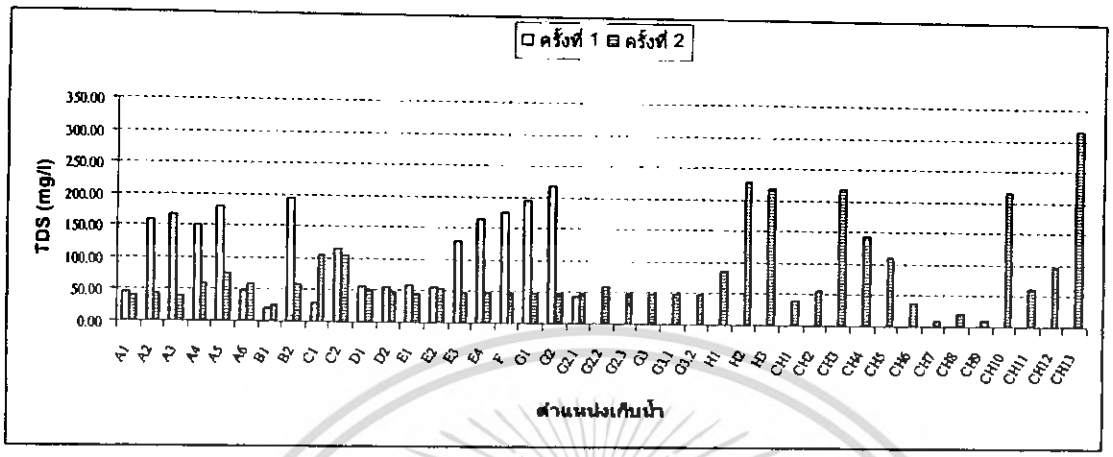
รูปที่ 4.24. แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบหาค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ ครั้งที่1 ที่ผ่านมา ค่า pH อยู่ในช่วง 6-8 จากมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6- 9 เป็นช่วงที่ปลาและสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้อย่างสบาย

ครั้งที่ 2 การทดสอบในครั้งที่ 2 ใกล้เคียงกับครั้งที่ 1 แต่จุดที่ CH9 และ CH12 ซึ่งได้ค่า pH = 5.2 ซึ่งน้อยกว่าจุดอื่นๆ อาจเป็นเพราะมีความเป็นกรดมากเนื่องจากบริเวณนั้นทำการเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์และมีน้ำน้อยส่งผลให้ค่า pH ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.3. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)



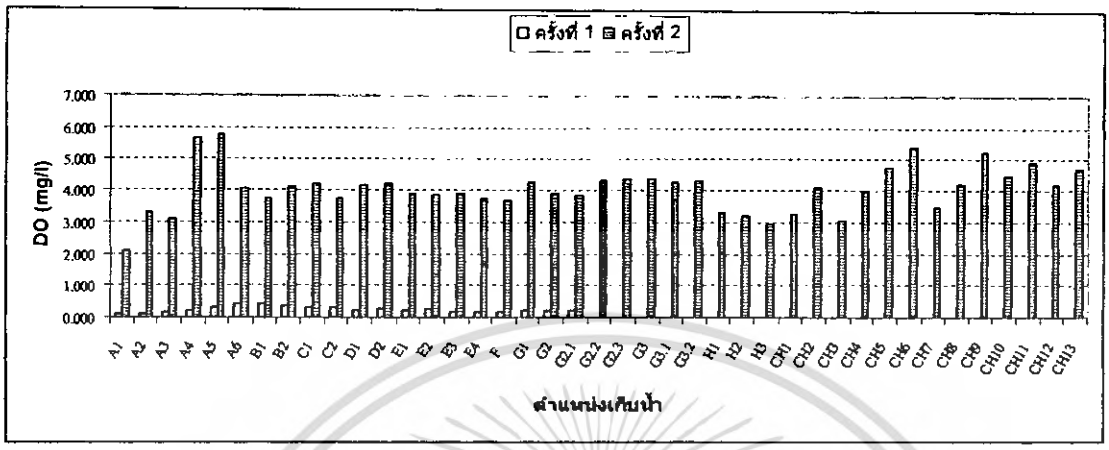
รูปที่ 4.25. แสดงค่า TDS จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 จากกราฟการทดสอบในครั้งที่ 1 ค่า TDS ในที่อยู่อาศัยมีค่า TDS น้อยกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณที่ทำการเกษตรกรรม แสดงว่าในจุดที่มี TDS สูงๆ จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำมาก

ครั้งที่ 2 การทดสอบในครั้งที่ 2 ค่า TDS ที่ทดสอบน้อยกว่าครั้งที่ 1 ในบริเวณจุดที่ทดสอบที่กำหนดตลอดแนวลำน้ำก่ำ อาจเป็นเพราะในวันที่ทำการทดสอบมีการปล่อยน้ำจากประตูระบายน้ำพอดี ทำให้ค่า TDS ที่ทดสอบได้มีค่าต่ำกว่าครั้งแรก แต่จุดทดสอบที่เพิ่มขึ้นมาในครั้งที่ 2 จุด CH13 เป็นจุดที่มีค่าสูงที่สุดเพราะจุดนี้เป็นจุดที่ทำการเกษตรกรรมกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.4. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)



รูปที่ 4.26. แสดงค่า DO จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

จากรูปที่ 4.6 สามารถวิเคราะห์โดยแยกการวิเคราะห์ตามจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบได้ดังนี้

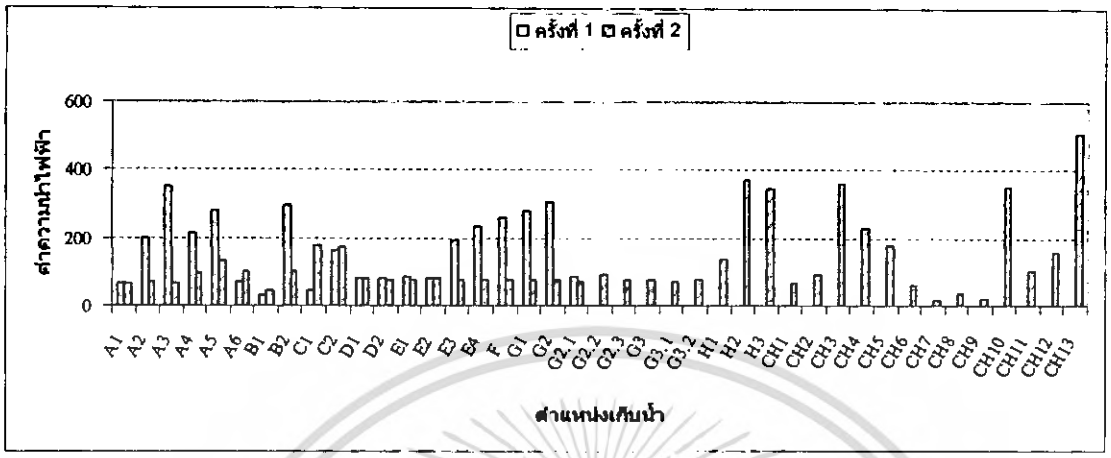
ครั้งที่ 1 การทดสอบหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงที่ทำการทดสอบมีปริมาณของน้ำน้อย ทำให้ค่า DO มีค่าน้อยลงไปด้วย แสดงว่าน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์เจือปนอยู่สูง

ครั้งที่ 2 การทดสอบในครั้งที่ 2 ที่ค่า DO มากกว่าครั้งที่ 1 มาก อาจจะมาจากมีการปล่อยน้ำจากประตูระบายน้ำในช่วงวันที่ทำการทดสอบ ซึ่งออกซิเจนจะมีความเข้มข้นมากบริเวณผิวน้ำและการไหลของลำน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ

จากค่า DO ที่ได้อยู่ในช่วง 2-6 สามารถแบ่งประเภทเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.5. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)



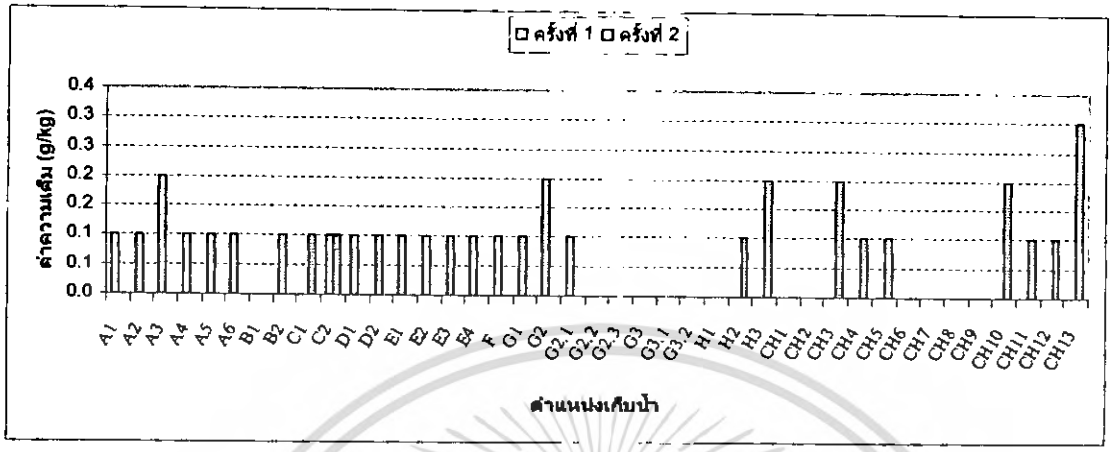
รูปที่ 4.27. แสดงค่าความนำไฟฟ้าจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 จากทฤษฎีค่าความนำไฟฟ้าจะแปรผันตามค่า ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ (TDS) สามารถบอกถึงความสามารถของตัวอย่างในการนำกระแสไฟฟ้า จุดที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงจะอยู่ที่บริเวณที่มีการทำเกษตรกรรม

ครั้งที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 2 ค่าการทดสอบที่ได้จะต่ำกว่าครั้งแรก เนื่องจากมีการปล่อยน้ำจากประตูระบายน้ำในช่วงวันที่ทำการทดสอบค่าที่ได้จึงต่ำ แต่จุดทดสอบเพิ่มเติมจะมีค่าความนำไฟฟ้าสูงในบางจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.6. ค่าความเค็ม (Salinity)



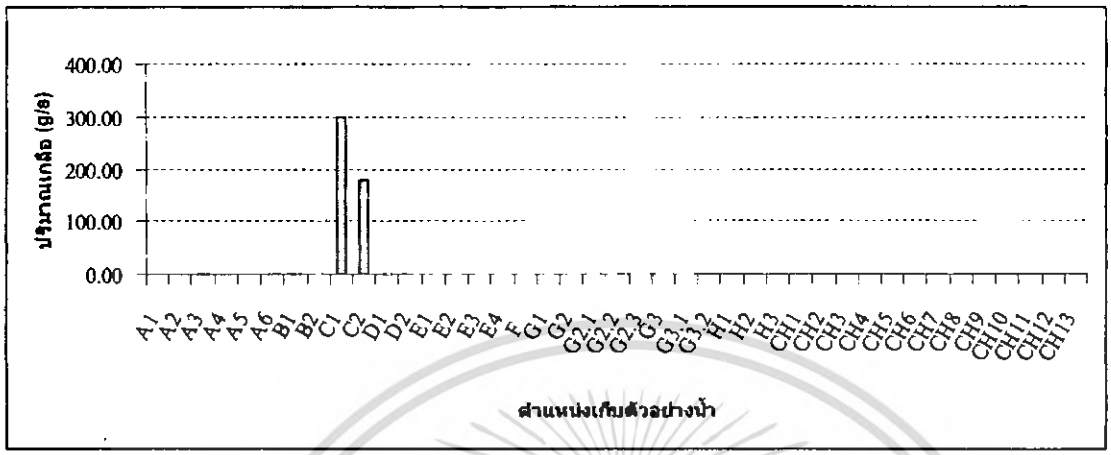
รูปที่ 4.28. แสดงค่าความเค็มจากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 การทดสอบครั้งที่ 1 จะตรวจพบค่าความเค็มประมาณ 0.1 จุดที่ไม่มีค่าความเค็มคือจุด E1 , C1 ค่าความเค็มที่ตรวจพบสามารถนำมาวิเคราะห์การกระจายของความเค็มได้

ครั้งที่ 2 การทดสอบครั้งนี้ได้มีการนำเครื่องมือวัดหาค่าความเค็มโดยเฉพาะทำให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น ในครั้งนี้ไม่มีการตรวจพบความเค็มตลอดแนวลำน้ำก่ำ จะตรวจพบที่ลำน้ำบังและจุดเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมโดยจะมีค่าสูงสุดที่จุด CH13 = 0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4. การวิเคราะห์อัตราการเกิดปริมาณเกลือ



รูปที่ 4.29. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งเก็บน้ำ และปริมาณเกลือ

จากการทดสอบหาค่าความเค็มของน้ำ ทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณเกลือที่เกิดขึ้นได้แนวโน้มของกราฟค่าปริมาณเกลือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบทั้งสองครั้ง สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1. คุณภาพของน้ำผิวดิน

จากการศึกษาคุณภาพของน้ำผิวดินและลักษณะทางกายภาพ โดยเฉพาะค่าความเค็มของแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำจะพบว่าคุณภาพของน้ำผิวดินได้ค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินโดยทั่วไป จากการทดสอบทั้งสองครั้งตามแนวลุ่มน้ำก่ำไปจนถึงหนองหานโดยถือว่าค่าความเค็มในครั้งที่สองได้ค่าที่ถูกต้องที่สุดเพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเค็มโดยเฉพาะ จากผลการทดสอบไม่ตรวจพบค่าความเค็มตามแนวลุ่มน้ำก่ำและหนองหาน แต่จะตรวจพบความเค็มที่ลุ่มน้ำบังซึ่งอาจจะเกิดมาจากการกระจายตัวของความเค็มของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำบัง จากผลการทดสอบคุณภาพดินจะตรวจพบดินเค็มในบริเวณ บ้านบ่อคอกซ้อน บ้านน้ำบ่อ บ้านฉันทะ บ้านพระซองน้อย ซึ่งส่งผลต่อการกระจายความเค็มของดินลงสู่ลำน้ำบัง จากการตรวจสอบลำน้ำบังทั้งสองครั้งก็พบความเค็มแต่มีปริมาณที่น้อยพอลำน้ำบังไหลลงสู่ลำน้ำก่ำซึ่งเป็นลำน้ำสายใหญ่ที่มีปริมาณน้ำมาก ทำให้ความเค็มเจือจางจนไม่สามารถตรวจพบได้เลย แต่ในอนาคตอาจจะมีปริมาณของความเค็มกระจายตัวมากขึ้นส่งผลต่อการเกษตรกรรมและบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำได้ และการเก็บน้ำตัวอย่างและทดสอบในแต่ละช่วงของฤดูกาลก็มีผลต่อการกระจายของความเค็มของน้ำ และจากการเก็บตัวอย่างน้ำเพิ่มเติมนอกเหนือขอบเขตของการศึกษาตามแนวลุ่มน้ำในพื้นที่อำเภอเรณูนครตรวจพบค่าความเค็มในพื้นที่ซึ่งส่วนมากจะเป็นบริเวณลำธาร ห้วยและ หนองน้ำขนาดเล็กซึ่งในอนาคตน่าจะมีการศึกษาในบริเวณพื้นที่นี้และตามแนวลุ่มน้ำบังต่อไป การแสดงผลค่าความเค็ม ดังรูปที่ 3.45

5.2. ปริมาณของน้ำผิวดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก่ำ

จากการศึกษาถึงปริมาณน้ำผิวดินลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำก่ำลุ่มน้ำก่ำจะพบว่าตามแนวลุ่มน้ำก่ำไปจนถึงต้นน้ำคือหนองหานจะมีประตูระบายน้ำขนาดใหญ่เพื่อใช้ควบคุมการปล่อยน้ำ ซึ่งในครั้งที่สองที่ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำมีการปล่อยน้ำมาพอดีทำให้ในวันที่ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อนข้างจะมีปริมาณน้ำมากกว่าในครั้งแรกซึ่งอาจส่งผลต่อค่าคุณภาพของน้ำในการทดสอบได้ ลักษณะของลำน้ำก่ำเป็นลำน้ำที่มีขนาดใหญ่หน้าตัดลำน้ำที่ได้จึงมีขนาดใหญ่แต่ไม่ลึกมากจะมีบางจุดเท่านั้นที่มีความลึกพอสมควร มีลักษณะคดเคี้ยวไปตามแนวภูมิประเทศ เกิดการกัดเซาะของน้ำตามแนวคลิ่งโดยทั่วไปส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนของหน้าตัดลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดฤดูกาล ลักษณะต้นน้ำคือหนองหาน จะเป็นหนองน้ำขนาดใหญ่มากอยู่ภายในพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร มีขนาดพื้นที่ 52,804 ไร่ จะมีน้ำตลอดปีมีความลึกไม่มากประมาณ 2 - 3 m จะมีสาหร่ายน้ำและวัชพืชกระจายอยู่ทั่วไปจากการศึกษาไม่พบความเค็ม

5.3. การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพของแหล่งน้ำและดินในบริเวณลุ่มน้ำก่ำและในเขตพื้นที่ชลประทาน ลักษณะคุณภาพ ของน้ำในแต่ละจุดลักษณะของการกระจายความเค็มในแต่ละพื้นที่และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการกระจายของความเค็ม ซึ่งถือว่าเป็นการศึกษาในขั้นต้นก่อนที่จะมีการสร้างอ่างเก็บน้ำ สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ถึงผลกระทบต่างๆที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและนำไปใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาก่อนที่จะเกิดขึ้นได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหา

6.1. ปัญหาจากการกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ

1. จากการเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำนั้น ถูกจำกัดในเรื่องของสะพานข้ามแหล่งน้ำ เนื่องจากการเก็บน้ำจากสถานที่จริงต้องเก็บที่กึ่งกลางลำน้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บที่สะพานถึงจะทำให้เก็บตัวอย่างน้ำเป็นไปตามการวางแผนของโครงการ ซึ่งส่งผลให้การเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำถูกจำกัด ทำให้เข้าถึงพื้นที่จริงได้ไม่ทั่วถึง
2. อุปสรรคจากแหล่งน้ำที่มีความลึกมาก ทำให้ไม่สามารถวัดระดับน้ำและได้จริง เนื่องจากในบริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำไม่มีมาตรวัดระดับน้ำ และไม่มีประตูน้ำ

<u>การแก้ปัญหา</u> ทำการใช้อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากพอ แล้วผูกเชือกที่อุปกรณ์ ทำการกำหนดระดับความลึกที่เส้นเชือก แล้วหย่อนอุปกรณ์ลงไปในน้ำให้ถึงท้องน้ำ แล้วอ่านระดับที่ระดับผิวน้ำจากเชือกที่ได้กำหนดระดับไว้

3. ปัญหาจากอุปกรณ์เก็บน้ำมีสภาพชำรุด เช่น วาล์วเปิด-ปิดน้ำชำรุด นำมาซ่อมแซมเพื่อให้สามารถใช้งานได้

<u>การแก้ปัญหา</u> 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). พิมพ์ที่ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม.
- โกศล วงศ์สวรรค์, สถิต วงศ์สวรรค์ และ สุธีลา ตุลยะเสถียร, มลพิษสิ่งแวดล้อม (ปัญหาสังคมไทย). พิมพ์ครั้งที่ 2. พิมพ์ที่ อมรการพิมพ์.
- วริชา จิระพินทุ, ภิดินันท์ ชาตะโชติ และ สุเมธ สันทัดวัฒนา, 2548. การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 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