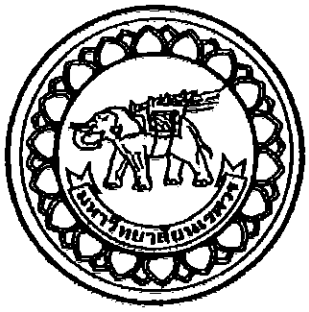


การศึกษาคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

THE STUDY OF WATER SUPPLY QUALITIES IN NARESUAN UNIVERSITY

นางสาวสุปราณี	กิตติจารุขจร	รหัส 50362726
นางสาวทิพย์วรรณ	ทองบุศย์	รหัส 50365703
นางสาวปานสกุน	ปาลาศ	รหัส 50365864
นายศิระณัชจ์	เชื้อพวน	รหัส 50365871

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 155120 50
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว522 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การศึกษาคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ดำเนินโครงงาน

นางสาวสุปราณี	กิตติจารุขจร	รหัส 50362726
นางสาวทิพย์วรรณ	ทองบุศย์	รหัส 50365703
นางสาวปานสกุน	ปาลาศ	รหัส 50365864
นายศิระณัชช์	เชื้อพวน	รหัส 50365871

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวสุปราณี	กิตติจารุขจร	รหัส 50362726
	นางสาวทิพย์วรรณ	ทองบุศย์	รหัส 50365703
	นางสาวปานสกุน	ปาลาศ	รหัส 50365864
	นายศิระณัชช์	เชื้อพวน	รหัส 50365871
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2553		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปากับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่างทั้งหมด 16 จุด เก็บเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 7 เดือน นำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ดังนี้ พีเอช อุณหภูมิ สี ความขุ่น คลอรีน ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง ฟลูออไรด์ ไนไตรทไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ของแข็งละลายน้ำ สภาพการนำไฟฟ้า คลอไรด์และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการศึกษาพบว่าน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรมี ค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 ค่าหน่วยสีเฉลี่ยเท่ากับ 6 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.6 องศาเซลเซียส ค่าความขุ่นเฉลี่ยเท่ากับ 1.3 หน่วย ค่าไนไตร์ทไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าคลอรีนเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ค่าคลอไรด์เฉลี่ยเท่ากับ 8.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างเฉลี่ย 8.96 มิลลิกรัมต่อลิตรเอสแคลเซียมคาร์บอนเนต ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 188.7 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยเท่ากับ 79.1 มิลลิกรัมต่อลิตรเอสไบคาร์บอเนต ค่าความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากับ 9 มิลลิกรัมต่อลิตรเอสไบคาร์บอเนต ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 124.5 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าฟลูออไรด์เฉลี่ยเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 67.6 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคพบว่าน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

Project title	The Study of Water Supply Quality in Naresuan University.		
Name	Miss.Supranee	Kittijarukhajorn	ID. 50362726
	Miss. Thippawan	Thongboot	ID. 50365703
	Miss. Pansakun	Palat	ID. 50365864
Project advisor	Mr. Siranat	Chuapuan	ID. 50365871
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2010		

.....

Abstract

The objective of this study were to evaluate water supply quality in Nareasuan University and compare water supply quality with the Standard Water Supply standard of Provincial. The study process was collected water 16 samples, that have standard of pipe in layout at Nareasuan University. Water of reservoir for seven months, that to find pH, Temperature, Color, Turbidity, Total Chlorine, Acidity, Alkalinity, Nitrite-nitrogen, Nitrate-nitrogen Total Dissolved Solid, Conductivity , Chloride and Total Coli form Bacteria

The result were shown that the water supply in the reservoir has average pH as 7.2 ,average Color as 6 unit, average Temperature as 28.6 $^{\circ}C$, average Turbidity as 1.3 NTU, average Nitrite-Nitrogen as 0.4 mg/L, average Nitrate-Nitrogen as 2.3 mg/L, average Chlorine as 0.08, average Chloride as 8.05 mg/L, average Hardness as 8.96 mg/L as $CaCO_3$, average Conductivity as 188.7 µs/cm, average Alkalinity as 79.1 mg/L as $CaCO_3$, average Acidity as 9 mg/L as $CaCO_3$,average Total Dissolved Solid as 124.5 mg/L, average Fluoride as 0.3 mg/L, average Total Coli Form Bacteria as 67.6 per 100 mL When compare with the Standard Water Supply of Provincial, that met the water supply in Nareasuan University doesn't pass the Standard Water Supply of Provincial.

กิตติกรรมประกาศ

ตามที่โครงงานศึกษาคุณภาพน้ำประปาในมหาวิทยาลัยสำเร็จได้ด้วยดี สืบเนื่องจากการได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ที่ปรึกษาโครงงาน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะจัดทำโครงงานมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำทุกคนมีความสำนึกในความกรุณาและขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ และ ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท พร้อมด้วยฝ่ายปฏิบัติการสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมภาควิชาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำแนะนำในเนื้อหาของโครงงานที่ไม่ครบถ้วนและคอยช่วยเหลือทางการปฏิบัติทั้งเครื่องมือและคำแนะนำในการทดลอง

สุดท้ายนี้คณะใคร่ขอขอบคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังใจ ทุนทรัพย์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานทุกสิ่งจนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินงาน

มีนาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น	4
2.1 น้ำประปา	4
2.2 แหล่งน้ำดิบ	4
2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา	10
2.4 ระบบจ่ายน้ำประปา	20
2.5 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำประปา	27
2.6 ระบบประปามหาวิทยาลัยนเรศวร	34
2.7 ระบบท่อ	38
2.8 มาตรฐานน้ำประปา	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน	41
3.1 วิธีการทดลอง	41
3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา	44
3.3 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่างน้ำประปา	47
3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	49
4.1 อุณหภูมิ	50
4.2 หน่วยสี	52
4.3 พีเอช	54
4.4 ความขุ่น	56
4.5 คลอรีน	58
4.6 คลอไรด์	61
4.7 สภาพการนำไฟฟ้า	63
4.8 ความเป็นกรด	65
4.9 ความเป็นด่าง	67
4.10 ความกระด้าง	69
4.11 ฟลูออไรด์	71
4.12 ไนไตร์ท	73
4.13 ไนเตรท	75
4.14 ของแข็งละลายน้ำ	77
4.15 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	79
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	82
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	82
5.2 ข้อเสนอแนะ	85
เอกสารอ้างอิง	86
ภาคผนวก ก	87
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	103

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
2.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย	7
2.2 คุณภาพน้ำใต้ดินทั่วไป	9
2.3 คุณภาพน้ำฝนทั่วไป	10
2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาการประปาส่วนภูมิภาค	40
3.1 แสดงพารามิเตอร์ วิธีการวิเคราะห์	48
3.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคที่ใช้เปรียบเทียบ	49
4.1 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ	51
4.2 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของหน่วยสี	53
4.3 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของพีเอช	55
4.4 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของความขุ่น	57
4.5 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยคลอรีน	60
4.6 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยคลอไรด์	62
4.7 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้า	64
4.8 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความเป็นกรด	66
4.9 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง	68
4.10 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความกระด้าง	70
4.11 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยฟลูออไรด์	72
4.12 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของไนไตร์ท	74
4.13 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของไนเตรท	76
4.14 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำ	78
4.15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	80
5.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	83

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วัฏจักรของน้ำ	5
2.2 แสดงรูปแบบของถังเกรอะหรือบ่อเกรอะ	6
2.3 ลักษณะน้ำใต้ดิน	8
2.4 ระบบถังกวนเร็วแบบต่างๆ	12
2.5 ระบบถังกวนช้าแบบต่างๆ	13
2.6 ประเภทของถังตกตะกอน	14
2.7 ถังกรองช้า	15
2.8 เครื่องกรองเร็ว	15
2.9 เครื่องกรองความดัน	16
2.10 ระบบผลิตประปาจากน้ำบาดาล	19
2.11 ระบบผลิตประปาจากอ่างเก็บน้ำ	19
2.12 ระบบผลิตประปาจากน้ำผิวดิน	20
2.13 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีโน้มถ่วงของโลก	21
2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบน้ำ	21
2.15 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายร่วมกับหอถังสูง	22
2.16 แสดงถังเก็บน้ำบนพื้นดิน	23
2.17 หอถังสูง	24
2.18 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแขนง	25
2.19 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบวงจร	26
2.20 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบรวมกัน	26
2.21 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร	35
3.1 แผนผังประปามหาวิทยาลัย	43
3.2 โรงผลิตประปา	44
3.3 หอพักนิสิต	44
3.4 จุดจ่ายน้ำประปา	44
3.5 วิศวกรรมศาสตร์	44
3.6 วิทยาศาสตร์	44
3.7 หอพักมน.นิเวศ 4	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.8	ศูนย์วิจัยพลังงาน	45
3.9	คณะเกษตรศาสตร์	45
3.10	คณะมนุษยศาสตร์	45
3.11	อาคารอเนกประสงค์	45
3.12	อาคารมิ่งขวัญ	45
3.13	โรงพยาบาล	45
3.14	หอพักแพทย์และพยาบาล	46
3.15	หอพักนิสิตแพทย์	46
3.16	คณะเภสัชศาสตร์	46
3.17	คณะแพทยศาสตร์	46
4.1	อุณหภูมิรวม	51
4.2	อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 1	52
4.3	อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 2	52
4.4	อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 3	52
4.5	หน่วยสี	54
4.6	หน่วยสี เส้นท่อที่ 1	54
4.7	หน่วยสี เส้นท่อที่ 2	54
4.8	หน่วยสี เส้นท่อที่ 3	55
4.9	ค่าพีเอช	56
4.10	ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 1	56
4.11	ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 2	56
4.12	ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 3	57
4.13	ความขุ่น	58
4.14	ความขุ่น เส้นท่อที่ 1	58
4.15	ความขุ่น เส้นท่อที่ 2	58
4.16	ความขุ่น เส้นท่อที่ 3	59
4.17	คลอรีนรวม	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.18 คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 1	60
4.19 คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 2	61
4.20 คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 3	61
4.21 คลอไรด์	62
4.22 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 1	63
4.23 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 2	63
4.24 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 3	63
4.25 สภาพการนำไฟฟ้า	64
4.26 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 1	65
4.27 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 2	65
4.28 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 3	65
4.29 ความเป็นกรด	66
4.30 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 1	67
4.31 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 2	67
4.32 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 3	67
4.33 ความเป็นด่าง	68
4.34 ความเป็นด่าง เส้นท่อที่ 1	69
4.35 ความเป็นด่าง เส้นท่อที่ 2	69
4.36 ความเป็นด่าง เส้นท่อที่ 3	69
4.37 ความกระด้าง	71
4.38 ความกระด้างเส้นท่อที่ 1	71
4.39 ความกระด้างเส้นท่อที่ 2	71
4.40 ความกระด้าง เส้นท่อที่ 3	72
4.41 ฟลูออไรด์	73
4.42 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 1	73
4.43 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 2	73
4.44 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 3	74
4.45 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน	75
4.46 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 1	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.47 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 2	75
4.48 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 3	76
4.49 ไนเตรท-ไนโตรเจน	77
4.50 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 1	77
4.51 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 2	77
4.52 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 3	78
4.53 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	79
4.54 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 1	79
4.55 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 2	79
4.56 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 3	80
4.57 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	81
4.58 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 1	81
4.59 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 2	81
4.60 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 3	82
5.1 แสดงจุดผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค	85

บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินโครงงาน เรื่องการศึกษาคุณภาพระบบโครงข่ายน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้โครงการบรรลุผลสำเร็จ จำเป็นต้องมีการศึกษาและจัดแผนการดำเนินงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

มหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งได้รับความสนใจจากบุคคลภายนอกที่จะเข้ามาศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยแห่งนี้ เป็นเหตุให้ทางมหาวิทยาลัยต้องมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการขยายพื้นที่ ก่อสร้างองค์อาคารเพิ่มเติม บำรุงถนนหนทางให้มีการเดินทางได้สะดวกมากขึ้น รวมถึงการขยายระบบโครงข่ายน้ำประปาให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการในการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคซึ่งนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ดังนั้นในการศึกษาคุณภาพน้ำประปาจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทราบถึงคุณภาพน้ำใช้ภายในมหาวิทยาลัย จากระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีผู้ทำโครงการศึกษาระบบโครงข่ายน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย อาทิเช่น สมใจและคณะ (2541) เป็นโครงการศึกษาปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการศึกษานี้มุ่งเน้นตรวจสอบปริมาณคลอรีนในน้ำเป็นหลัก ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณลักษณะทางด้านเคมีเพียงอย่างเดียว หากดูจากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปา (การประปาส่วนภูมิภาค) นั้นจะมีทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะทางสารเป็นพิษและคุณลักษณะทางจุลชีววิทยา ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาโดยจะทำการตรวจสอบคุณลักษณะสามด้าน คือคุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะทางจุลชีววิทยา เพื่อให้ได้ค่าบ่งชี้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวไปใช้เปรียบเทียบกับมาตรฐานจริงได้มากที่สุด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ให้กับมหาวิทยาลัยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำประปาในเส้นท่อของมหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.2 เพื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาที่ได้เป็นข้อมูลสำหรับมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ใช้ประกอบการดำเนินงานเกี่ยวกับระบบประปาของมหาวิทยาลัย

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

เก็บตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 16 แห่ง จากระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร เดือนละ1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 โดยทำการวิเคราะห์ตามดัชนีชี้วัดดังนี้ พีเอช อุณหภูมิ สี คลอรีน คลอไรด์ ความกระด้าง ความเป็นกรดด่าง สภาพการนำไฟฟ้า ฟลูออไรด์ ของแข็งแขวนลอย โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนไตร์ท ไนเตรท ความขุ่น พร้อมทั้งนำค่าการวิเคราะห์ที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 งานรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 งานทดสอบภาคสนาม

1.5.3 งานวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5.4 งานจัดทำรายงานเนื้อหาของโครงงานและสรุปผลโครงงาน

1.5.5 งานนำเสนอโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ประเภทงาน	มิ.ย. 53	ก.ค. 53	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54	ก.พ. 54	มี.ค. 54
รวบรวมข้อมูล	←	→								
ทดสอบภาคสนาม		←	—	—	—	—	—	—	→	
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง		←	—	—	—	—	—	—	—	→
จัดทำเนื้อหาและสรุปโครงงาน								←	—	→
นำเสนอโครงงาน									←	→

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	2,000	บาท
2. ค่าวัสดุอุปกรณ์สำนักงาน	2,000	บาท
รวมเป็นเงิน	4,000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 น้ำประปา

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์ต่างๆ ตลอดจนถึงพืชและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น หากแต่ในมนุษย์มีความต้องการน้ำหรือนับได้ว่าน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญยิ่งในร่างกายของมนุษย์เรา อีกทั้งยังเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้เพื่อดำรงชีพได้ต่อไป ทั้งนี้มนุษย์ได้ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคเรื่อยมา ดังนั้นมนุษย์เราจึงต้องมีการแสวงหาแหล่งน้ำที่มีความสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกใดๆ ด้วยเหตุนี้เราจึงได้มีการพัฒนา ประยุกต์ขั้นตอนและกระบวนการผลิตน้ำเพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพตามความต้องการ

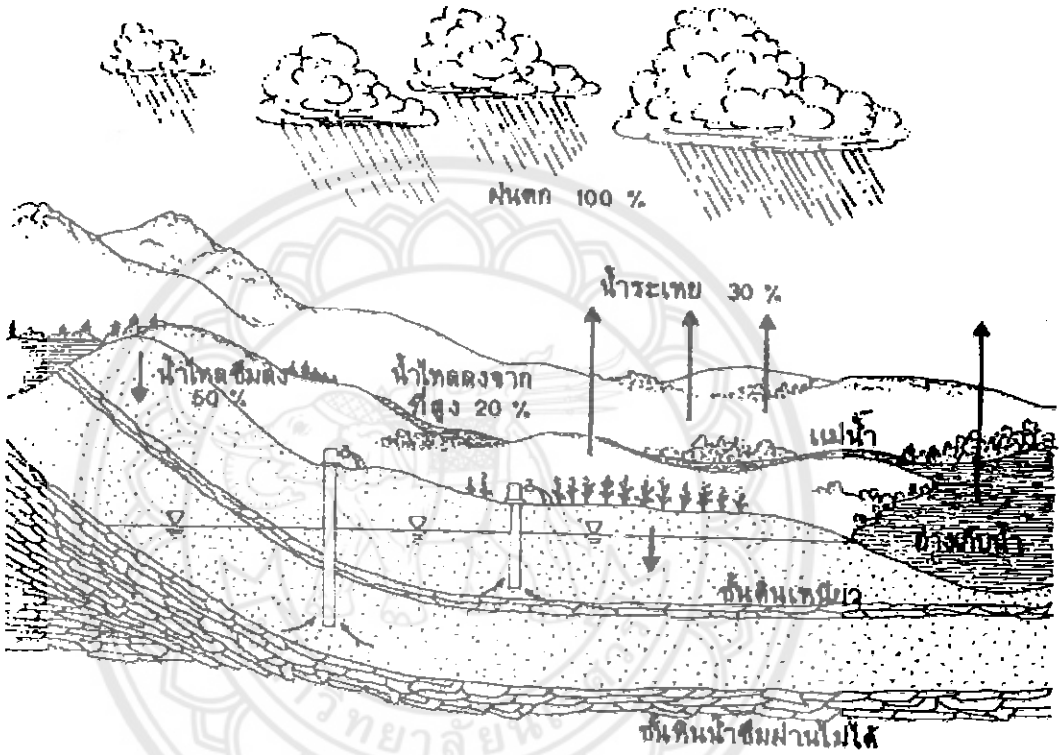
ในการผลิตน้ำประปาเป็นกระบวนการที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าเป็น กระบวนการที่สามารถผลิตน้ำให้มีความสะอาด และมีคุณภาพที่เราสามารถนำมาใช้เพื่อ การอุปโภคและบริโภคได้เป็นอย่างดี นับตั้งแต่อดีตมนุษย์เราสามารถคิดและสร้างระบบประปาไว้ใช้ หากแต่มีเพียงบ่อตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำได้เป็นเพียงน้ำใสเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ ต่อมาเนื่องด้วยคุณภาพของแหล่งน้ำเริ่มมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนอยู่มาก เราจึงได้มีการพัฒนาระบบประปาให้มีประสิทธิภาพดีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยได้มีการเพิ่มระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำและการกรองน้ำซึ่งในปัจจุบันกระบวนการผลิตน้ำประปาก็ยังได้มีการพัฒนาให้กระบวนการผลิตน้ำประปาให้มีคุณภาพสูงสุด

2.2 แหล่งน้ำดิบ

น้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปานั้นนับวันจะมีปริมานน้อยลงและมีคุณภาพที่ไม่ดีทำให้ระบบผลิตน้ำประปาในอนาคตจะต้องมีการเพิ่มและพัฒนากระบวนการผลิตให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำดิบ

น้ำดิบในแหล่งต่างๆเกิดขึ้นจาดวงจรน้ำ ซึ่งนิยมเรียกว่าวัฏจักรน้ำ ดังรูปที่ 2.1 ความหมายของวัฏจักรน้ำ หมายถึงวงจรของน้ำที่เกิดขึ้นในธรรมชาติซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่มีวันจบสิ้นเหมือนวงจร เมื่อโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็จะทำให้น้ำบนผิวโลกเกิดการระเหยเป็นไอน้ำลอยสู่บรรยากาศเบื้องบน ซึ่งส่วนใหญ่ไอน้ำนี้เกิดจากการระเหยของน้ำทะเลและมหาสมุทร เป็นส่วนใหญ่นอกจากนี้ยังระเหยจากพื้นผิวดิน แม่น้ำ ลำธาร พืช สำหรับประเทศไทยนั้น น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นแหล่งเดียวที่ได้รับมา ซึ่งแตกต่างกับของประเทศทางตอนบนที่มีน้ำที่เกิดจากการละลายของหิมะอีกส่วนหนึ่ง น้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นโลก ส่วนหนึ่งจะซึมลงไปในดิน ซึ่งดินชั้นบนหรือชั้นผิวดินจะอุ้มน้ำได้จำนวนหนึ่ง โดยสามารถช่วยทำให้พืชเจริญงอกงามได้ และน้ำดูดขึ้นมานั้นก็จะระเหยออกจากต้นพืชกลายเป็นไอน้ำ

ลอยขึ้นสู่บรรยากาศ บางส่วนของน้ำที่ซึมลงในดินก็จะซึมต่อไปด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะถ้าเป็นชั้นดินพวกทราย กรวดและถ้าเป็นชั้นดินพวกดินเหนียว ดินดาน หินดาน ก็จะทำหน้าที่กักขังน้ำไว้กลายเป็นน้ำใต้ดินและน้ำอีกส่วนจะมีการไหลลงสู่ลำธาร คลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ ทะเล มหาสมุทร ในที่สุดน้ำเหล่านี้ก็ระเหยอีกครั้งหนึ่งเป็นวัฏจักรที่ไม่มีวันสิ้นสุด



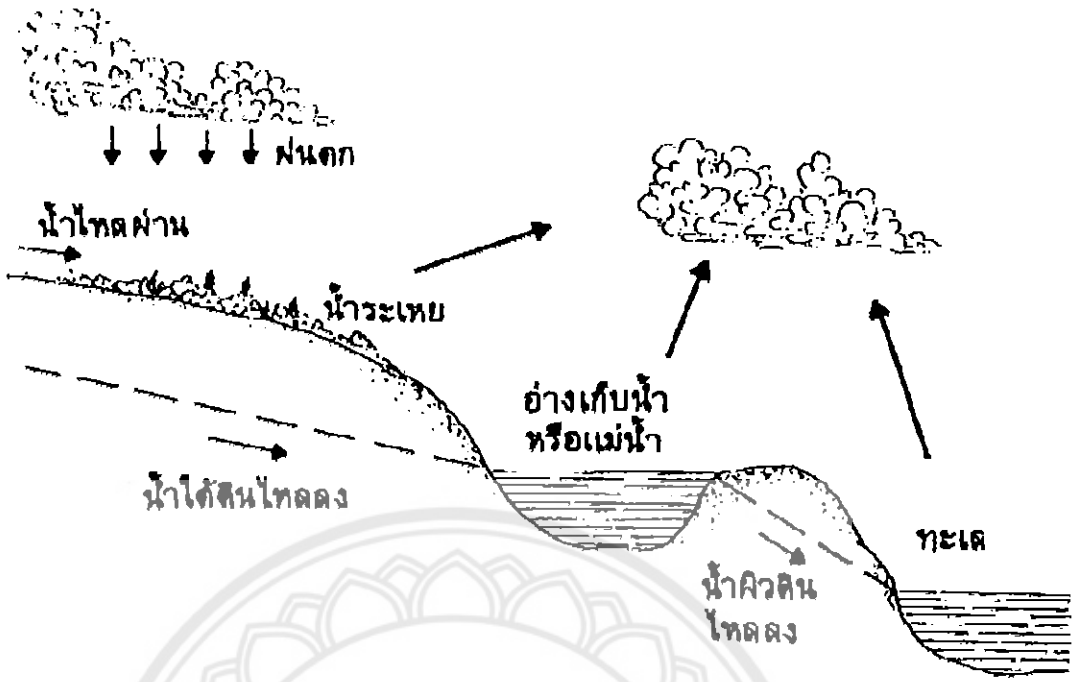
รูปที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ

ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

จากปรากฏการณ์ของน้ำที่เกิดในธรรมชาติ แหล่งน้ำดิบสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.2.1 น้ำผิวดินทั่วไป

น้ำผิวดินเป็นแหล่งที่มีประโยชน์สำหรับประเทศไทยมากที่สุด ในที่นี้เป็นแหล่งน้ำจืดเท่านั้น โดยมีความหมายว่าเป็นส่วนของน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามลำธาร คลอง แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ และยังรวมถึงส่วนน้ำที่ไหลล้นออกจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ปริมาณผิวน้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณที่มีระดับสูงกว่าอ่างเก็บน้ำ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 น้ำผิวดิน

ที่มา : เกรียงศักดิ์ , 2539

2.2.1.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไป

น้ำผิวดินทั่วไปจะขาดคุณภาพที่ดี เช่นมีความขุ่น กลิ่น สี และเชื้อโรคต่างๆ โดยเฉพาะน้ำผิวดินที่ไหลผ่านย่านชุมชนหรือย่านอุตสาหกรรม ถ้าน้ำผิวดินมีสารเคมีปนเปื้อนมาก จะยากที่จะบำบัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ด้วยราคาถูก สำหรับตะกอนหรือจุลชีพที่อยู่ในน้ำผิวดิน อาจถูกกำจัดเพื่อทำเป็นน้ำประปาได้ไม่ยากนัก ในตารางที่ 2.1 แสดงคุณภาพน้ำผิวดินที่ไหลอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่มีความสะอาดพอสมควร

2.2.1.2 อ่างเก็บน้ำ

เป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากต่อการเก็บกักน้ำเพื่อนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยมากอ่างเก็บน้ำจะรับน้ำมาจากน้ำฝนที่ไหลลงจากพื้นที่ที่สูงกว่ามารวมกันในอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นความหมายของอ่างเก็บน้ำคือ ทะเลสาบน้ำจืดที่สร้างขึ้นโดยการก่อสร้างเพื่อขวางปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติ ทำให้เกิดแหล่งเก็บกักน้ำฝนให้ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

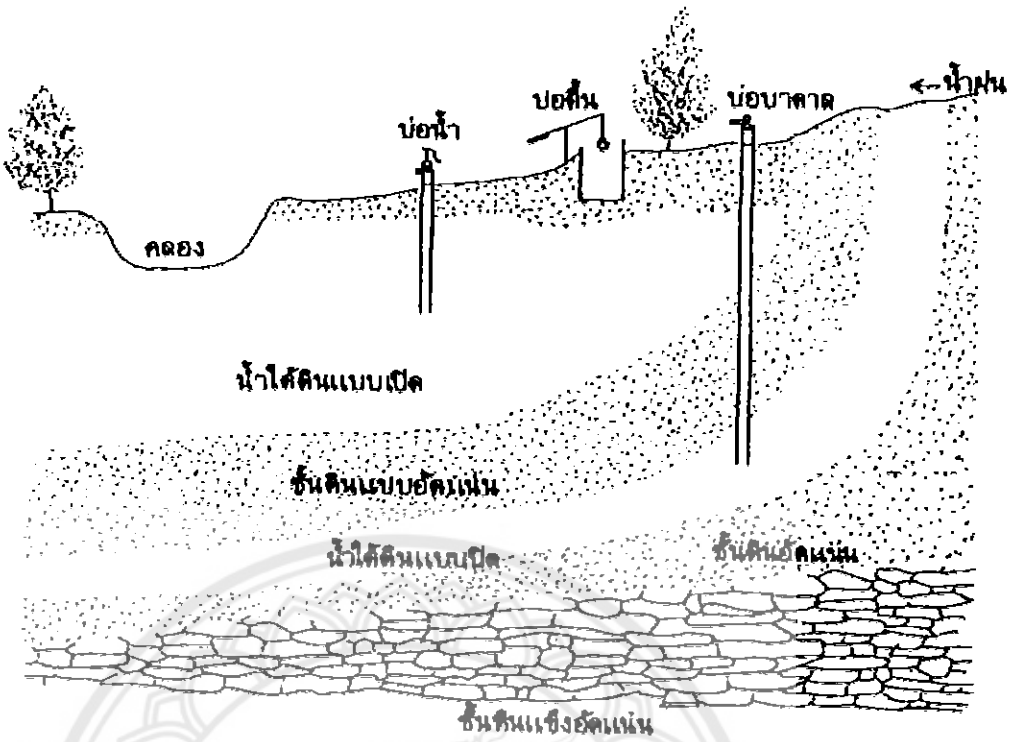
ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย

คุณภาพ	ปริมาณ	คุณภาพ	ปริมาณ
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น,NTU	50	สี , หน่วยสี	50
ตะกอนละลายน้ำ (TDS), mg/L	150		
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน, mg/L	3	ฟอสฟอรัส , mg/L	0.05
ความกระด้าง	90	ความเป็นด่าง , mg/L	100
pH	7.5	แคลเซียม , mg/L	30
แมกนีเซียม, mg/L	20	โซเดียม , mg/L	20
โปรแตสเซียม, mg/L	2	เหล็ก , mg/L	0.5
ซัลเฟต, mg/L	20	คลอไรด์ , mg/L	25
ฟลูออไรด์, mg/L	0.2	ไนเตรท , mg/L	0.5
ทางชีววิทยา :			
โคโลฟอร์ม, MPN/100 mL	2000	ไวรัส , pfu/100 mL	10

ที่มา : เกรียงศักดิ์ , 2539

2.2.2 น้ำใต้ดินทั่วไป (Ground water)

เป็นน้ำที่อยู่ในชั้นดินบนพื้นผิวโลก โดยเป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างของชั้นดินหรือหิน ซึ่งต้นกำเนิดของน้ำใต้ดินมาจากน้ำในบรรยากาศและน้ำผิวดิน โดยปกติคุณภาพน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ดี เช่น มีความใสปราศจากตะกอนความขุ่น ปราศจากเชื้อจุลชีพ เนื่องจากถูกกรองด้วยชั้นดิน แต่สำหรับคุณภาพทางเคมีของน้ำใต้ดินมักจะไม่แน่นอนเพราะจะมีแร่ธาตุและสารเคมีละลายปะปนอยู่ในน้ำโดยมีปริมาณมากกว่าน้ำผิวดินรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2.3 ลักษณะน้ำใต้ดิน

ที่มา : เกรียงศักดิ์ , 2539

2.2.2.1 ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน

ชั้นดินหรือชั้นหินที่มีน้ำจนอิ่มตัว และมีปริมาณน้ำมากพอที่จะนำขึ้นมาใช้นิยมเรียกว่าชั้นให้น้ำโดยชั้นให้น้ำมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

ก. ชั้นให้น้ำแบบเปิด (Unconfined Aquifiers) เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินระดับตื้นระดับน้ำน่าจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เช่นฤดูแล้งระดับน้ำจะอยู่ลึก ฤดูฝนระดับน้ำจะอยู่ตื้น

ข. ชั้นให้น้ำแบบปิด (Confined Aquifiers) เป็นชั้นที่มักอยู่ใต้ผิวดินที่ลึกลงไปอีก โดยที่มีชั้นของดินหรือหินที่ซึมผ่านได้ยากปกคลุมด้านบน ทำให้น้ำในชั้นนี้มีความดันมลพิษจากพื้นดินยากที่จะลงไปปนเปื้อนน้ำในชั้นนี้ได้ แต่อาจมีแร่ธาตุต่างๆได้ เนื่องจากน้ำในชั้นนี้อาจมีการซึมผ่านหินเกลือหรือพวกสนิมเหล็กได้

2.2.2.2 คุณภาพน้ำใต้ดิน

คุภาพน้ำใต้ดินจะมีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่หนึ่งกับอีกสถานที่หนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของชุมชนที่อยู่รอบๆพื้นที่ และประเภทของชั้นดิน ดังนั้นขณะที่ทำการขุดสำรวจแหล่งน้ำใต้ดินจำเป็นต้องทราบว่าขุดน้ำบาดาลลึกกี่เมตร มีความสามารถในการขุดขึ้นมาใช้ได้กี่ ลบ.ม. ต่อนาที มีคุณภาพของน้ำบาดาลเป็นอย่างไร ถ้ามีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการบำบัดให้เป็นน้ำสะอาดเสียก่อน สำหรับในตารางที่ 2.2 จะได้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำใต้ดินทั่วไป

ตารางที่ 2.2 คุณภาพน้ำใต้ดินทั่วไป

คุณภาพ	ขนาด	คุณภาพ	ขนาด
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น, NTU	0.5	สี , หน่วยสี	50
ตะกอนละลายน้ำ (TDS), mg/L	250		
ทางเคมี :			
ไนโตรเจน, mg/L	10	ฟอสฟอรัส , mg/L	0.01
ความกระด้าง, mg/L	120	ความเป็นด่าง , mg/L	150
pH	7.5	แคลเซียม , mg/L	40
แมกนีเซียม, mg/L	5	โซเดียม , mg/L	5
โปแตสเซียม, mg/L	2	เหล็ก , mg/L	0.1
ซัลเฟต, mg/L	10	คลอไรด์ , mg/L	25
ฟลูออไรด์, mg/L	0.1	ไนเตรท , mg/L	10
ทางชีววิทยา :			
โคโลฟอร์ม, MPN/100 mL	100	ไวรัส , pfu/100 mL	1.0

ที่มา: เกรียงศักดิ์ , 2539

2.2.3 น้ำฝน

น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดในโลก น้ำฝนที่ตกลงมาจะถูกนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปา โดยมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนไม่มากนัก

ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงลักษณะของแหล่งน้ำฝนทั่วไป ลักษณะของแหล่งน้ำฝน แหล่งน้ำฝนมีความใสสะอาดมากกว่าน้ำธรรมชาติชนิดอื่นๆ เพราะเป็นแหล่งน้ำต้นกำเนิดจากบรรยากาศ แต่คุณภาพน้ำฝนจะดีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญๆ คือ คุณภาพอากาศของพื้นที่บริเวณนั้น หลังคาและภาชนะกักเก็บน้ำฝน สำหรับคุณภาพน้ำฝนจะมีคุณภาพที่ดีมีความใสสะอาด ปราศจากแร่ธาตุต่างๆ ตารางที่ 2.3 แสดงคุณภาพน้ำฝนที่ต่างกัน

ตารางที่ 2.3 คุณภาพน้ำฝนทั่วไป

คุณภาพ	ปริมาณ	คุณภาพ	ปริมาณ
ทางกายภาพ :			
ความขุ่น NTU	0		
ตะกอนละลายน้ำ (TDS), mg/L	250		
ทางเคมี :			
แอมโมเนีย , mg/L	10	ฟอสฟอรัส , mg/l	0.01
ความกระด้าง	120	ความเป็นด่าง , mg/l	150
pH	7.0	แคลเซียม , mg/l	40
แมกนีเซียม	2	โซเดียม , mg/l	5
เหล็ก , mg/l	2	คลอไรด์ , mg/l	5
ซัลเฟต , mg/l	10	ไนเตรท , mg/l	0.1
ทางชีววิทยา :			
โคโลฟอร์ม, MPN/100ml	100	ไวรัส , pfu/100 ml	0

ที่มา : เกรียงศักดิ์ , 2539

2.3 กระบวนการผลิตน้ำประปา

เนื่องจากน้ำผิวดินที่มีอยู่ในธรรมชาติส่วนใหญ่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้โดยตรงเพราะอาจมีสารบางอย่างหรือเชื้อโรคต่างๆปะปนอยู่ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคและอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้น้ำ หรืออาจทำให้เกิดโรคระบาดแพร่หลายไปทั่ว ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ได้ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะกับการอุปโภคบริโภคเสียก่อนจึงจะนำไปใช้โดยยึดหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ต้องไม่มีจุลชีพใดๆ หลงเหลืออยู่ในน้ำประปาตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปาจนกระทั่งถึงก๊อกน้ำตามอาคาร

2. ต้องไม่มีพวกสารอินทรีย์ใดๆ ทั้งที่แขวนลอยและละลายอยู่ในน้ำประปา

3. ต้องกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ทั้งทีเป็นสารแขวนลอยและสารที่ละลายอยู่ในน้ำประปา เช่น กำจัดเหล็กออกจากน้ำให้เหลือน้ำที่สุดที่มาตรฐานกำหนดไว้และต้องควบคุมสารพวกฟลูออไรด์ในน้ำประปาให้เหลือไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร

4. ต้องกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ทั้งทีเป็นสารแขวนลอยและสารที่ละลายอยู่ในน้ำประปา เช่น กำจัดเหล็กออกจากน้ำให้เหลือน้ำที่สุดที่มาตรฐานกำหนดไว้และต้องควบคุมสารพวกฟลูออไรด์ในน้ำประปาให้เหลือไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตรต้องกำจัดสีต่างๆ ออกจากน้ำให้หมด

หรืออย่างน้อยไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ต้องกำจัดกลิ่นและรสของน้ำประปาให้ได้มากที่สุดโดยไม่ทำให้น้ำประปามีกลิ่นและรสที่น่ารังเกียจต่อผู้บริโภค

5. ต้องกำจัดสารพิษอันตรายต่างๆ ออกจากน้ำประปาให้หมด ทั้งที่เป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ในลักษณะเรื้อรังและลักษณะฉับพลัน เช่น แคดเมียม ตะกั่ว ฟีนอลและไซยาไนด์

6. ต้องกำจัดสีต่างๆ ออกจากน้ำให้หมดหรืออย่างน้อยไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

7. ต้องกำจัดกลิ่นและรสของน้ำประปาให้ได้มากที่สุด โดยไม่ทำให้น้ำประปามีกลิ่นและรสที่น่ารังเกียจต่อผู้บริโภค

2.3.1 การปรับปรุงคุณภาพขั้นต้น (Pretreatment)

การใช้น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบ คุณภาพน้ำจะมีความสัมพันธ์กับการเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่ให้น้ำ ท่อระบายน้ำ และน้ำที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำในฤดูน้ำดิบที่จะนำมาใช้จะมีพวกอินทรีย์วัตถุและตะกอนดินปนอยู่มาก ส่วนในฤดูร้อนน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำอาจทำให้คุณภาพน้ำดิบต่ำลง จึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อนโดยวิธีดังนี้

2.3.1.1 อ่างเก็บน้ำ (Raw water storage)

แหล่งน้ำที่เป็นน้ำผิวดินมักจะมีอ่างกักเก็บน้ำเพื่อให้เกิดการฟอกตัวเองตามธรรมชาติในการปรับปรุงตัวเองตามธรรมชาตินี้จะทำให้ปริมาณสารแขวนลอย และความกระด้างลดลง แบคทีเรียที่ทำให้เกิดสีจะถูกแคดเผาทำให้ปริมาณลดน้อยลง และโปรโตซัวซึ่งกินแบคทีเรียเป็นอาหารจะเจริญเติบโตและเป็นตัวช่วยให้การฟอกตัวเองของน้ำดีขึ้น

2.3.1.2 ตะแกรง (Screening)

น้ำผิวดินมักมีสิ่งปะปน เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ถุงพลาสติก ตลอดจนสารแขวนลอยต่างๆ ที่เป็นต้นเหตุของความขุ่น จึงจำเป็นต้องกำจัดสิ่งเหล่านี้ออกซึ่งทำได้โดยใช้ตะแกรงซึ่งมีทั้งตะแกรงหยาบและละเอียด

2.3.2 ระบบผลิตน้ำประปา

ประกอบด้วยระบบต่างๆดังต่อไปนี้

2.3.2.1 ถังสร้างตะกอน (Coagulation)

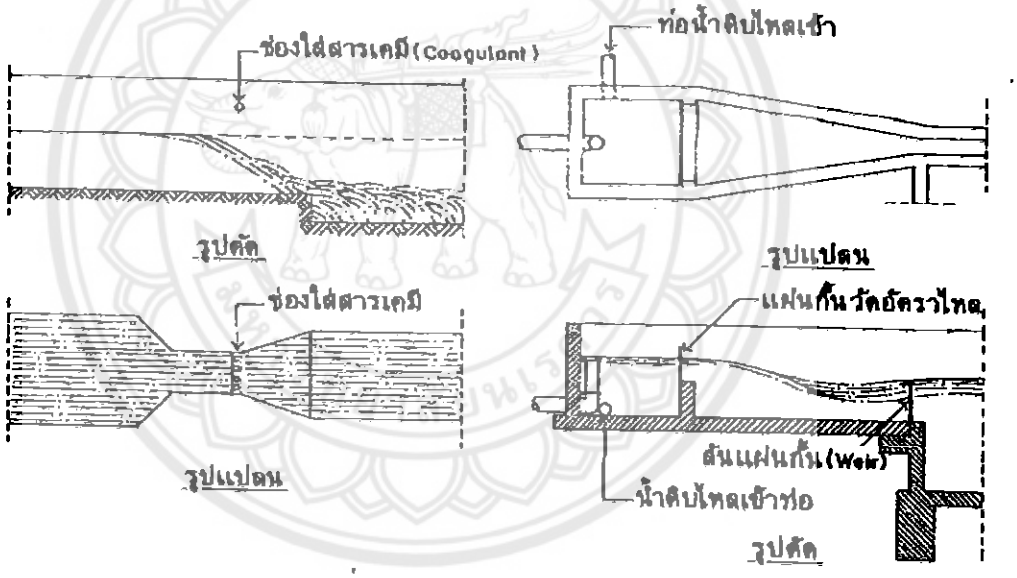
มีจุดประสงค์เพื่อทำให้อนุเล็กๆ จับตัวกันเป็นมวลรวมที่ใหญ่ขึ้น การสร้างตะกอนจะเกิดขึ้นเมื่อเราเติมสารเคมีลงไปแล้วกวนอย่างรวดเร็วเพื่อช่วยให้สารเคมีกระจายอย่างทั่วถึงทำให้อนุเล็กๆ ในน้ำรวมตัวกันได้มากขึ้น ส่วนขั้นตอนซึ่งประกอบไปด้วย การรวมตัวของตะกอน เป็นขั้นตอนถัดจากการสร้างตะกอน คือ การเกิดตะกอน ซึ่งทำให้มวลรวม รวมตัวกันเป็นกลุ่มพร้อมที่จะตกตะกอนได้

ก. ถังกวนเร็ว (Rapid mixing)

คือ การทำให้สารเคมีที่ใส่ลงไปกระจายเข้ากับน้ำดิบได้อย่างทั่วถึง เพื่อให้สารเคมีไปทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ สารเคมีที่ใช้ในการกวนเร็วได้แก่ สารส้ม เฟอรัสซัลเฟต หรือ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ซึ่งมีการเติมหลายวิธีดังรูปที่ 2.4

1) ไฮดรอลิคจั้มพ์ คือ ปรากฏการณ์ที่มวลน้ำที่ไหลด้วยความเร็วสูงแล้วเปลี่ยนเป็นความเร็วต่ำอย่างกะทันหัน เกิดการปั่นป่วนของน้ำ ทำให้การผสมสารเคมีได้ผลดีขึ้น วิธีเหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะวิธีนี้ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เลยทำให้ไม่ต้องเสียเวลาซ่อมแซมดูแลรักษาเครื่องจักร

2) การกวนโดยใช้เครื่องจักรกล (Mechanical mixer)วิธีนี้ค่าสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน มีค่าน้อยและไม่มีผลกระทบกระเทือนจากความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำ

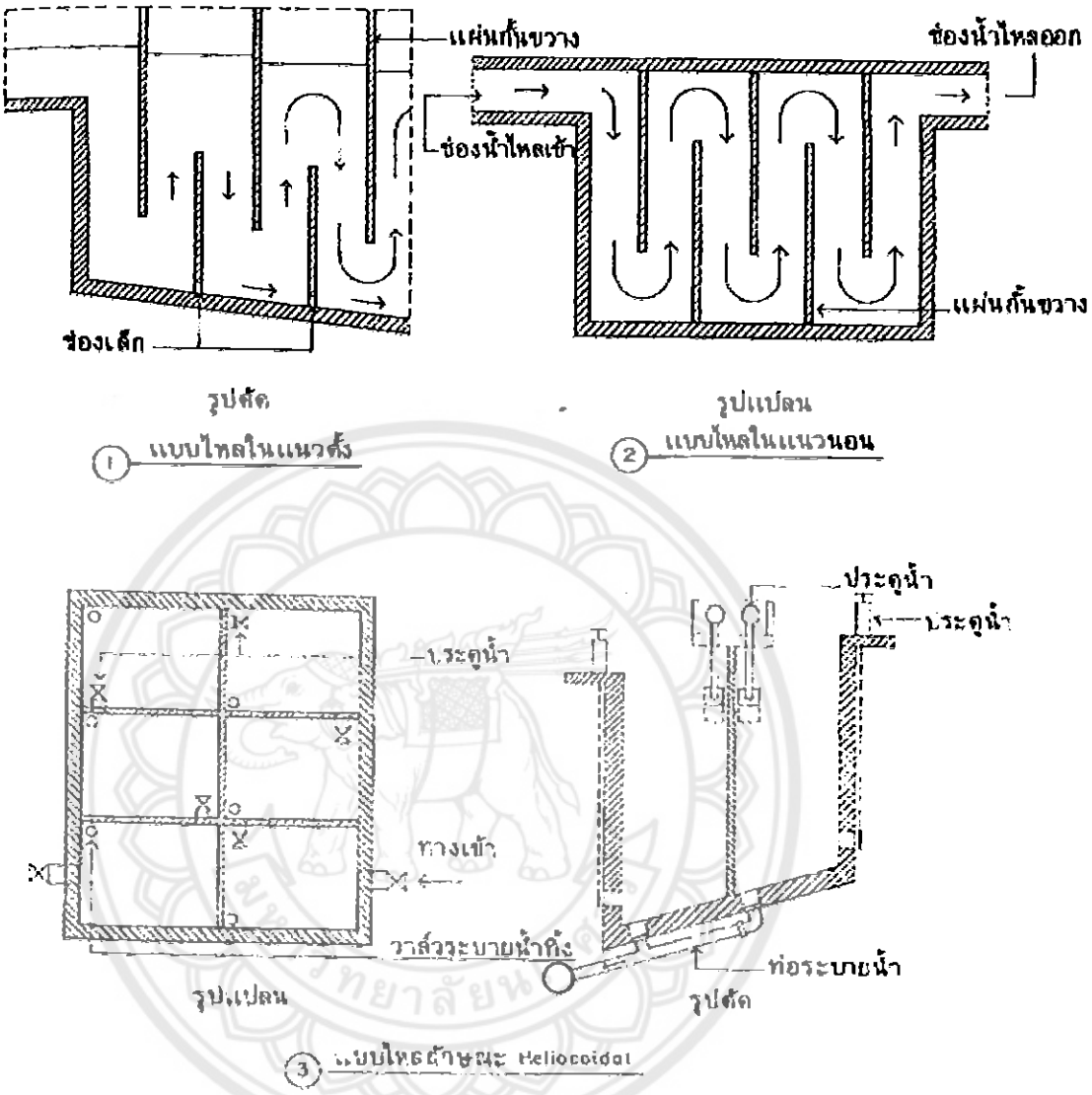


รูปที่ 2.4 ระบบถังกวนเร็วแบบต่างๆ

ที่มา: เกรียงศักดิ์ , 2539

ข. ถังกวนช้า (Flocculation)

คือ การกวนน้ำที่ใสสารสร้างตะกอนและผ่านขั้นตอนการกวนเร็วแล้วจึงกวนอย่างช้าเพื่อให้ตะกอนเล็กๆในน้ำเกิดการรวมตัวให้ใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ดี ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ระบบถังกวนช้าแบบต่างๆ

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.3.2.2 การตกตะกอน (Sedimentation)

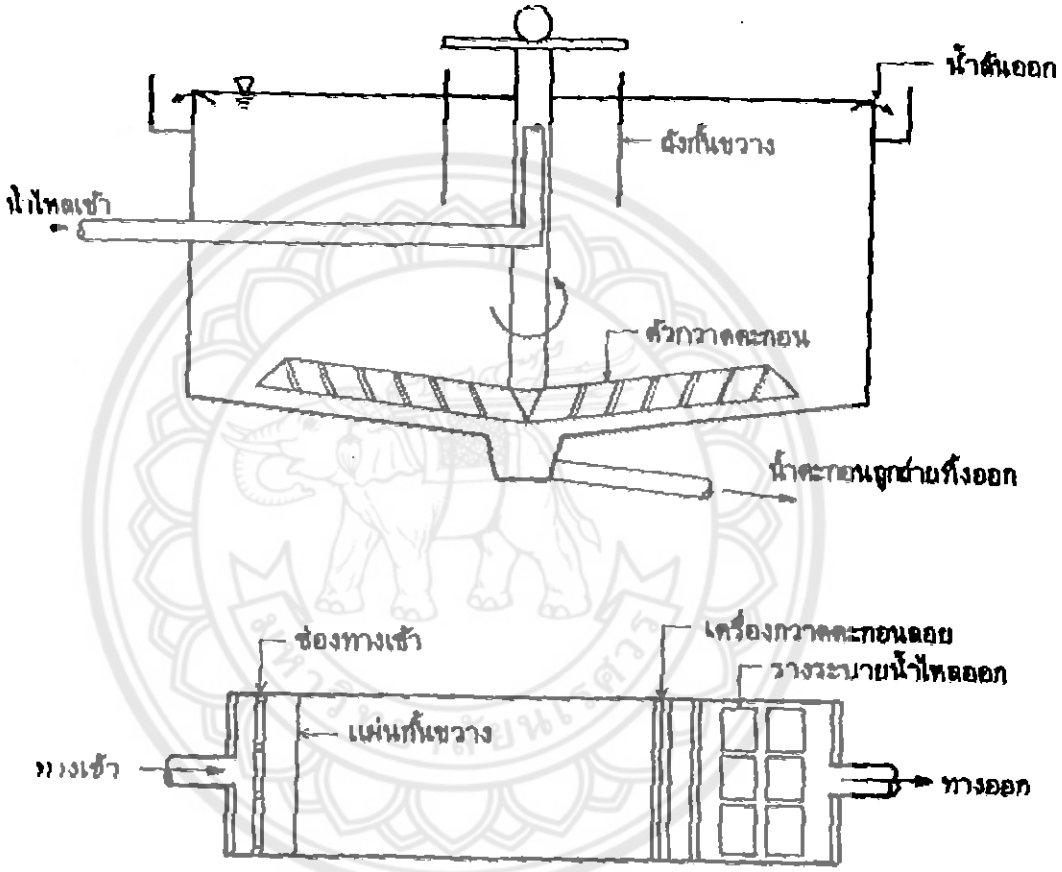
การตกตะกอนในระบบผลิตประปา เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากกระบวนการหนึ่ง ทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำดิบ ทำให้ได้น้ำใส สำหรับตะกอนที่ตกลงสู่ก้นถังจะถูกปล่อยออกหรือสูบออกด้วยเครื่องสูบตะกอน ซึ่งการตกตะกอนนี้จะเกิดในถังตกตะกอน

ถังตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ โดยแบ่งตามลักษณะทิศทางการไหลของน้ำโดยได้แสดงดังรูปที่ 2.6

ก. ประเภทที่ 1 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน (Horizontal flow) โดยมากจะเป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข. ประเภทที่ 2 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวดิ่ง (Vertical flow) โดยมากจะเป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและทรงกลม

ค. ประเภทที่ 3 ถังตกตะกอนแบบไหลไปตามแผ่นหรือท่อเอียง (Plate-type หรือ Tube-type) เป็นถังที่มีแผ่นหรือท่อวางเอียงอยู่ในน้ำของถังตกตะกอน



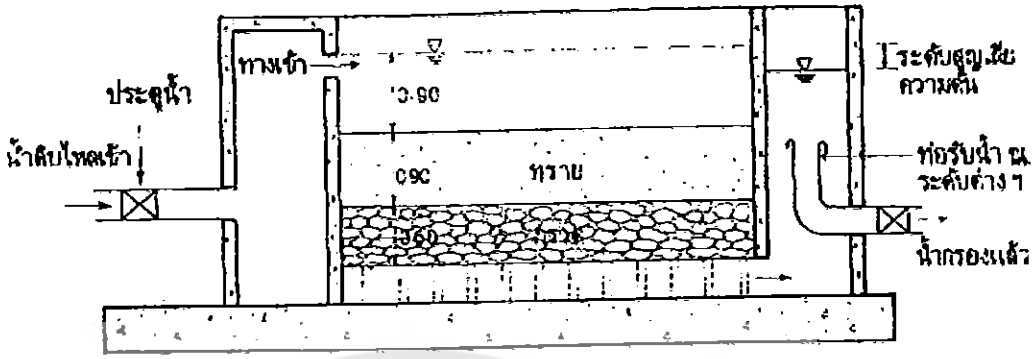
รูปที่ 2.6 ประเภทของถังตกตะกอน

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.3.2.3 การกรองน้ำ (Filtration)

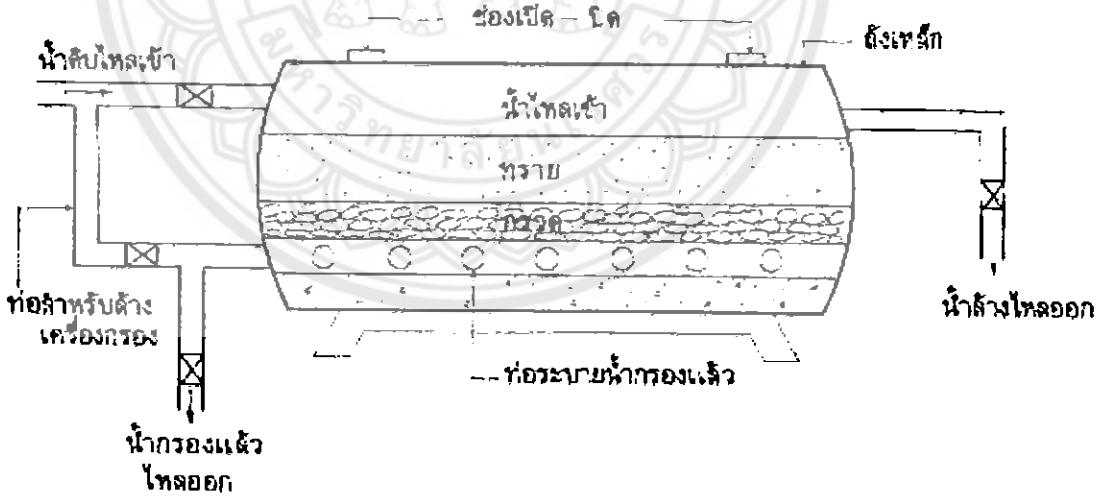
การกรองน้ำเป็นกระบวนการผลิตน้ำประปาที่สำคัญมาก เพราะจะทำหน้าที่กรองหรือแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำที่ไหลล้นมาจากถังตกตะกอน ซึ่งได้ผ่านกระบวนการสร้างตะกอนแล้วน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะมีความใสมากปราศจากตะกอนแขวนลอยต่างๆ มีความขุ่นต่ำ โดยทั่วไประบบกรองน้ำจะใช้ทราย ระบบกรองน้ำมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ โดยแบ่งตามอัตราการกรองน้ำ คือ

ก. ระบบถังกรองช้า (Slow sand filter) เหมาะสำหรับชุมชนเล็กๆ และน้ำดิบที่มีความขุ่นไม่เกิน 50 หน่วย (JTU) ดังรูปที่ 2.7



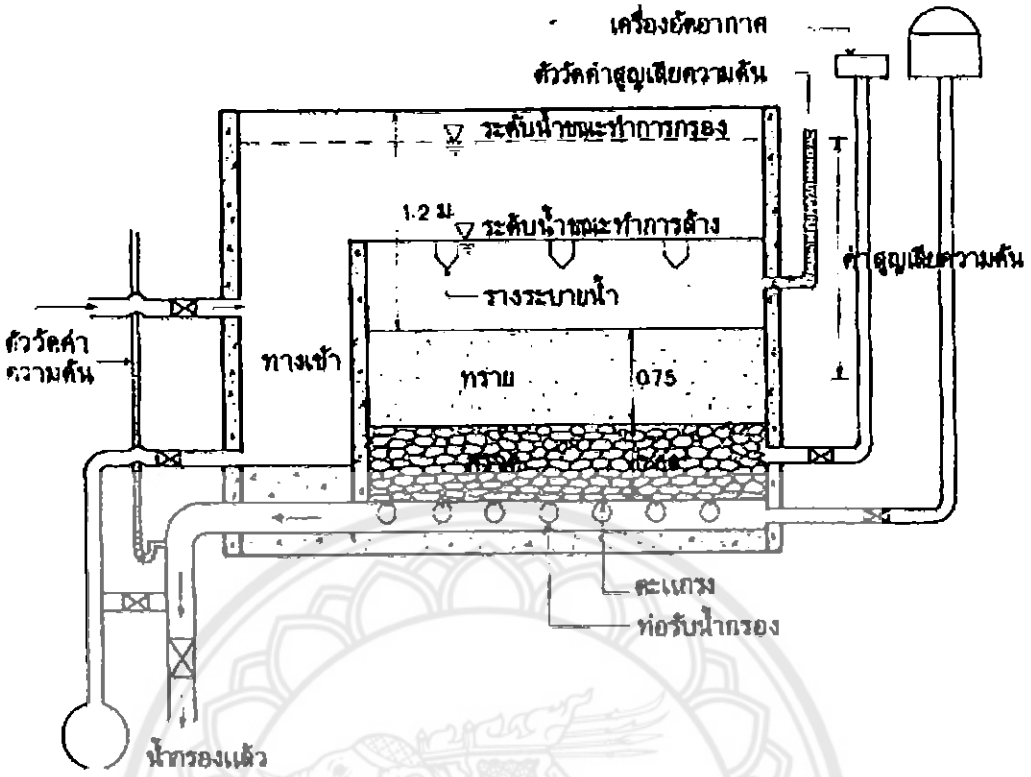
รูปที่ 2.7 ถังกรองช้า
ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

ข. ระบบกรองเร็ว (Rapid sand filter) ใช้ได้ทั่วไป โดยเฉพาะชุมชนใหญ่ๆ และน้ำดิบที่มีความขุ่นมากแต่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ความชำนาญสูง ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 เครื่องกรองเร็ว
ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

ค. ระบบกรองแบบใช้ความดัน (Water softening plant) ใช้เมื่อน้ำดิบมีความกระด้างสูงกว่ามาตรฐานมีหลายระบบ เช่น Zeolite softening plant , Lime soda softening plant เป็นต้น ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องกรองความดัน

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.3.3 การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำประปา โดยมากจะเป็นกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย คือ ภายหลังจากกระบวนการกรองน้ำก็จะฆ่าเชื้อโรคที่มีเหลืออยู่ในน้ำใส ซึ่งส่วนมากมักจะใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา แต่ในต่างประเทศหลายแห่งได้เปลี่ยนจากการใช้คลอรีนไปใช้โอโซนสำหรับการฆ่าเชื้อโรค โดยทั่วไปน้ำที่ผ่านการกรองแล้วยังคงมีสิ่งต่างๆต่อไปนี้

- มีจุลชีพต่างๆ
- มีกลิ่นและรสที่ไม่พึงปรารถนา
- สี
- สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Disinfection inorganic salts)

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วมาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรค โดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า Disinfectants ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

1). สามารถกำจัดจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรคได้ภายในเวลาจำกัด

2). ไม่ควรทำให้น้ำประปาเปลี่ยนคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี

3). ไม่ควรทำให้น้ำประปาเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ก่อให้เกิดสารพิษจนบริโภคไม่ได้

4). ควรมี Disinfectants หลงเหลือในน้ำประปาที่ภายในท่อประปาตลอดเวลาเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อโรค

5). สามารถวัด Disinfectants ได้โดยวิธีง่ายๆ

6). การเก็บสารเคมี Disinfectants สามารถกระทำได้ง่ายและมีความปลอดภัย

2.3.3.1 วิธีการฆ่าเชื้อโรค

วิธีการฆ่าเชื้อโรคมีอยู่หลายวิธีโดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 พวก ใหญ่ๆ คือ

- วิธีทางกายภาพ
- วิธีทางกัมมันตรังสี
- วิธีทางเคมี

โดยวิธีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปามี 7 วิธีดังนี้

1. วิธีต้มน้ำให้ถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส การต้มน้ำให้ถึงจุดเดือดเป็นเวลานาน 15-20 นาที เชื้อจุลชีพจะถูกฆ่าหมด แต่มีข้อเสียคือทำให้รสชาติของน้ำเสียไปและเป็นวิธีที่ไม่ประหยัด เช่น น้ำที่ผลิตที่โรงประปา

2. วิธีเติมก๊าซโอโซน ก๊าซโอโซน (O_3) ประกอบด้วยออกซิเจนสามอะตอมแต่มีอยู่หนึ่งอะตอมที่ง่ายต่อการแตกตัวออกมา ทำให้ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่ไม่เสถียรภาพแต่เป็นสารที่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูง ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติ สำหรับข้อเสียคือราคาแพงกว่าคลอรีนเพราะว่าโอโซนเป็นก๊าซไม่เสถียรทำให้ไม่สามารถเก็บได้นาน

3. วิธีเติมด่างให้ปริมาณมากเกินพอ การเติมด่าง เช่นปูนขาวลงในน้ำประปาทำให้น้ำประปามีค่า pH สูงขึ้น ซึ่งทำให้ฆ่าเชื้อโรคได้ แต่ไม่เหมาะกับชุมชนทั่วไปเพราะต้องกำจัดปูนขาวส่วนเกินก่อนนำไปใช้

4. วิธีไอโอดีนและโบรมีน สารฆ่าเชื้อโรคดังกล่าวเป็นสารฆ่าเชื้อโรคที่ดีแต่มีข้อเสีย คือมีราคาสูง ทำให้น้ำมีกลิ่นและรส แต่นิยมใช้ในสระว่ายน้ำ

5. วิธีใช้แสง Ultraviolet (UV) แสง UV นี้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูงแต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ ราคาสูง ไม่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคในท่อประปา และไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่มีความขุ่นเกิน 15 หน่วย

6. วิธีใช้ Potassium permanganate ($KMnO_4$) การใช้สาร $KMnO_4$ ฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอหิวาตกโรคได้ผลดีมาก แต่ไม่สามารถฆ่าพวกแบคทีเรียอื่นๆได้ วิธีนี้มักฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำประปาชนบท

7. วิธีเติมคลอรีน วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กำจัดเชื้อโรคต่างๆ และมีสารคลอรีนหลงเหลือในท่อน้ำประปาจนถึงก๊อกน้ำประปาในบ้าน กำจัดกลิ่นและรสได้

2.3.3.2 ระบบคลอรีน

การเติมคลอรีนในน้ำประปาสามารถฆ่าเชื้อโรค กำจัดกลิ่นและรสได้ คลอรีนยังกำจัดพวกแอมโมเนีย เหล็ก แมงกานีสได้อีกด้วย

ข้อดีของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

1. ราคาถูก
2. มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง
3. สามารถจัดหาได้ง่าย
4. ไม่มีพิษและอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ใหญ่ เมื่อมีปริมาณไม่มาก
5. คลอรีนสามารถหลงเหลือในน้ำประปา

ข้อเสียของการใช้คลอรีนในน้ำประปา

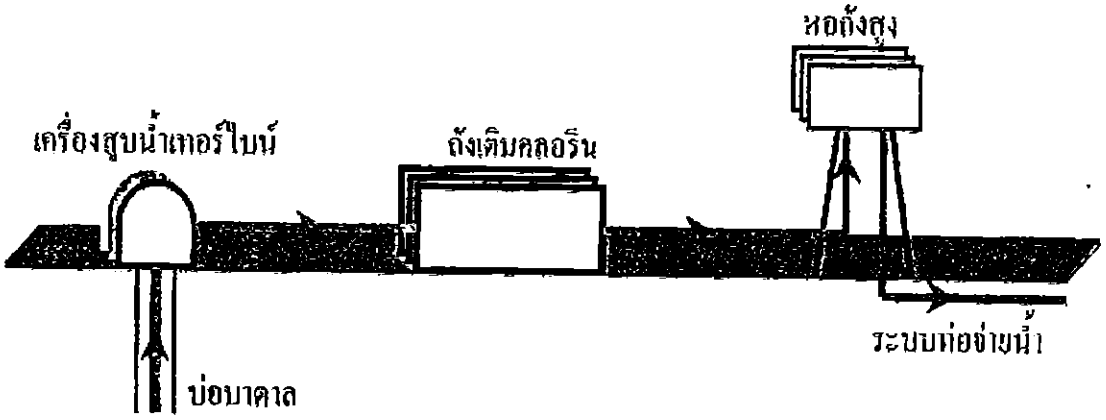
1. จะเกิดสภาพกรด ได้แก่ HCl
2. มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น
3. เกิดสารพวก Carcinogenic ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็งได้
4. ต้องระวังปริมาณที่เติมลงไปในประปาและระบบเติมคลอรีนที่ใช้ก๊าซคลอรีน

2.3.4 ระบบผลิตน้ำประปาจากแหล่งน้ำดิบ

การประปาแต่ละแห่งใช้แหล่งน้ำที่มีลักษณะสมบัติแตกต่างกันไป กรรมวิธีการผลิตจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำดิบ แต่พอจำแนกประเภทการผลิตได้

2.3.4.1 การผลิตประปาจากน้ำบาดาล

ถ้าสามารถหาแหล่งน้ำบาดาลมีปริมาณเพียงพอ และคุณภาพของน้ำดีเทียบเท่ามาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดไว้ การเลือกใช้บ่อบาดาลเป็นแหล่งน้ำดิบจัดว่าสมควรที่สุดเพราะไม่ต้องใช้กรรมวิธีกำจัดสิ่งปะปนใดๆ อาจใช้เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์เพียงเครื่องเดียวสูบโดยตรงจากบ่อบาดาลไปสู่ถังเก็บเพื่อจ่ายบริการต่อไป แม้ว่าน้ำบาดาลทั่วไปจะปราศจากเชื้อโรคก็ยังแนะนำให้มีการฆ่าเชื้อโรค โดยเติมน้ำยาคลอรีนลงในถังเติมคลอรีนก่อนสูบขึ้นหอถังสูง เพื่อให้คลอรีนมีเวลาทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนที่น้ำมีอยู่ คลอรีนจะช่วยฆ่าเชื้อโรคที่อาจตกค้างอยู่ตามท่อประปา ระบบผลิตดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.10

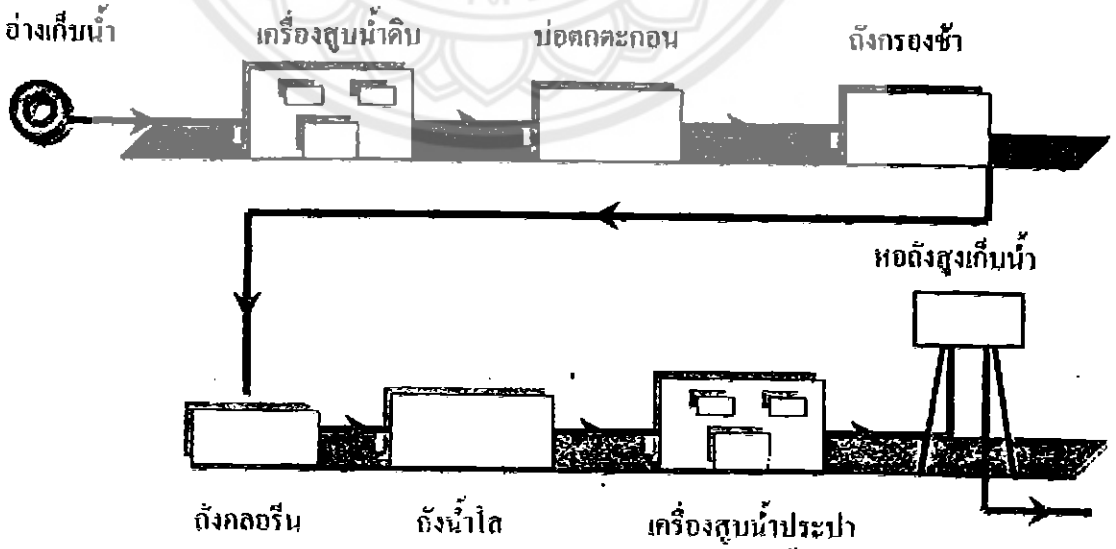


รูปที่ 2.10 ระบบผลิตประปาจากน้ำบาดาล

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.3.4.2 ระบบผลิตประปาจากอ่างเก็บน้ำ

น้ำในอ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบถ้าที่อยู่ห่างจากถิ่นที่อยู่อาศัยจะมีลักษณะใสและสะอาดพอสมควรแต่ไม่สามารถนำมาใช้โดยตรงได้จึงต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน ในกรณีนี้อาจใช้ระบบทรายกรองช้า ซึ่งไม่ต้องอาศัยสารส้มช่วยตกตะกอน การประปาบางแห่ง เช่น ที่อำเภอกระบวน จังหวัดขอนแก่น จะมีสารตกตะกอนเพื่อทำให้น้ำใสก่อนเข้าสู่ระบบทรายกรอง เพราะในฤดูฝนน้ำอาจขุ่นเพิ่มขึ้นและไม่เหมาะสมที่จะผ่านเข้าสู่ถังกรองโดนตรง เนื่องจากจะทำให้ทรายกรองอุดตันเร็ว หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาตามปกติ ดังรูที่ 2.11

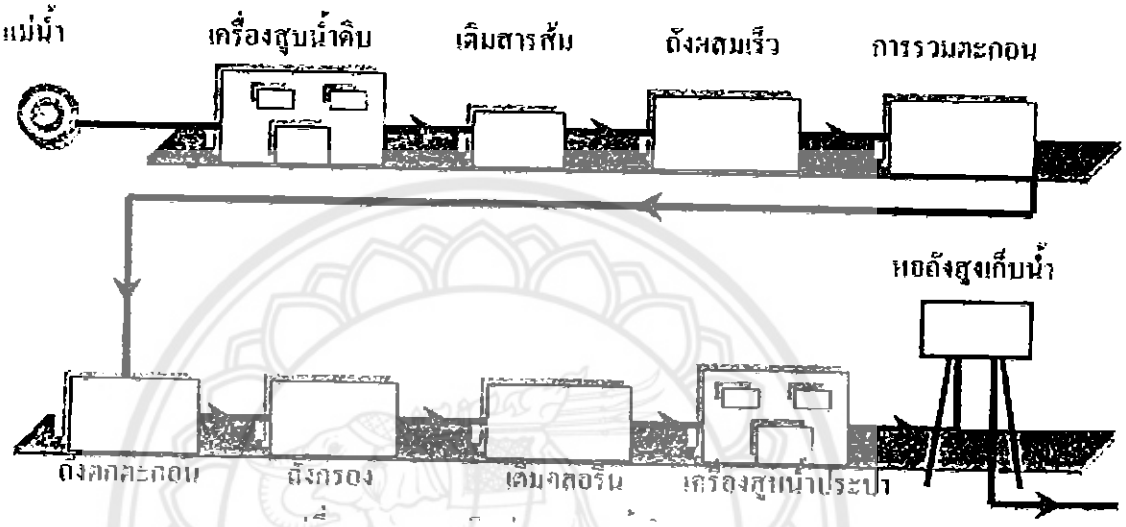


รูปที่ 2.11 ระบบผลิตประปาจากอ่างเก็บน้ำ

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.3.4.3 ระบบประปาน้ำผิวดิน

การประปาชุมชนขนาดใหญ่ส่วนมากจะอาศัยแหล่งน้ำจากแม่น้ำ เนื่องจากมีปริมาณมากเพียงพอ น้ำผิวดินประเภทนี้มีความขุ่นสูง ดังนั้นกรรมวิธีการผลิตจึงต้องอาศัยสารช่วยให้ตกตะกอนเร็วขึ้น เช่น สารส้ม กรรมวิธีตั้งแต่การผสมสารส้ม เกิดตะกอน ตกตะกอนจนกระทั่งกรองมักนิยมเรียกรวมว่า ระบบทรายกรองเร็ว จากนั้นเข้าสู่ระบบผลิตประปาปกติดังรู้ที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ระบบผลิตประปาจากน้ำผิวดิน

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

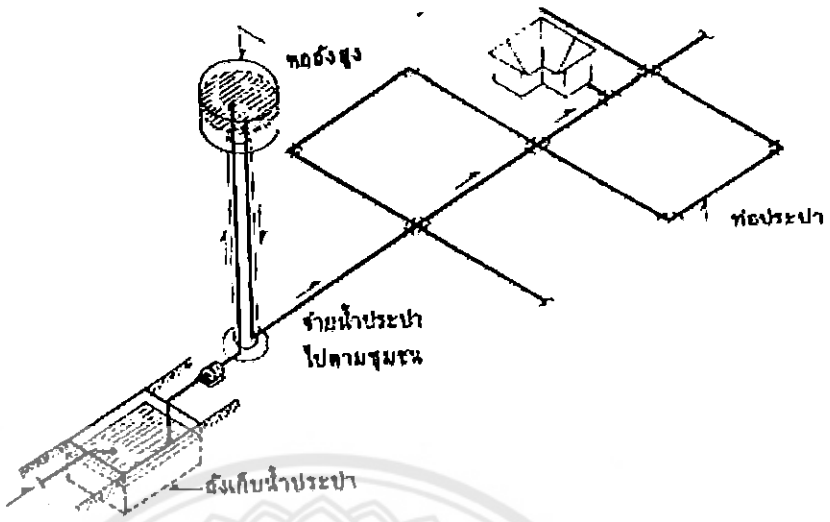
2.4 ระบบจ่ายน้ำประปา

2.4.1 วิธีการจ่ายน้ำประปา

ระบบแจกจ่ายน้ำประปาเป็นการแจกจ่ายน้ำประปา ตั้งแต่โรงผลิตน้ำประปาแจกจ่ายไปยังชุมชนถึงทุกอาคาร โดยวิธีการแจกจ่ายน้ำประปามีด้วยกันหลายวิธีขึ้นกับสภาพของพื้นที่ชุมชนนั้นๆ

2.4.1.1 วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

วิธีนี้อาศัยหลักการว่า ระดับน้ำจากแหล่งที่อยู่สูงกว่าชุมชนมากเพียงพอ คือมีทั้งความเร็วและความดันภายในท่ออย่างเหมาะสม วิธีนี้จะอาศัยความสูงของระดับดินปกติและหอสูงเพื่อเป็นจุดปล่อยน้ำประปาแจกจ่ายไปยังชุมชน วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งเพราะถ้ากระแสไฟฟ้าดับ ระบบจ่ายน้ำประปาก็ยังจ่ายน้ำประปาได้ตามปกติในช่วงเวลาหนึ่ง ดังรูปที่ 2.13

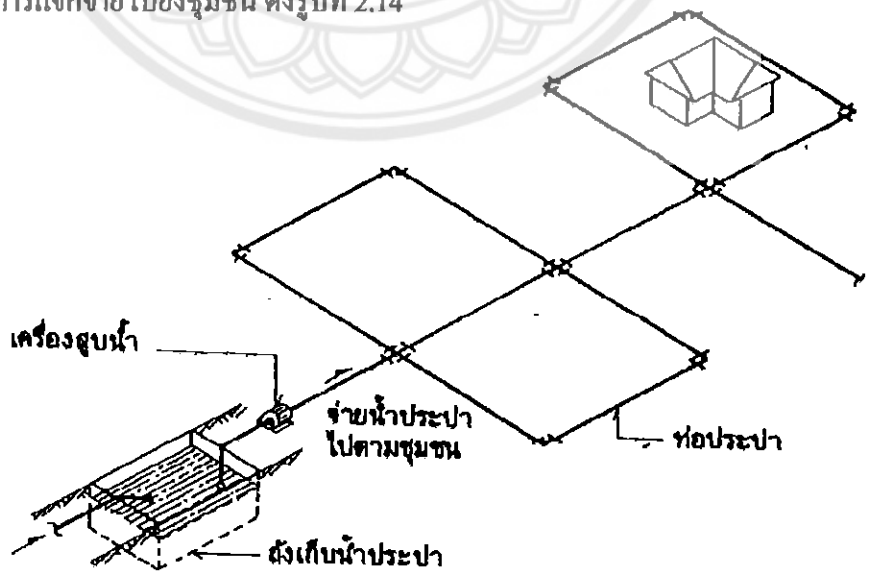


รูปที่ 2.13 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีโน้มถ่วงของโลก

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.1.2 วิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง

วิธีนี้อาศัยเพียงเครื่องสูบน้ำ ทำการจ่ายน้ำไปตามท่อประธานของระบบโดยตรง ความเร็วและความดันของน้ำภายในท่อจะถูกควบคุมโดยเครื่องสูบน้ำและขนาดท่อประปาที่ออกแบบไว้ ระบบจ่ายน้ำประปาระบบนี้ไม่ต้องใช้หอสูงแต่จะมีถังเก็บน้ำประปา เพื่อให้เครื่องสูบน้ำได้ทำการแจกจ่ายไปยังชุมชน ดังรูปที่ 2.14

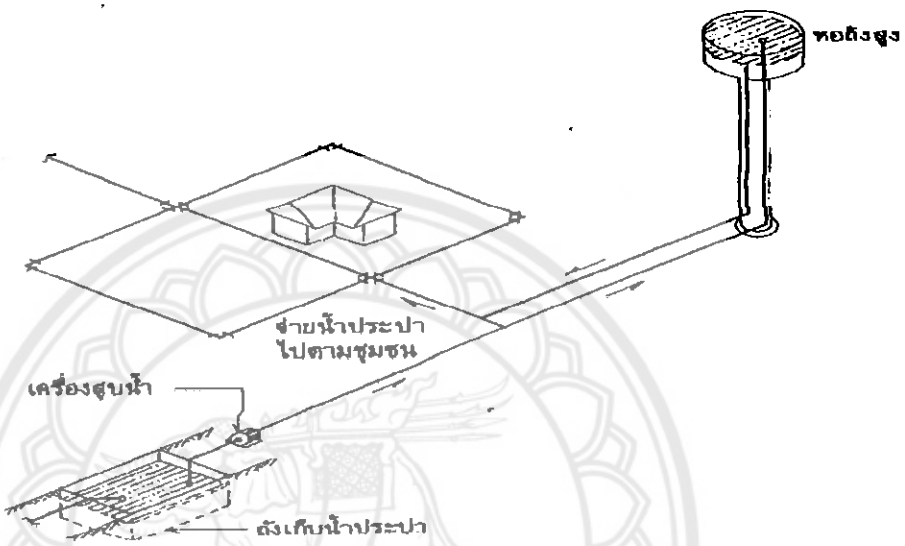


รูปที่ 2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบน้ำ

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.1.3 วิธีจ่ายน้ำประปาโดยใช้ทั้งหอสูงร่วมกับเครื่องสูบน้ำ

วิธีนี้คือการนำวิธีแรกกับวิธีที่ 2 มาใช้ร่วมกันดังรูปที่ 2.15 เป็นวิธีที่นิยมใช้มาก การแจกจ่ายน้ำประปาจะอาศัยทั้งเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายไปยังท่อประธานพร้อมทั้งอาศัยหอถังสูงที่ทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำประปาไปด้วย ข้อดีของระบบนี้คือสามารถแจกจ่ายน้ำได้ทีละมากๆ อย่างเช่น เวลาเกิดเพลิงไหม้ขึ้นสามารถแจกจ่ายน้ำได้ปริมาณมากๆ ทั้งเครื่องสูบน้ำแหละหอถังสูบพร้อมกัน



รูปที่ 2.15 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายร่วมกับหอถังสูง

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.2 ระบบจ่ายน้ำประปา

ระบบจ่ายน้ำประปามีด้วยกัน 2 ระบบคือ

ระบบจ่ายน้ำแบบต่อเนื่อง (Continuous System)

ระบบนี้จะทำการจ่ายน้ำประปาตลอดเวลา วิธีนี้จะเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการใช้น้ำตลอดเวลา มีแหล่งน้ำดิบเพียงพอ และโรงผลิตน้ำประปาที่สามารถผลิตน้ำได้เพียงพอ ซึ่งมีข้อดีคือ

ก. ผู้ใช้น้ำไม่ต้องสร้างถังเก็บกักน้ำประปา

ข. จะมีน้ำใช้สำหรับการดับเพลิงในทุกเวลา

ค. น้ำประปาจะมีสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกท่อประปายาก เพราะว่ามีความดันในท่อตลอดเวลา

ง.ขนาดท่อประปาจะเล็กกว่าของระบบจ่ายน้ำแบบไม่ต่อเนื่อง

2.4.2.1 ระบบจ่ายน้ำแบบเดินๆหยุดๆ

เหมาะสำหรับแหล่งที่มีน้ำดิบไม่เพียงพอสำหรับการจ่ายน้ำตลอดเวลา โดยอาจจ่ายน้ำเพียง 2-3 ชั่วโมงต่อวัน เช่นช่วงเวลาเช้า และช่วงเย็น ระบบนี้มีข้อเสียคือ

ก. ผู้ใช้น้ำต้องสร้างถังกักเก็บน้ำประปาไว้ใช้สำรอง

ข. ขนาดท่อประปา จะมีขนาดใหญ่กว่าระบบท่อประปาระบบจ่ายประปาแบบต่อเนื่อง

ค. ผู้ใช้น้ำอาจลืมปิดก๊อกน้ำเมื่อได้หยุดทำการจ่ายน้ำแล้ว

ง. ขณะที่หยุดน้ำจ่ายน้ำ ขนาดความดันของท่อประปาจะต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ซึ่งก่อให้เกิดการรั่วไหลของสิ่งปนเปื้อนเข้าภายในท่อประปาได้ง่าย

จ. จะไม่มีน้ำสำหรับดับเพลิงขณะหยุดจ่ายน้ำ

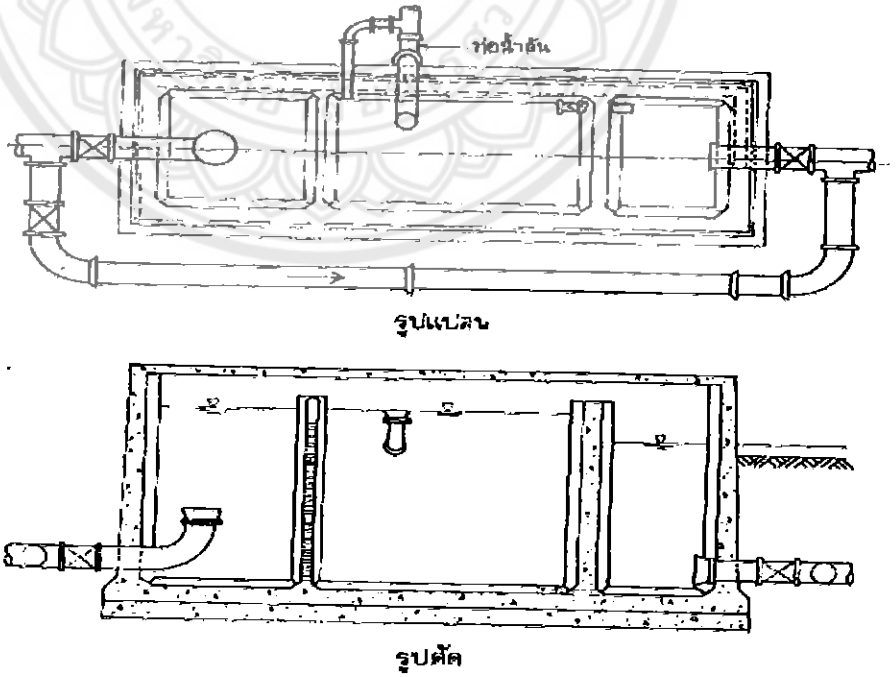
2.4.3 ถังเก็บกักน้ำประปา

ถังเก็บกักน้ำประปามีความจำเป็นอย่างมาก ที่สามารถเก็บกักน้ำประปาได้มีพอเพียงตลอดเวลาเมื่อมีเหตุขัดข้องบางประการเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ระบบประปาเกิดขัดข้อง เป็นต้น

ตามปกติขนาดถังเก็บกักน้ำประปาจะขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงที่กักเก็บน้ำ อัตราการสูบจ่ายน้ำและการแปรเปลี่ยนความต้องการปริมาณการใช้น้ำประปาในชุมชนนั้น แบ่งถังเก็บเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.4.3.1 ถังน้ำบนพื้นดิน (Surface Storage Tank)

ถังน้ำบนพื้นดินในที่นี้หมายถึง ถังน้ำที่เก็บกักน้ำไว้จ่ายน้ำประปาไปทั่วชุมชน อาจมีถังบนพื้นดินหลายจุดทั่วชุมชนนั้น หรืออาจมีเพียงถังขนาดใหญ่เพียงถังเดียวดังรูปที่ 2.16 แสดงถังน้ำบนพื้นดิน

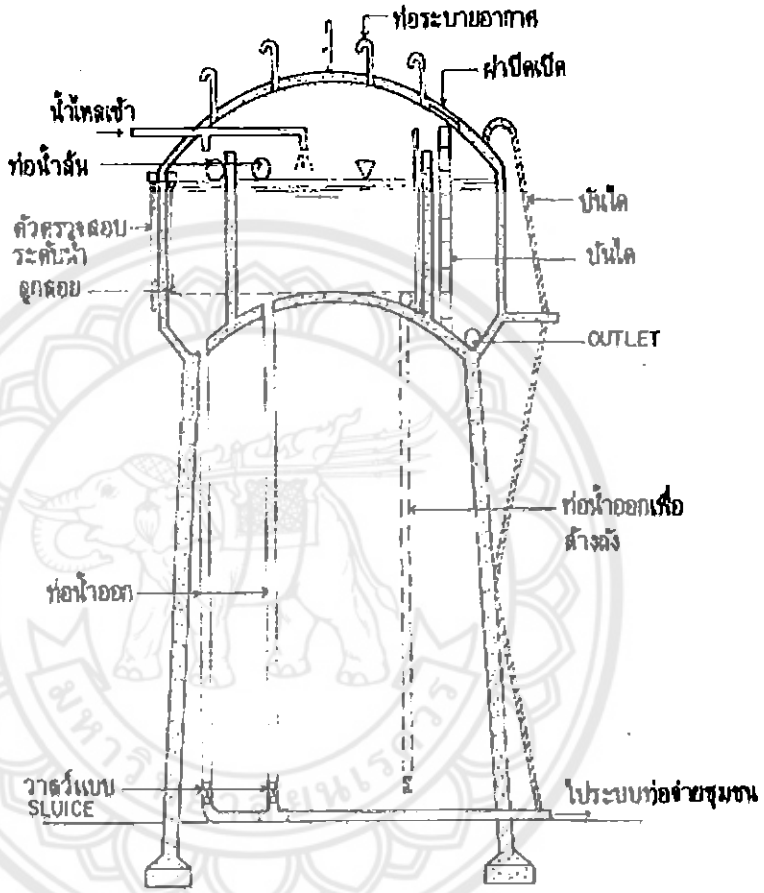


รูปที่ 2.16 แสดงถังเก็บน้ำบนพื้นดิน

ที่มา ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2539

2.4.3.2 หอถังสูง

อาจมีหลายจุดในชุมชนนั้น เพื่อสามารถมีแรงดันเพียงพอสำหรับจ่ายน้ำประปาให้แก่ชุมชน หอถังสูงจะมีความสูง 10-30 เมตร แต่อาจจะมีความสูงมากกว่านี้ขึ้นกับการใช้น้ำในแต่ละชุมชนซึ่งจะไปเกี่ยวข้องกับขนาดเครื่องสูบน้ำที่สูบขึ้นไปเก็บไว้ในหอถังสูงด้วย ดังรูปที่ 2.17 แสดงหอถังสูง



รูปที่ 2.17 หอถังสูง

ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.4 ประเภทของระบบท่อประธานจ่ายน้ำประปา

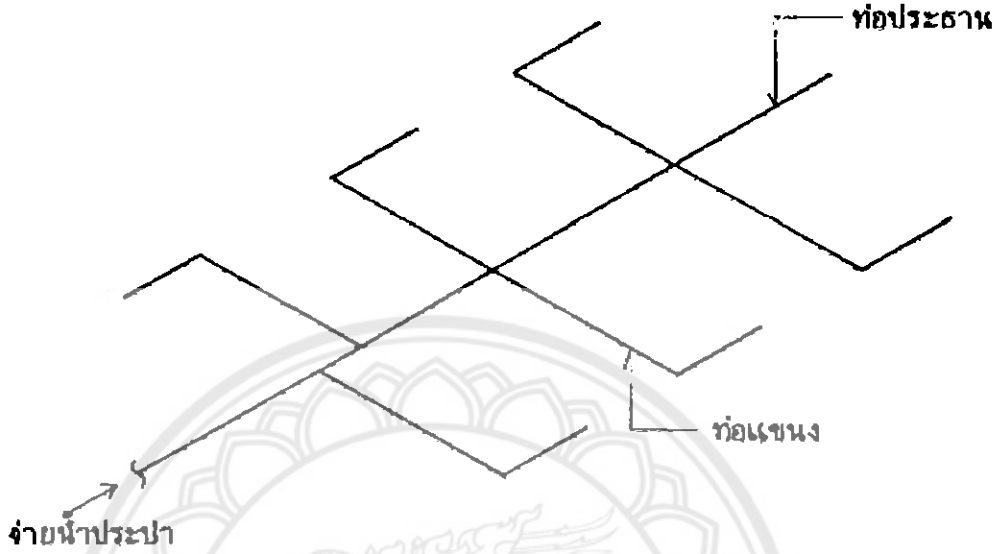
ท่อประธานจ่ายน้ำประปา มีความสำคัญมากเสมือนเส้นเลือดใหญ่ในร่างกาย โดยประเภทท่อประธานสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

2.4.4.1 ระบบแขนง (Branching System)

ระบบแขนงเป็นระบบประปาที่เดินแยกเป็นแขนงดังรูปที่ 2.18 ระบบนี้เหมาะกับชุมชนที่ไม่ใหญ่นัก เช่น บ้านจัดสรร กลุ่มชุมชนทั่วไป ข้อดีระบบนี้คือไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งท่อประปามากนัก ง่ายต่อการออกแบบระบบท่อประปา สำหรับข้อเสียคือ จะมีน้ำประปาค้าง

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ในระบบเป็นเวลานาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการแปลงคุณภาพของน้ำประปาภายในท่อได้ หรือเกิดตะกอนสะสมภายในท่อประปา และถ้าจำเป็นต้องซ่อมท่อประปาบางส่วนก็อาจจำเป็นต้องปิดประตูน้ำ

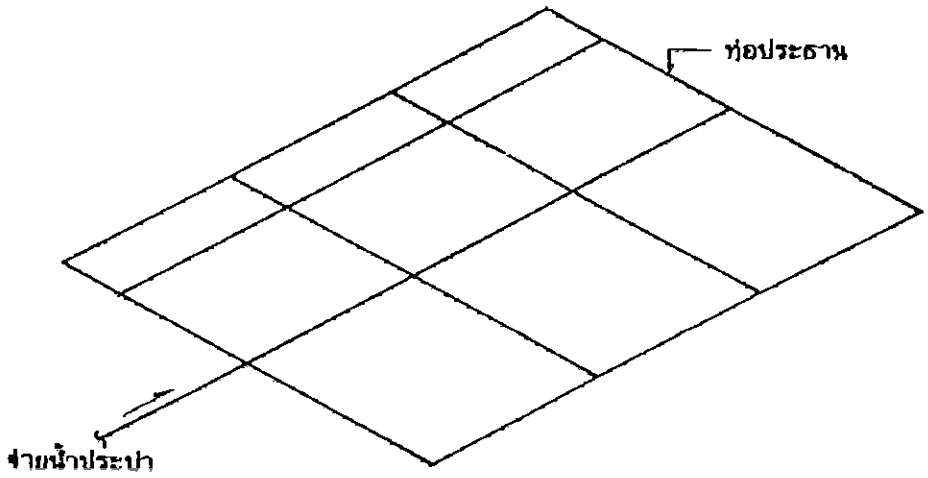


รูปที่ 2.18 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแขนง
ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.4.2 ระบบวงจร (Loop System)

ระบบวงจรเป็นวงจรปิด ดังแสดงในรูปที่ 2.19 เหมาะกับชุมชนขนาดใหญ่ ข้อดีของระบบนี้คือ จะมีการไหลน้ำประปาสม่ำเสมอตลอดเวลาภายในท่อ ไม่ค่อยมีตะกอนขังแช่อยู่ภายในท่อ ปัญหาการอุดตันจึงไม่ค่อยพบ ในกระทำการซ่อมแซมส่วนหนึ่งส่วนใดของท่อก็ไม่จำเป็นต้องหยุดการจ่ายน้ำประปาเกือบทั้งระบบ สามารถปิดประตูน้ำเฉพาะบริเวณที่จะทำการซ่อมแซมท่อประปาได้ สำหรับข้อเสียของระบบนี้คือ ราคาค่าติดตั้งเดินท่อสูงกว่าของระบบแขนง การคำนวณออกแบบระบบท่อควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จึงสามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว และแม่นยำ จำนวนวาล์วต่างๆของระบบท่อจะมีมากกว่าของระบบแขนง และความยาวของท่อประธานจะมีความยาวกว่าของระบบท่อแขนง

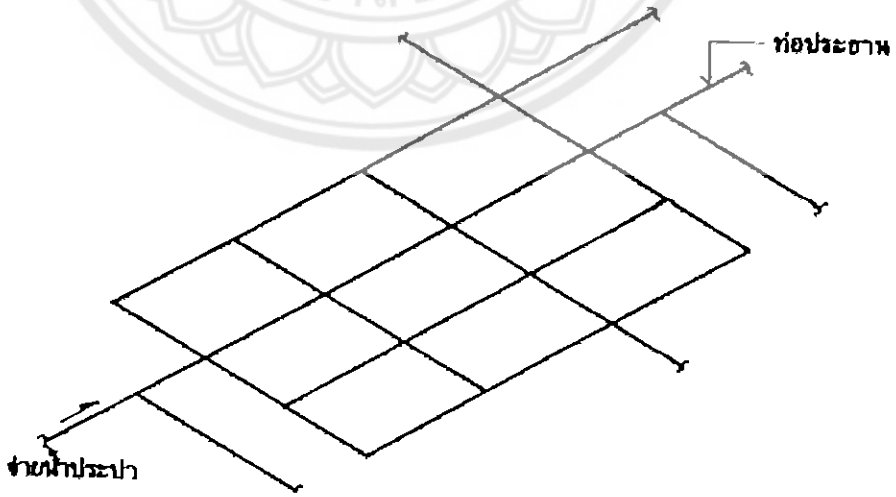
155120 50
ส.
ก522
2553



รูปที่ 2.19 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบวงจร
ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.4.4.3 ระบบรวมกัน (Combination System)

ระบบนี้เป็นระบบที่มีทั้งแบบแขนงและแบบวงจรอยู่ในระบบแจกจ่ายน้ำประปาหนึ่ง โดยบางบริเวณอาจใช้ระบบแขนงและบางบริเวณอาจใช้ระบบวงจร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของวิศวกรออกแบบ หรืออาจเป็นระบบที่เกิดจากการขยายโครงการจัดสรรต่อจากบริเวณเดิมที่มีอยู่แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ดังนั้นข้อดีและข้อเสียของระบบนี้อาจเป็นการรวมกันของทั้งสองระบบที่ได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.20 ระบบท่อจ่ายน้ำประปาแบบรวมกัน
ที่มา: เกรียงศักดิ์, 2539

2.5 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำประปา

น้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคจะต้องมีลักษณะคุณภาพที่ดี ปราศจากกลิ่นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำประปาขึ้น และคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำประปาที่กำหนดไว้ดังนี้

2.5.1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ หรือฟิสิกส์ (Physical Characteristics)

ลักษณะคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ ซึ่งสามารถกำจัดออกจากน้ำ ได้ด้วยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่น

2.5.1.1 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นเกิดขึ้นเนื่องจากมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น ดินโคลน ทรายละเอียด และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน สารที่อยู่ในน้ำสามารถทำให้เกิดแสงหักเหและอาจดูดแสงเอาไว้มิให้ผ่านทะลุไปจึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ง่าย มักใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพของกระบวนการหลายกระบวนการ เช่น การกรอง การตกตะกอน เป็นต้น น้ำประปาเพื่อชุมชนไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วย หรือ 5 NTU เพื่อไม่ให้เป็นที่รังเกียจและเพื่อความปลอดภัยในการอุปโภคบริโภค

2.5.1.2 สี (Color)

สีส่วนใหญ่เกิดจากพืชหรือใบไม้ที่เน่าเปื่อย มักจะมีสีชา สีของน้ำอาจจะเกิดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกจากโรงงาน การที่น้ำมีสีผิดปกติจะทำให้น้ำไม่ที่จะนำมาใช้อุปโภคบริโภค ดังนั้นการกำจัดสีออกจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็น สีของน้ำจะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ก. สีจริง (True color) คือ สีที่เกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกับน้ำซึ่งย่อยสลายยากประเภทกรดฮิวมิคและฟัลวิค (Humic Acid & Fulvic Acid) กรดเหล่านี้เป็นสารที่มีความคงตัวสูงมาก จนไม่สลายตัวตัวอีกต่อไปแล้ว การกำจัดสีจริงนี้อาจทำได้โดยง่าย

ข. สีปรากฏ (Apparent color) คือ สีที่เกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ สามารถ กำจัดออกโดยวิธีทางการภาพ เช่น การตกตะกอน หรือการกรอง การจำจัดสีปรากฏออกไปจะทำให้เห็นสีจริงของน้ำ (ถ้ามี)

2.5.1.3 กลิ่น (Odor)

กลิ่นในน้ำมักเกิดจากการที่น้ำมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น สาหร่าย โปรโตซัว ฯลฯ หรือเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำในสภาวะขาดแก๊สออกซิเจน ทำให้เกิดแก๊สไข่เน่า (H_2S) หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่นโรงงานผลิตยา โรงงานผลิตอาหาร ฯลฯ หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้คลอรีนทำลายเชื้อโรคในน้ำ ฯลฯ

2.5.1.4 รสชาติ (Taste)

รสชาติในน้ำเกิดจากการละลายน้ำของพวกเกลืออนินทรีย์ (Dissolvedorganic salt) เช่น เกลือทองแดง เกลือเหล็ก เกลือโพแทสเซียม เกลือโซเดียม หรือเกลือสังกะสี ฯลฯ หรือสารประกอบของกรดและด่าง

2.5.1.5 อุณหภูมิ (Temperature)

การที่อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากธรรมชาติอันเนื่องจากดินฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเรื่องปกติที่ไม่สามารถจะป้องกันแก้ไขได้ แต่ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอาจเกิดจากการที่น้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้น ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

2.5.2 คุณสมบัติทางด้านเคมี (Chemical Characteristics)

คุณสมบัติของน้ำที่มีองค์ประกอบของสารเคมี และอาศัยหลักการหาโดยปฏิกิริยาเคมี ถูกกำหนดปริมาณโดยข้อบังคับหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับน้ำสำหรับการบริโภค ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง เหล็ก แมงกานีส คลอไรด์ ฟลูออไรด์หรือพวกโลหะหนักต่างๆ เป็นต้น

2.5.2.1 พีเอช (pH)

การหาค่าพีเอช คือการวัดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน หรือการวัดถึงความสามารถของกรดหรือด่างที่มีปฏิกิริยากับน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออน ใช้เครื่องมือในการวันที่เรียกว่าพีเอชมิเตอร์ ความเป็นกรด-ด่างมีค่าตั้งแต่ 0-14 น้ำบริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 ภาวะความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีผลต่อคุณภาพน้ำ ปกติน้ำธรรมชาติจะมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0-8.5 การหาค่าพีเอชของน้ำช่วยให้เกิดประโยชน์ คือ ช่วยในการควบคุมการกัดกร่อนของน้ำทำให้หาปริมาณการเติมสารเคมีในน้ำได้ถูกต้อง และช่วยควบคุมการฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้

2.5.2.2 ความกระด้าง (Hardness)

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วทำให้เกิดฟองได้ยาก สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำกระด้าง เนื่องจากน้ำที่มีพวกเกลือคาร์บอเนต (HCO3-) เกลือซัลเฟต (SO42-) เกลือคลอไรด์ (Cl-) และเกลือไนเตรต (NO3) รวมตัวกับธาตุต่างๆที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ ความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร

ก. ความกระด้างชั่วคราว (Temporary Hardness) หมายถึง น้ำกระด้างที่เกิดจากเกลือของพวกไบคาร์บอเนต (Carbonate Hardness) ความกระด้างชั่วคราวของน้ำนี้กำจัดออกจากน้ำด้วยการต้มเพื่อให้เกิดตะกอนของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต

ข. ความกระด้างถาวร (Permanent Hardness) หมายถึง ความกระด้างของน้ำที่เกิดจากน้ำที่เกิดจากเกลือของพวกซัลเฟต หรือเกลือคลอไรด์ รวมตัวกับธาตุแคลเซียม หรือธาตุแมกนีเซียม ซึ่งบางครั้งเรียกว่ากระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอกเนต (Noncarbonate Hardness)

2.5.2.3 เหล็กและแมงการนีส (Iron and Maganese)

ธาตุเหล็กโดยทั่วๆ ไป จะอยู่ในรูปสารไม่ละลายน้ำ (Insoluble form) ถ้าอยู่ในดินและแร่ธาตุจะอยู่ในรูปของสารไม่ละลายน้ำในรูปเฟอริคออกไซด์ (Fe2O3) ในดินบางแห่งจะมีเฟอรัสคาร์บอเนตซึ่งละลายน้ำเล็กน้อย และถ้าในน้ำมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ และอยู่ในสภาวะของแก๊สออกซิเจนก็จะยิ่งทำให้เหล็กในรูปดังกล่าวละลายน้ำได้ดี เหล็กละลายน้ำได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3.5 เหล็กและแมงกานีสมักจะพบอยู่ควบคู่กันเสมอ แมงกานีสมักอยู่ดินเป็นแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) ซึ่งไม่ละลายน้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากเมื่อน้ำอยู่ในสภาวะขาดแก๊สออกซิเจนจึงจะทำให้ละลายน้ำได้โดยเปลี่ยนวาเลนซี (valancy) จาก 4 เป็น 2

2.5.2.4 คลอไรด์ (Chloride)

คลอไรด์ที่ละลายอยู่น้ำตามธรรมชาติจะละลายอยู่ในปริมาณความเข้มข้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าน้ำจะไหลผ่านพื้นดินหรือชั้นดินที่มีปริมาณคลอไรด์อยู่มากเพียงใด โดยเฉพาะในน้ำผิวดินที่ใกล้ปากน้ำ หรือบริเวณที่น้ำทะเลหนุนขึ้นมาถึงได้ โดยปกติคลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจเป็นดรรชนีของความสกปรกในน้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนียและไนเตรต สิ่งสกปรกที่เข้ามาปะปนอาจจะมาจากเกลือที่มีอยู่ในน้ำเสียที่มีอยู่ปัสสาวะหรือเหงื่อไคล คลอไรด์ของน้ำใต้ดินที่มีเกลือสินเธาว์หรือคลอไรด์ของเกลือในน้ำทะเล

2.5.2.5 ฟลูโอไรด์ (Fluoride)

โดยทั่วไปแล้วน้ำในธรรมชาติมักไม่มีฟลูโอไรด์ละลายอยู่ แต่เนื่องจากฟลูโอไรด์มีความสำคัญต่อสุขภาพฟัน เพราะถ้ามีฟลูโอไรด์มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดฟันเป็นคราบ (mettled enamel) ซึ่งถ้ามีฟลูโอไรด์น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดโรคฟันเปราะหรือหักง่าย (Dental carries) ขนาดที่เหมาะสมที่ควรมีในน้ำดื่มคือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.2.6 ตะกั่ว (Lead)

โดยทั่วไปแล้วน้ำตามธรรมชาติจะไม่มีตะกั่ว การที่น้ำมีตะกั่วจึงมักเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และการอุตสาหกรรม เช่น เกิดจากการที่น้ำไหลผ่านท่อที่ทำด้วยเหล็กหรือมีเหล็กเป็นส่วนผสม ไอเสียของรถยนต์ การใช้สีตะกั่วหรือสีผสมตะกั่ว การใช้ยาฆ่าแมลงในการเกษตรเครื่องสำอาง เป็นต้น ในน้ำดื่มไม่ควรมีตะกั่วจนถึงระดับที่วัดได้ น้ำบาดาลอาจจะมีตะกั่วสูงถึง 15 มก./ล. ในขณะนี้ยังไม่มีข้อมูลที่บอกถึงระดับตะกั่วที่ร่างกายมนุษย์สามารถทนได้ พิษจากตะกั่วทำให้ร่างกายมีความผิดปกติต่างๆ เช่น กล้ามเนื้อแขนวายอย่างช้าๆ เป็นต้น ร่างกายสามารถขับถ่ายตะกั่วออกมาได้เพียงบางส่วนและส่วนที่เหลือสะสมอยู่ภายในร่างกายซึ่งเป็นอันตรายได้ ภายหลังตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางเช่น ทางอาหาร ลมหายใจ และทางควันยาสูบ

รวมทั้งทางน้ำดื่มและเครื่องดื่มมึนเมา ตะกั่วอาจรวมอยู่ในสารอื่นของน้ำธรรมชาติและสามารถกำจัดออกไปโดยกระบวนการตกตะกอนด้วยสารเคมี และการกรอง

2.5.2.7 ทองแดง (Copper)

ธาตุทองแดงเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ แต่มนุษย์ต้องการทองแดงน้อยมาก ส่วนที่ร่างกายได้รับมากเกินไปจะถูกขับออกไปร่างกายโดยไม่มีการสะสมเหมือนกับปรอทหรือตะกั่วการบริโภคทองแดงประมาณ 60-100 มิลลิกรัม อาจทำให้เกิดอาการผิดปกติกับกระเพาะอาหารน้ำประปาอาจได้รับทองแดงจากการผุกร่อนหรือละลายตัวของท่อทองแดง การใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ในการป้องกันสาหร่ายในแหล่งน้ำดิบอาจทำให้ระดับทองแดงในน้ำดิบและน้ำประปามีปริมาณสูงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้

2.5.2.8 สังกะสี (Zinc)

โดยทั่วไปในน้ำผิวดินธรรมชาติมักจะมีปริมาณสังกะสีละลายอยู่ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำที่มีปริมาณสังกะสีสูง 30 มก./ล. ทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนและเป็นลมได้ การกำจัดปริมาณสังกะสีให้อยู่ที่ 5 มก./ล. ดูเหมือนว่าเป็นไปเพื่อป้องกันมิให้เกิดรสมากกว่าจะเป็นเหตุผลทางการแพทย์ ทั้งนี้เพราะสังกะสีอาจรวมอยู่กับคลอไรด์และซัลเฟต ทำให้กลายเป็นสารละลายที่มีรสไม่ชวนดื่มการเกิดสังกะสีละลายอยู่ในน้ำอาจเกิดจาก สาเหตุต่างๆ เช่น เกิดจากการกัดกร่อนท่อน้ำหรือภาชนะที่ทำด้วยภาชนะที่ทำด้วยทองแดง และเหล็กอาบสังกะสี ยางรถยนต์ ฯลฯ สังกะสีมีอยู่ในน้ำเสียของโรงงานชุบโลหะ โรงงานประกอบรถยนต์หรือจักรยานยนต์ โรงงานผลิตเส้นใยเรยอน การกำจัดสังกะสีออกจากน้ำกระทำได้โดยวิธี Ion Exchange หรือตกผลึกด้วยปูนขาว หรือสารประกอบซัลไฟต์ วิธีป้องกันไม่ให้น้ำมีสังกะสีสูงกว่า 1 มก./ล. อาจกระทำได้โดยทำให้พีเอชของน้ำสูงกว่า 8 แล้วกรองด้วยเครื่องกรองน้ำ

2.5.2.9 ไนไตรต์ (Nitrite)

โดยปกติในน้ำธรรมชาติที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกนั้นจะไม่มีไนไตรต์ละลายอยู่ ไนไตรต์เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในการออกซิเดชันพวกแอมโมเนียได้ไนไตรต์เป็นอันดับแรกก่อนที่จะกลายเป็นไนเตรต

2.5.2.10 ไนเตรต (Nitrate)

มีอยู่ในธรรมชาติในปริมาณน้อยมากอาจเกิดจากพืช หรือสัตว์ที่มีอิทธิพลไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ และอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเช่นเดียวกันกับที่กล่าวแล้วในเรื่องของการเกิดไนไตรต์ และการที่ในน้ำมีไนเตรตอาจจะถูกปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเช่นเดียวกันกับที่กล่าวแล้วในเรื่องของการเกิดไนไตรต์ และการที่ในน้ำมีไนเตรตอาจจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไนไตรต์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนในน้ำ

2.5.2.11 สารหนู (Arsenic)

การที่ในน้ำมีสารหนูอาจเกิดเนื่องจากการไหลของน้ำผ่านชั้นดินหรือหินที่มีสารหนูที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์อันได้แก่ การใช้ยาฆ่าศัตรูพืช หรือสัตว์ หรือปุ๋ย หรือผงซักฟอกที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ หรืออาจมีในอาหารทะเลบางชนิด นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมในน้ำที่ใช้ดื่มต้องไม่มีสารหนูอยู่เลย เนื่องจากถ้าบริโภคสารหนูเพียง 100มก.สามารถเป็นอันตรายถึงชีวิตได้สารนี้สามารถสะสมอยู่ในร่างกายและทำให้อันตรายได้ในระยะยาว นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกด้วยว่าสารหนูเป็นต้นเหตุของมะเร็ง สารพิษตัวนี้อาจมีโอกาสพบในน้ำบาดาลได้บ่อยกว่าสารพิษตัวอื่น

2.5.3 คุณสมบัติทางชีวภาพ (Biological Characteristics)

หมายถึง การที่น้ำมีสิ่งมีชีวิตต่าง ๆอยู่ในน้ำ สิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ในน้ำมีมากมายหลายอย่าง ตั้งแต่พืชน้ำ สัตว์น้ำ แพลงตอน และจุลินทรีย์ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ จุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค (Nonpathogenic microorganism) ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่าย หรือราบางชนิด จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Microorganism) ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว หนอนพยาธิ เป็นต้น โดยเชื้อเหล่านี้ปะปนไปในแหล่งน้ำ ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียจึงให้ข้อมูลเบื้องต้นแสดงถึงการปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งแบคทีเรียที่มีผลต่อคุณภาพน้ำมันแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1) Pathogenic bacteria พวกนี้ทำให้เกิดโรคโดยตรง อาศัยน้ำเป็นสื่อ เช่น อหิวา บิดมีเชื้อท้องร่วงอย่างแรง เชื้อพวกนี้มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมได้น้อยมักตายได้ง่าย เมื่อออกจากร่างกายมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่น การวิเคราะห์หาได้ค่อนข้างยากลำบากต้องใช้เทคนิคสูงจึงไม่นิยมนำมาเป็นมาตรการตรวจคุณภาพน้ำ เว้นเสียแต่ต้องการทราบแน่ชัดว่าเป็นโรคอะไรแน่จึงทำการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อชนิดต่าง ๆ

2) Non- Pathogenic bacteria พวกนี้ไม่ทำให้เกิดโรคร้ายแรง พบได้ในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น ถึงร้อยละ 95 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมได้ดี ถ้าตรวจพบแสดงว่า น้ำอาจจะมีการสัมผัสเปรอะเอน (contaminate) กับอุจจาระมาแล้วจึงนิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสกปรกของน้ำ และเป็นการชี้เตือนว่าอาจจะมีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายปะปนมาด้วยในกลุ่มเชื้อพวกนี้ ได้แก่ Coli form group, Escherichia coli (E.coli) หรือ Streptococcus faecalis เป็นต้น

การประเมินคุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย มักใช้จุลินทรีย์ที่สำคัญ 2 กลุ่ม เป็นเครื่องชี้บอกหรือแสดงการปนเปื้อนของแบคทีเรีย กลุ่มของแบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ (ฝ่ายวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

1) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึง กลุ่มของ aerobic และ facultative anaerobic bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่งและสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง และให้ผลเป็นกรดและแก๊สแบคทีเรียกลุ่มนี้พบทั่วไปในดิน น้ำ อากาศ โดยเฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น โคลิฟอร์ม แบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ กลุ่มของแบคทีเรีย เช่น Escherichia, Enterobacter, Citrobacter และ Serratia

2) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้แก่ แบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียชนิดนี้ สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 44.5 + 0.2 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ได้แก่แบคทีเรียในสกุล Escherichia แบคทีเรียในน้ำเป็นมลพิษในน้ำบริโภคที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นสาเหตุของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ เช่น บิด อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และโรคในระบบทางเดินอาหารต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญของประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนาทั่วโลก และจากการสำรวจคุณภาพน้ำบริโภคในประเทศไทยก็พบว่าแบคทีเรียเป็นมลพิษสำคัญในน้ำ ทำให้น้ำบริโภคไม่ได้มาตรฐานถึงร้อยละ 70 แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคมีหลายชนิด แต่การวิเคราะห์หาชนิดของแบคทีเรียดังกล่าวทำได้ยากในการตรวจหาเชื้อโรคที่เป็นอันตรายนั้น โดยทั่วไปตรวจหาเชื้อโรคซึ่งมีอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์และสัตว์แทน เชื้อโรนิดนี้เรียกว่า "Coli form Group" ซึ่งจะเป็นตัวชี้ว่ามีเชื้อโรคอันตรายอยู่มากน้อยแค่ไหน เชื้อโรค "Coli form Group" นี้จะออกปะปนมากับอุจจาระถ้าตรวจพบเชื้อโรคกลุ่มนี้มากในน้ำแสดงว่าน้ำนั้นไม่ปลอดภัย

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	มาตรฐานน้ำประปา
1.คุณลักษณะทางกายภาพ	
สี (colour) , Pt-Co unit	15
รส (taste)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (turbidity) , NTU	5
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5-8.5
2.คุณลักษณะทางเคมี (mg/l)	
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (total dissolved solids)	600
เหล็ก (Fe)	0.3
แมงกานีส (Mn)	0.4
ทองแดง (Cu)	2

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	มาตรฐานน้ำประปา
สังกะสี (Zn)	3
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness) as $CaCO_3$	300
ซัลเฟต (SO_4)	250
คลอไรด์ (Cl)	250
ฟลูออไรด์ (F)	1
ไนเทรต (NO_3) as NO_3 (as N)	50 (11.3)
3. คุณลักษณะทางสารเป็นพิษ : โลหะหนัก (mg/l)	
ปรอท (Hg)	0.001
ตะกั่ว (Pb)	0.01
สารหนู (As)	0.01
ซีลีเนี่ยม (Se)	0.01
โครเมียม (Cr)	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	0.07
แคดเมียม (Cd)	0.003
แบเรียม (Ba)	0.7
4. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา (ต่อ 100 ml.)	
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Bacteria)	ไม่พบ
อี โคไล (E. coli)	ไม่พบ
สแตฟฟิลโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (Salmonella)	ไม่พบ
คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)	ไม่พบ

ที่มา : เว็บไซต์ www.pwa.co.th

2.6 ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

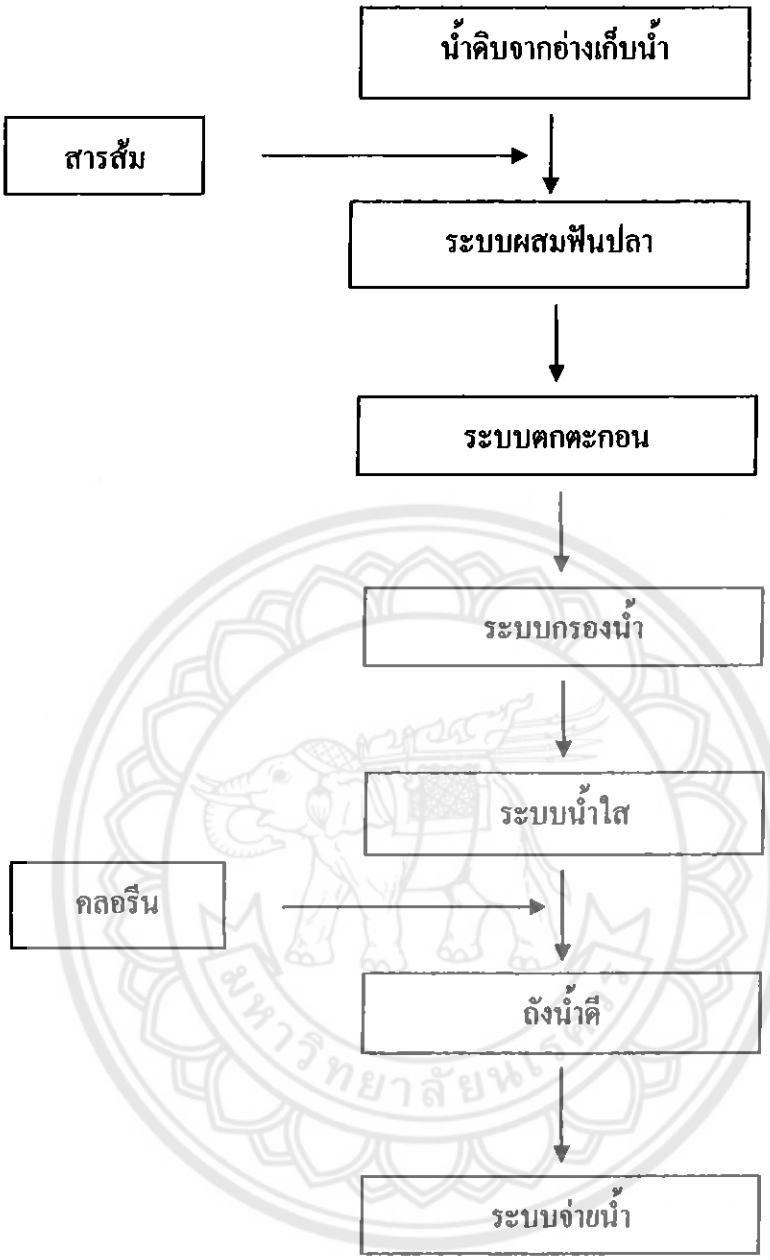
มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนหนองอ้อ มีพื้นที่ทั้งหมด 1,284 ไร่ ประกอบด้วยอาคาร สำนักงาน คณะ หอพักนิสิต นักศึกษาจำนวนมาก มหาวิทยาลัยจึงจำเป็นต้องมีระบบสาธารณูปโภค คือระบบน้ำประปา ระบบน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2534 โดยอาศัยน้ำดิบจากชลประทาน ในระยะแรกมีท่อรับน้ำดิบที่มาจากเครื่องสูบน้ำขนาด 25 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จากคลองชลประทานเข้าสู่อาคารโรงผลิตน้ำประปา 1 ถังจ่ายน้ำมีขนาดความจุ 2,500 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้เพียงพอต่อการใช้ ในตอนนั้นซึ่งยังไม่มีอาคารสิ่งก่อสร้างและประชากรไม่มากเท่าในปัจจุบัน จากจำนวนประชากรและอาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลให้น้ำประปาที่ผลิตจากอาคารโรงผลิตน้ำประปา 1 มีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ทำให้ต้องมีการขยายกำลังการผลิตโดยการสร้างอาคารโรงผลิตน้ำประปาใหม่ และถังจ่ายน้ำขนาดความจุ 5,000 ลูกบาศก์เมตร และอ่างเก็บน้ำในมหาวิทยาลัยซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 1 ตารางกิโลเมตร ขนาดความจุ 300,000 ลูกบาศก์เมตร อยู่ด้านหลังของมหาวิทยาลัยโดยดำเนินการเสร็จสิ้นเมื่อปี พ.ศ. 2539 แต่ในปัจจุบันได้ก่อสร้างโรงผลิตน้ำประปาแหล่งที่ 3 ขึ้น ข้างโรงผลิตน้ำประปาแหล่งที่ 2 มีขนาดกำลังผลิต 300 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แล้วเสร็จในปี 2550 และกำลังขยายอ่างเก็บน้ำในพื้นที่รับน้ำมากขึ้น

สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้ในการนำมาผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร ได้จาก 3 แหล่ง คือ

1. สระน้ำข้างโรงประปาเก่า มีพื้นที่ประมาณ 10 ไร่
2. อ่างเก็บน้ำตั้งอยู่ในบริเวณทิศใต้ของมหาวิทยาลัยนเรศวร มีพื้นที่ประมาณ 70 ไร่ สามารถจุน้ำได้ 300,000 ลูกบาศก์เมตร
3. คลองชลประทาน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยจะสูบน้ำด้วยเครื่องจักร 50 HP สู่อ่างเก็บน้ำรวม

2.6.1 ระบบการผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวร

กระบวนการผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยเริ่มสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำ ขนาดความจุ 300 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำแรงต่ำขนาดกำลังสูบส่ง 155 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง แรงดัน 18 เมตร เป็นแบบหอยโข่ง จำนวน 3 เครื่อง สูบน้ำเข้าสู่ระบบสร้างตะกอนผสมที่มีการเติมสัมจากนั้นไหลไปยังระบบตกตะกอน เพื่อให้ตกตะกอนแล้วจึงปล่อยเข้าสู่ระบบกรองน้ำ ในขณะที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ถังน้ำใส ก็จะมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าสู่ถังเก็บระบบกรองน้ำ ในขณะที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ถังน้ำใส ก็จะมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าสู่ถังเก็บน้ำดีขนาด 850 ลูกบาศก์เมตร เพื่อเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำต่อไป ขั้นตอนดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.6.2 ระบบจ่ายน้ำประปา

ระบบจ่ายน้ำ ดำเนินการ โดยจ่ายน้ำไปตามท่อต่างๆด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า ขนาด 25 แรงม้า โดยจ่ายตรงไปตามคณะต่างๆ อาคารสำนักงาน หอพักนิสิตและอาจารย์ อีกส่วนหนึ่งจ่ายตรงขึ้นถังเก็บน้ำขนาดความจุ 300 ลูกบาศก์เมตร

อัตราการจ่ายน้ำประปา จ่ายโดยใช้เครื่องจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จ่ายน้ำประปาส่งไปตามท่อ ดังนี้

2.6.2.1 ท่อขนาด 12 นิ้ว เป็นท่อซีเมนต์ใยหิน

2.6.2.2 ท่อขนาด 8 นิ้ว เป็นท่อซีเมนต์ใยหิน

2.6.2.3 ท่อขนาด 6 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี

2.6.2.4 ท่อขนาด 4 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี ,PVC

2.6.2.5 ท่อขนาด 2 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี ,PVC

2.6.2.6 ท่อขนาด 1 นิ้ว เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี ,PVC

ระบบการจ่ายน้ำประปา จ่ายตรงไปยังสถานที่ต่างๆ ในปัจจุบัน ดังนี้

ก. อาคารมิ่งขวัญ

ข. อาคารคณะวิทยาศาสตร์

ค. อาคารคณะเภสัชศาสตร์

ง. อาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

จ. อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

ฉ. คณะศึกษาศาสตร์

ช. อาคารคณะเกษตรศาสตร์

ซ. อาคารคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

ฌ. อาคารศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ญ. อาคารเทคโนโลยีและการสื่อสาร

ฏ. อาคารกิจกรรมนิสิต

ฏ. อาคารศูนย์พลังงาน

ฐ. อาคารสำนักหอสมุด

ฑ. อาคารโภชนาคาร 1 และ 2

ฒ. อาคารหอพักนิสิตหญิง

ณ. อาคารหอพักอาจารย์และข้าราชการ

ด. สนามกีฬากลางแจ้ง

ต. สถานีวิทยุ

ถ. อาคารเอนกประสงค์

ท. สระว่ายน้ำ

ธ. อาคารคณะพยาบาลศาสตร์

น. อาคารคณะทันตแพทย์ศาสตร์

บ. อาคารคณะสหเวชศาสตร์

ป. อาคารหอพักอาจารย์แพทย์สาสตร์และพยาบาลศาสตร์

ผ. หอประชุม

ฝ. อาคารคณะสถาปัตยศาสตร์

2.6.3 อัตราการผลิตน้ำประปา

การผลิตน้ำประปาจากอ่างเก็บน้ำขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 125,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2.6.4 ระบบการผลิตและการกรองน้ำประปา

ในการผลิตน้ำประปา ต้องใช้สารส้มเพื่อให้ตะกอนในน้ำดิบรวมตัวกัน แล้วตกตะกอน และใช้คลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อโรคและแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ ดังนั้น จึงต้องมีอัตราส่วนในการใช้ เพื่อผลิตน้ำประปาที่มีคุณภาพ อัตราส่วนเป็นส่วนเป็นดังนี้

คิดเป็นอัตราส่วน ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

1) สารส้ม 8 กิโลกรัม ต่อน้ำดิบ 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2) สารคลอรีน 1.3 กิโลกรัม ต่อน้ำดิบ 2,500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

คิดเป็นอัตราส่วน ลูกบาศก์เมตร/วัน

1) สารส้ม 40 กิโลกรัม ต่อน้ำดิบ 12,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2) สารคลอรีน 6.5 กิโลกรัม ต่อน้ำดิบ 12,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน

อัตราการใช้สารส้มและคลอรีนอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการใช้มากหรือน้อยและในช่วงเวลาเปิดภาคเรียน อัตราการใช้น้ำจะมากกว่าช่วงปิดภาคเรียน

2.6.5 ระบบการทำความสะอาดถังน้ำประปา

การทำความสะอาดถังน้ำประปาจำทำ 1 ครั้ง ต่อ 1 เดือน

- ล้างหน้าทรายทุกวัน
- ล้างกรองน้ำทิ้งทุกวัน
- ขั้นตอนการระบบการทำความสะอาดถังน้ำประปา ต้องใช้ประปาทำความสะอาดประมาณ 2,000 ลูกบาศก์เมตร

2.6.6 การทดสอบคุณภาพของน้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยได้ดำเนินการนำน้ำประปาที่ผลิตได้ไปทดสอบคุณภาพของน้ำที่สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำให้เกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้น้ำประปาที่มหาวิทยาลัยได้อย่างมั่นใจและมีคุณภาพการตรวจสอบน้ำประปา

2.7 ระบบท่อ (Pipe)

ท่อที่ใช้ในระบบจ่ายน้ำมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานท่อที่นิยมใช้เป็นท่อจ่ายน้ำประปา มีดังนี้

2.7.1 ท่อซีเมนต์ใยหิน หรือที่เรียกกันว่า เอ.ซี (AC)

ผลิตจากส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์กับแร่ใยหิน (asbestor fiber) ข้อดีของท่อชนิดนี้คือมีราคาถูกเมื่อเทียบกับท่อชนิดอื่น ทนการกัดกร่อนต่อสภาพดินธรรมดาได้พอสมควร ไม่นำไฟฟ้า เรียบ การต่อท่อง่ายใช้ข้อต่อซึ่งภายในมีวงแหวนยางกันรั่ว ดังรูป 2.19 ทำให้สามรถปรับตัวได้ดี ท่อซีเมนต์ใยหินมีตั้งแต่ขนาด 100 มม. ขึ้นไปจนถึง 600 มม. ความยาวท่อนละ 4-5 เมตร ความทนทานในการรับความดันจะบอกไว้ที่ชนิดของท่อ เช่น ชนิด 15,20 และ 25 เป็นท่อที่สามารถรับความดัน 15,20 และ 25 บาร์ ตามลำดับ

2.7.2 ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)

เป็นท่อที่มีความแข็งแรง ทนทาน แต่มีราคาแพง จึงมักใช้ในกรณีที่ต้องการความคงทนแข็งแรง เช่น ท่อที่ติดตั้งกับเครื่องสูบน้ำ (รับแรงสะเทือน) ท่อส่วนที่ไม่ได้ฝังกลบ เช่น ท่อข้ามคลอง ท่อลอดถนน ซึ่งต้องรับน้ำหนักและความสะเทือนจากยานพาหนะ ท่อเหล็กอาบสังกะสีมีอยู่หลายขนาด ตั้งแต่ 12.5 มม. ที่ใช้ต่อเข้าบ้านพักอาศัย ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 มม. อย่างไรก็ตามท่อชนิดนี้มีข้อเสียหลายประการ เช่น ไม่ทนต่อการกัดกร่อนและเป็นสนิมง่าย การตัดและต่อท่อยุ่งยาก น้ำหนักมากและราคาแพงความนิยมใช้จึงลดน้อยลง

2.7.3 ท่อเหล็กกล้า (Steel pipe)

ใช้สำหรับกรณีวางท่อขนาดใหญ่ เช่นท่อส่งน้ำ หรือท่อจ่ายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มม. ขึ้นไป มีความแข็งแรงมาก อ่อนโค้งได้บ้างทำให้ไม่หัก ทนแรงกระแทกได้ดี แต่ต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอก เช่น การเคลือบด้วยน้ำมันดินหรือปูนเปียก ท่อเหล็กกล้ามีกรรมวิธีการผลิต 2 แบบ คือ เชื่อมด้วยไฟฟ้ากับรีดม้วน การต่อท่อสนามทำได้หลายวิธี เช่น การเชื่อม การขันน็อตหน้าจาน การย้ำหมุด การเสียบปลายสำหรับท่อแบบระฆัง และข้อต่อสั้นโดยมีประเก็นยางกันรั่วซึม

2.7.4 ท่อเหล็กเหนียว (Ductile Iron Pipe)

เป็นท่อที่ปรับปรุงคุณภาพจากท่อเหล็กหล่อ โดยการเติมแมกนีเซียมลงในเหล็กหลอมที่มีกำมะถันและฟอสฟอรัสต่ำ ทำให้มีความแข็งแรงทนทานและแอ่นตัวได้ดีกว่าท่อเหล็กหล่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมีตั้งแต่ 75 มม. ขึ้นไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 1,000 มม. ความสามารถในการรับความดันขึ้นอยู่กับความหนาของท่อ การป้องกันการกัดกร่อนใช้วิธีเคลือบภายนอกและภายในเช่นเดียวกับท่อเหล็กกล้า การต่อท่อมีหลายวิธี เช่น การเสียบปากระหัง การขันน็อตหน้าจาน

2.7.5 ท่อพลาสติก (Plastic Pipe)

แต่แรกนั้นท่อพลาสติกผลิตขึ้นเพื่อนใช้เป็นท่อเหล็กต่อเข้าบ้านแต่ปัจจุบันมีการผลิตท่อขนาดใหญ่จนนำมาใช้สำหรับเป็นท่อหลักจ่ายน้ำได้ ท่อพลาสติกมีหลายชนิดเช่น ท่อพีวีซี มีตั้งแต่ขนาด 12.5-400 มม. ความยาวท่อนละ 6 เมตร แอ่นตัวได้ดี การต่อท่ออาจเป็นแบบใช้ข้อต่อทาน้ำยาเชื่อมหรือเป็นแบบปากระฆังมีวงแหวนยางกันรั่วซึ่งเหมาะสมกับท่อพีวีซีขนาดใหญ่ ท่อพีอีมีขนาดตั้งแต่ 12.5-150 มม. เหมาะสำหรับการเป็นท่อต่อเข้าตรอกหรือทางแคบคดเคี้ยว เนื่องจากสามารถวางโค้งไปมาได้ การต่อท่อเข้าด้วยกันทำได้โดยการขยายปลายท่อให้บานออกด้วยเครื่องมือเฉพาะกิจ ซึ่งให้ความร้อนจนท่ออ่อนตัวและบานออกจากปลายท่ออีกเส้นหนึ่งสอดเข้าได้

2.8 มาตรฐานน้ำประปา

มาตรฐานน้ำประปาสำหรับพื้นที่ชุมชน ยกเว้น กรุงเทพมหานคร,นนทบุรี,สมุทรปราการ, ปทุมธานีและสมุทรสาคร ให้เทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	มาตรฐานน้ำประปา
1. คุณลักษณะทางกายภาพ	
สี (colour), Pt-Co unit	15
รส (taste)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (nurbidity), NTU	5
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5-8.5
2. คุณลักษณะทางเคมี (mg/L)	
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (TDS)	600
เหล็ก (Fe)	0.3
แมงกานีส (Mn)	0.4
ทองแดง (Cu)	2.0
สังกะสี (Zn)	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness) as $CaCO_3$	300
ซัลเฟต (SO_4)	250
คลอไรด์ (Cl)	250
ฟลูออไรด์ (F)	1.0
ไนเตรท (NO_3) as NO_3 (as N)	50 (11.3)
3. คุณลักษณะทางสารเป็นพิษ : โลหะหนัก (mg/L)	
ปรอท (Hg)	0.001
ตะกั่ว (Pb)	0.01
สารหนู (As)	0.01
	0.01

ตาราง 2.8 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	มาตรฐานน้ำประปา
ซิลิเนี่ยม (Se)	0.05
โครเมียม (Cr)	0.07
ไซยาไนด์(CN)	0.003
แคดเมียม (Cd)	0.7
แบเรียม (Ba)	
4. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา (ต่อ 100 mL)	ไม่พบ
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coli form Bacteria)	ไม่พบ
อี โคไล (E.coli)	ไม่พบ
สแตฟฟิลโลค็อกคัส ออเรียส (Stapkylococcus aureus)	
แซลโมเนลลา (Salmonella)	ไม่พบ
คลอสทริดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)	ไม่พบ

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 16 จุด โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่าง 1 ครั้ง/เดือน เป็นเวลา 7 เดือน โดยมีรายละเอียดและวิธีการดังนี้

3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา

จุดเก็บน้ำตัวอย่างได้กำหนดจากแผนผังของมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งมีเกณฑ์การเลือกจากจุดที่อยู่ตามแนวเส้นท่อหลักที่ใช้ส่งจ่ายน้ำประปาไปทั่วทั้งมหาวิทยาลัย มีด้วยกันทั้งหมด 16 จุด ดังนี้

3.2.1 โรงผลิตประปา

3.2.2 หอพักนิสิต

3.2.3 จุดจ่ายน้ำประปา

3.2.4 วิศวกรรมศาสตร์

3.2.5 วิทยาศาสตร์

3.2.6 อาคาร มน.นิเวศ 4

3.2.7 ศูนย์วิจัยพลังงาน

3.2.8 คณะเกษตรศาสตร์

3.2.9 คณะมนุษยศาสตร์

3.2.10 อาคารอเนกประสงค์

3.2.11 อาคารมิ่งขวัญ

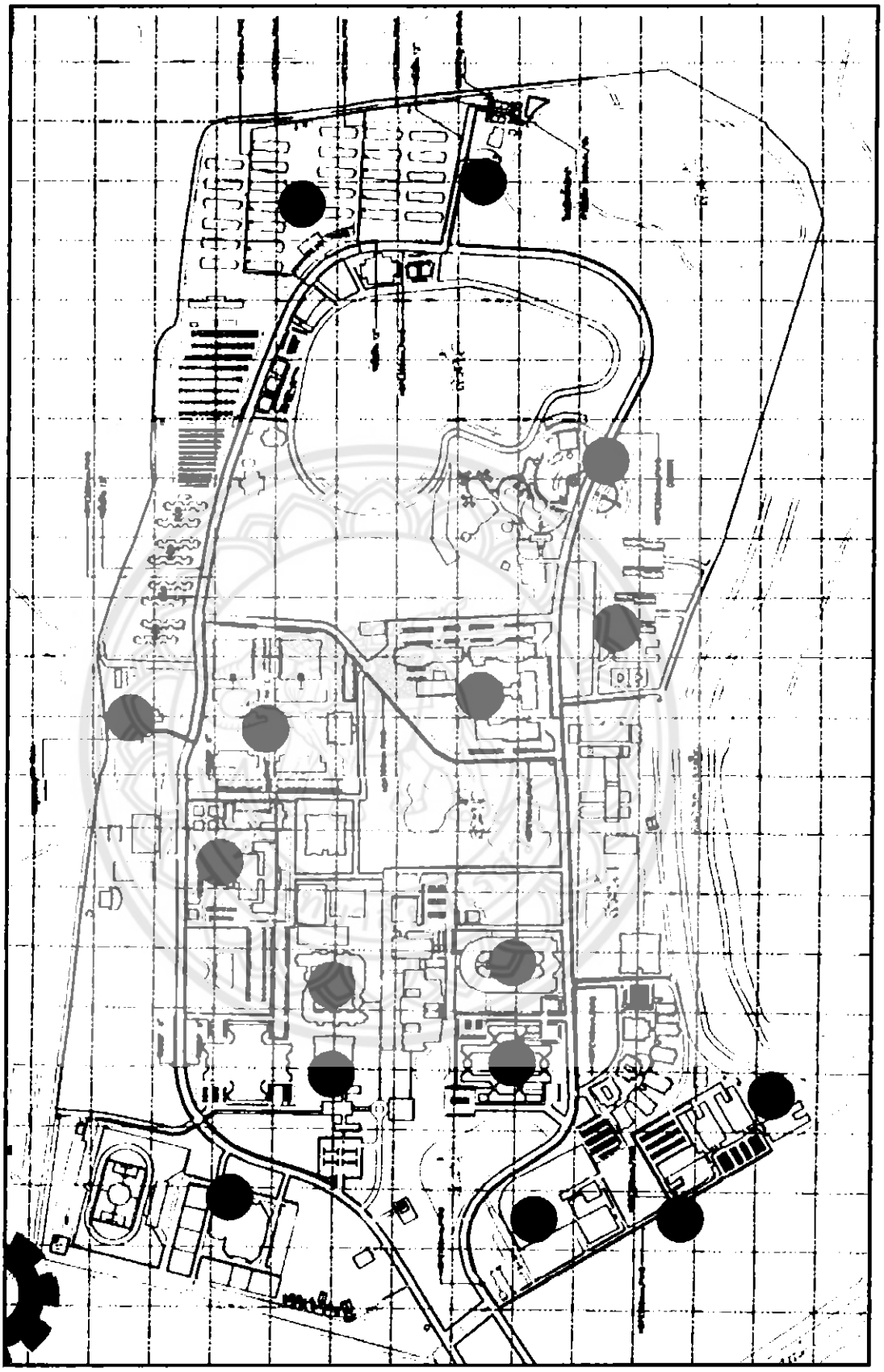
3.2.12 โรงพยาบาล

3.2.13 หอพักแพทย์และพยาบาล

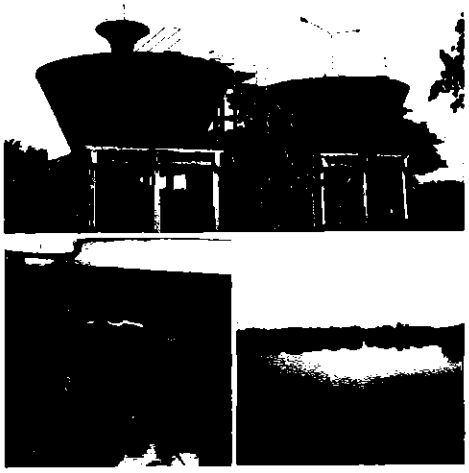
3.2.14 หอพักนิสิตแพทย์

3.2.15 คณะเภสัชศาสตร์

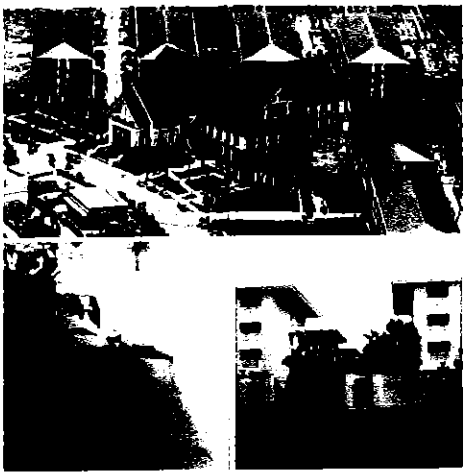
3.2.16 คณะแพทยศาสตร์



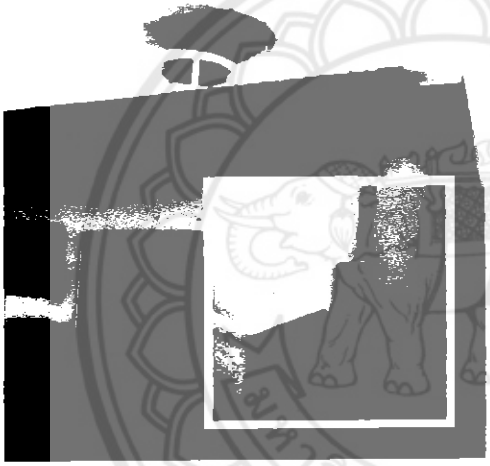
รูปที่ 3.1 แผนผังประปามหาวิทยาลัย



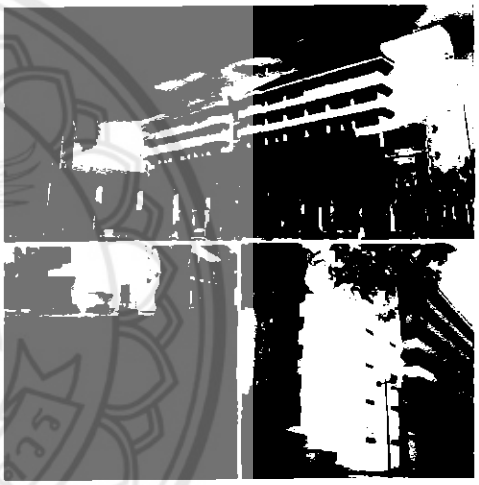
รูปที่ 3.2 โรงผลิตประปา



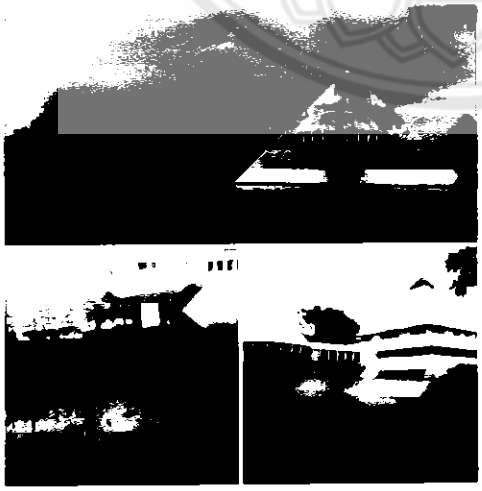
รูปที่ 3.3 หอพักนิสิต



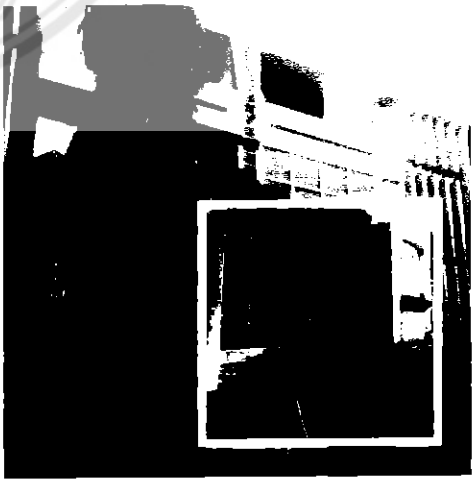
รูปที่ 3.4 จุดจ่ายน้ำประปา



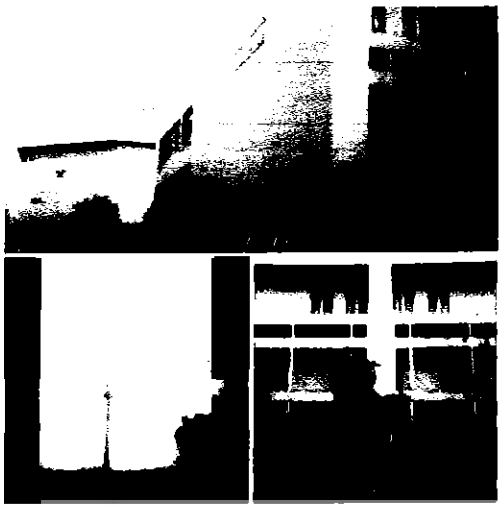
รูปที่ 3.5 วิศวกรรมศาสตร์



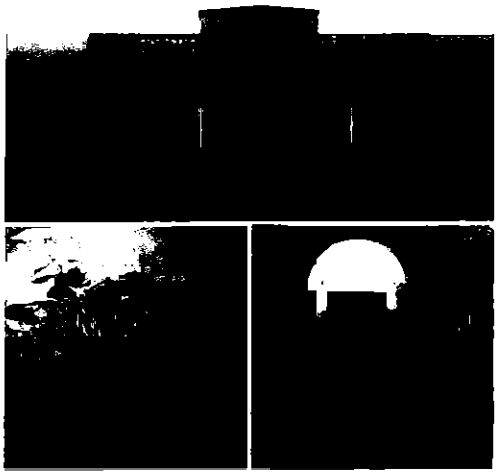
รูปที่ 3.6 ศูนย์วิจัยพลังงาน



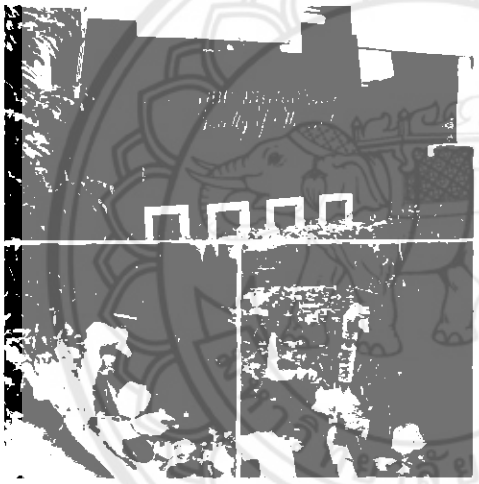
รูปที่ 3.7 อาคารหอพักอาจารย์



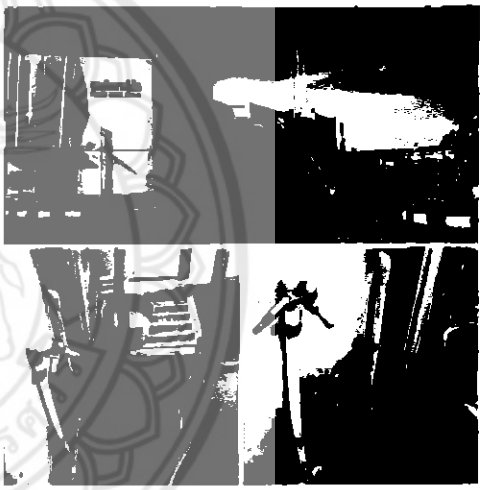
รูปที่ 3.8 วิทยาศาสตร์



รูปที่ 3.9 คณะเกษตรศาสตร์



รูปที่ 3.10 คณะมนุษยศาสตร์

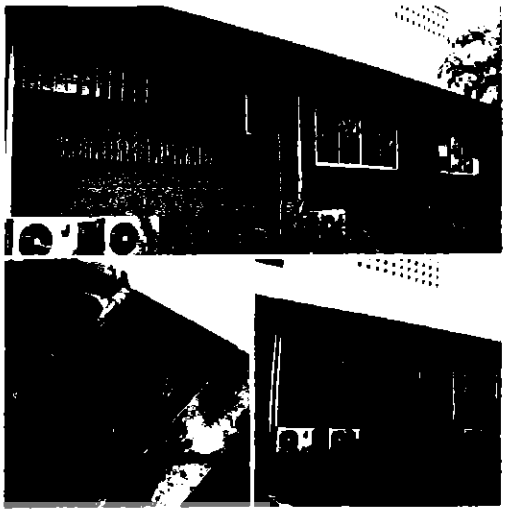


รูปที่ 3.11 อาคารอเนกประสงค์

รูปที่ 3.12 อาคารมิ่งขวัญ

รูปที่ 3.13 โรงพยาบาล

รูปที่ 3.14 หอพักแพทย์และพยาบาล



รูปที่ 3.15 หอพักนิสิตแพทย์

รูปที่ 3.16 คณะเภสัชศาสตร์

รูปที่ 3.17 คณะแพทยศาสตร์

3.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำประปา

3.3.1 เก็บโดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด เพื่อนำไปทดสอบปริมาณคลอรีน ไนไตร์ต ไนเตรท โดยเปิดน้ำจากก๊อกน้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 นาทีแล้วล้างขวด จากนั้นจึงกรอกน้ำใส่ขวดจนเต็ม ปิดฉลากแสดงวัน เวลา สถานที่ อุณหภูมิของน้ำตัวอย่างให้เรียบร้อย

3.3.2 เก็บโดยใช้ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้ว เพื่อนำไปทดสอบหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยเปิดน้ำจากก๊อกน้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 นาทีแล้วล้างขวด จากนั้นจึงกรอกน้ำใส่ขวดน้ำโดยมีปริมาณน้ำไม่เต็มขวดเพื่อให้เหลืออากาศให้จุลชีพใช้หายใจ

3.3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ได้แก่

ก. ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร 16 ขวด

ข. ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร 16 ขวด

ค. ตะกร้าสำหรับบรรจุขวดแก้ว 1 ตะกร้า

ง. เทอร์โมมิเตอร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

ตัวชี้วัดที่วิเคราะห์	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
อุณหภูมิ	ใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัด
สี	วิธีการเทียบสี
ความขุ่น	วิธีเนฟฟีโลเมตริก
คลอรีน	ใช้เครื่องวัดคลอรีน Chlorine Meter
พีเอช	เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250
ความเป็นกรด-ด่าง	วิธีการไตรเตรท
ความกระด้าง	วิธีการไตรเตรท
ฟลูออไรด์	วิธีSPADNS
ไนไตรท	วิธีวัดสี
ไนเตรท	วิธีวัดสี
ของแข็งละลายน้ำ	วิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดโดยวิธีการระเหยน้ำตัวอย่างบน Water Bath และค่าของแข็งแขวนลอยโดยวิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เพื่อหาค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	วิธีเอ็มพีเอ็น(Most Probale Number,MPN)
คลอไรด์	วิธีปรอทไนเตรต
สภาพการนำไฟฟ้า	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Model 250

ที่มา: มั่นสิน, 2543

3.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

เนื่องจากไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์หาดัชนีชี้วัดทุกพารามิเตอร์ที่ระบุไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคดังนั้นจึงเปรียบเทียบเฉพาะดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคที่ใช้เปรียบเทียบ

ดัชนีชี้วัดที่วิเคราะห์	มาตรฐานน้ำประปา
อุณหภูมิ	-
สี (colour), Pt-Co unit	15
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5-8.5
สภาพการนำไฟฟ้า	-
ความขุ่น (nurbidity),NTU	5
คลอรีน	-
ความกระด้างทั้งหมด (total hardness) as $CaCO_3$	300
คลอไรด์ (Cl)	250
ไนไตรท	-
ไนเตรท (NO_3) as NO_3 (as N)	50 (11.3)
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (TDS)	600
ฟลูออไรด์ (F)	1.0
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ไม่พบ

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

เนื่องด้วยมหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการจัดทำระบบผลิตน้ำประปาขึ้นใช้เองโดยอาศัยแหล่งน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำของมหาวิทยาลัย ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้ดำเนินกิจกรรมต่างๆทั้งด้านการอุปโภคและบริโภค ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการผลิตและการส่งจ่ายน้ำประปาที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่สาเหตุหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้หากเกิดมีปัญหาเกิดขึ้นจริง

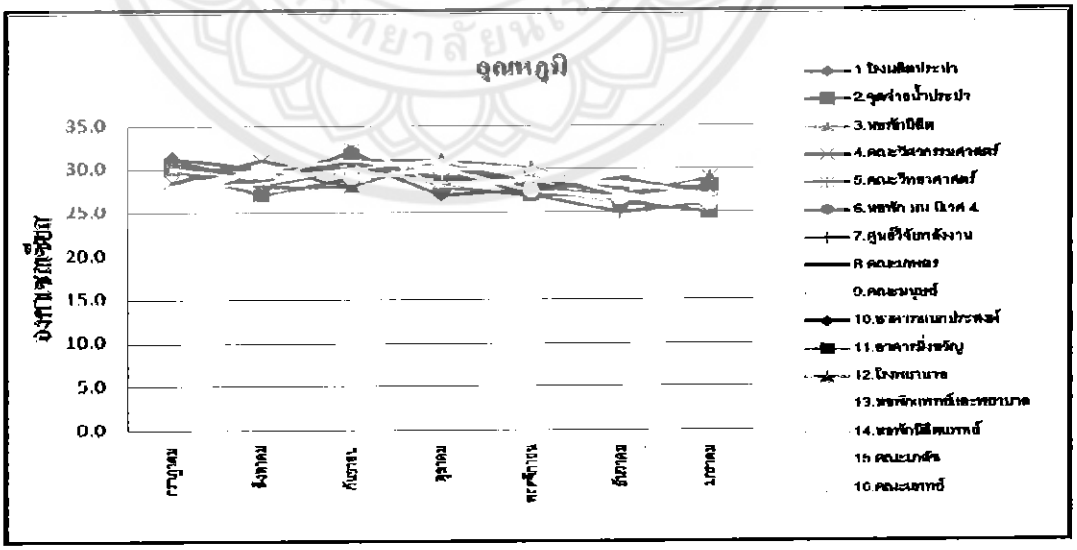
ดังนั้นในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เราได้คัดเลือกพารามิเตอร์ที่มีความจำเป็นและสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยการแสดงข้อมูลตามตารางและจัดทำกราฟเพื่อให้เห็นถึงความชัดเจนในแต่ละพารามิเตอร์ ซึ่งกราฟที่แสดงผลจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ กราฟแสดงผลรวมของค่าทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำคือทั้งหมด 16 จุด และแสดงผลโดยแบ่งตามเส้นท่อหลักในการส่งจ่ายน้ำไปยังทั่วทั้งมหาวิทยาลัย ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 3 เส้นหลัก โดยกำหนดให้ ท่อส่งจ่ายน้ำประปาเส้นที่ 1 ประกอบด้วย โรงผลิตน้ำประปา ศูนย์วิจัย หอพักมน.นิเวศ 4 คณะแพทย์ศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ โรงพยาบาล หอพักแพทย์และพยาบาล และหอพักนิสิตแพทย์ ท่อส่งจ่ายน้ำประปาเส้นที่ 2 ประกอบด้วย โรงผลิตประปา หอพักนิสิต จุดจ่ายน้ำประปา คณะเกษตรศาสตร์ คณะมนุษย์ศาสตร์ อาคารมิ่งขวัญ และอาคารอเนกประสงค์ ท่อส่งจ่ายน้ำประปาเส้นที่ 3 ประกอบด้วย โรงผลิตประปา หอพักนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์

4.1 อุณหภูมิ

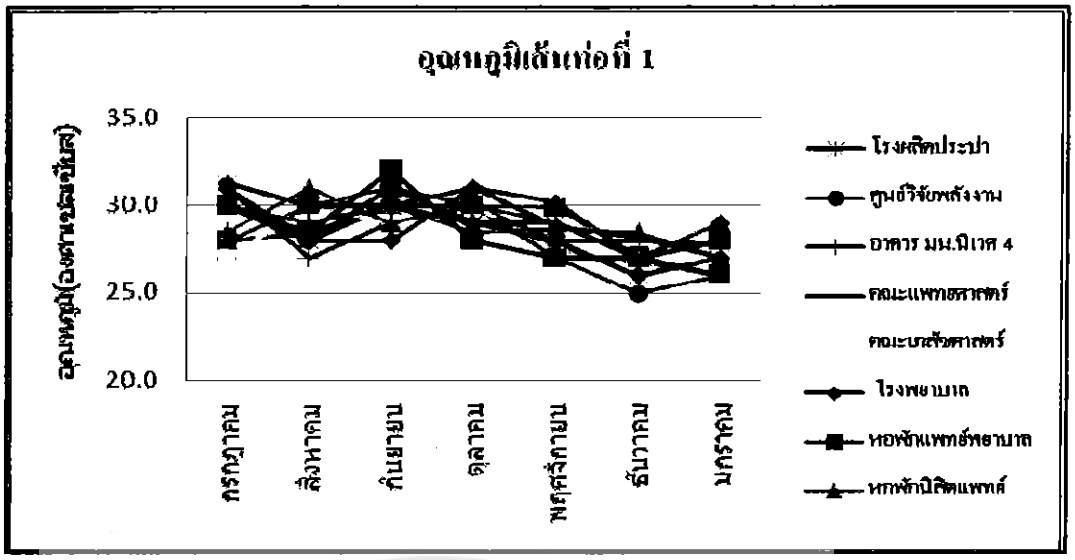
อุณหภูมิเป็นสมบัติทางกายภาพซึ่งมีความสำคัญต่อระบบการผลิตประปาเช่น การฆ่าเชื้อโรคซึ่งอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการฆ่าเชื้อโรคของสารเคมี ซึ่งเมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้เชื้อโรคถูกค่าได้อย่างรวดเร็วและเชื้อโรคมีอัตราการเจริญเติบโตแปรผันกับอุณหภูมิ จากผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.1 และดังรูปที่ 4.1-4.4

ตารางที่ 4.1 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

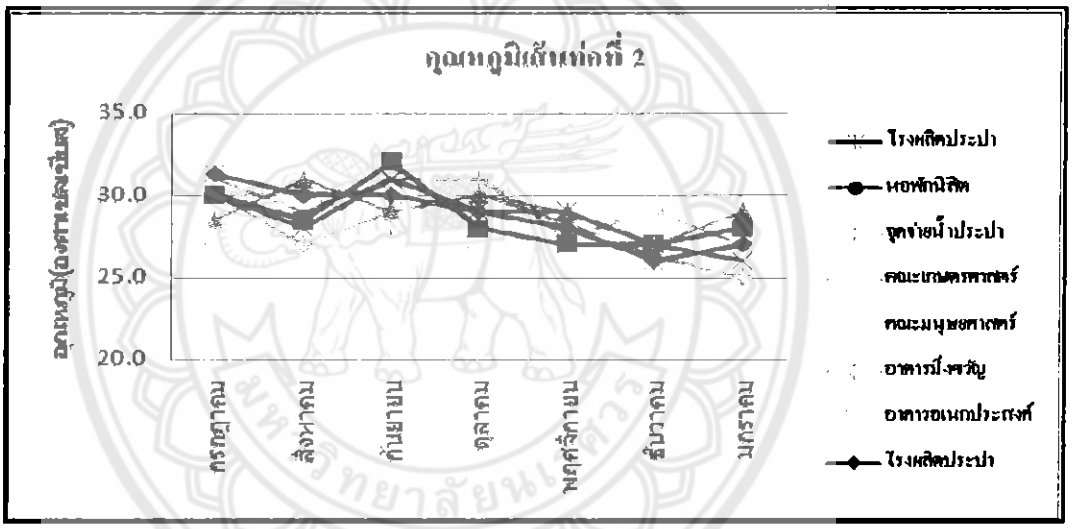
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	31.3	27.0	29.4
สิงหาคม	31.0	27.0	28.9
กันยายน	33.0	28.0	30.1
ตุลาคม	31.0	27.0	29.6
พฤศจิกายน	30.2	27.0	28.3
ธันวาคม	29.0	25.0	27.0
มกราคม	29.0	25.0	26.9



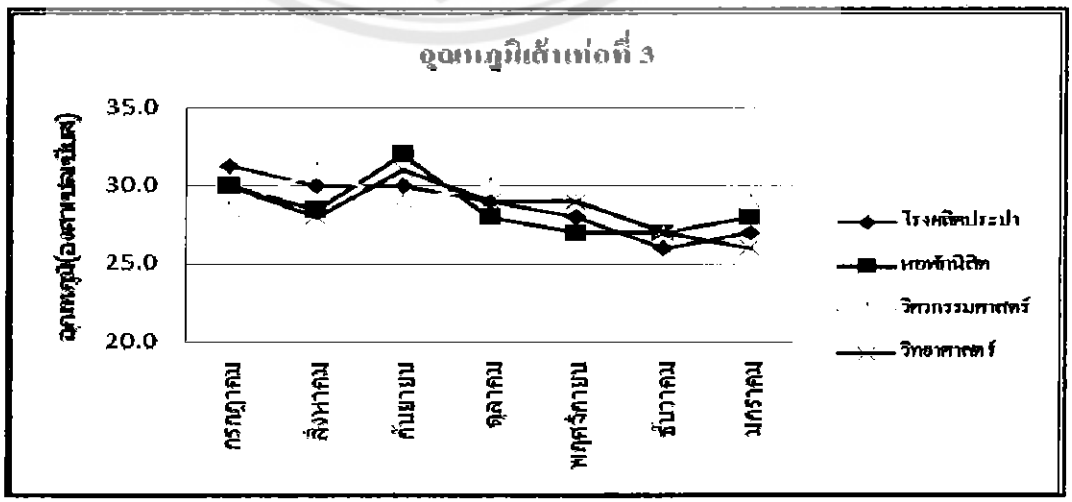
รูปที่ 4.1 อุณหภูมิรวม



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4. 3 อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.4 อุณหภูมิ เส้นท่อที่ 3

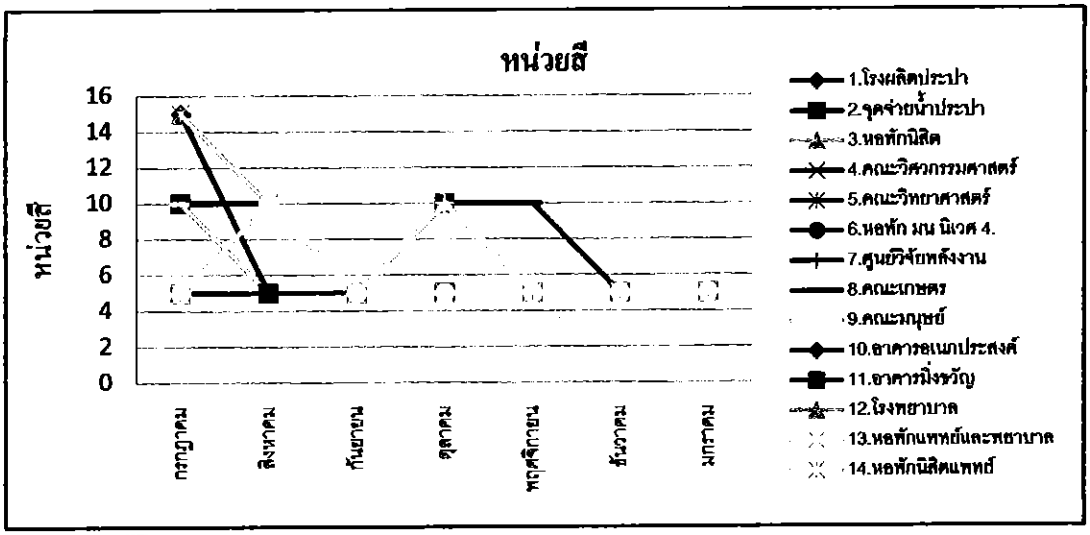
จากรูปที่ 4.1-4.4 แสดงพีเอชเส้นท่อพบว่าค่าพีเอชในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันโดยในช่วงเดือนกรกฎาคมมีค่าพีเอชที่ค่อนไปทางกรดอ่อนซึ่งเกิดจากการเติมสารเคมีที่ไม่เพียงพอ จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่าพีเอชในเดือนสิงหาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5

4.2 หน่วยสี

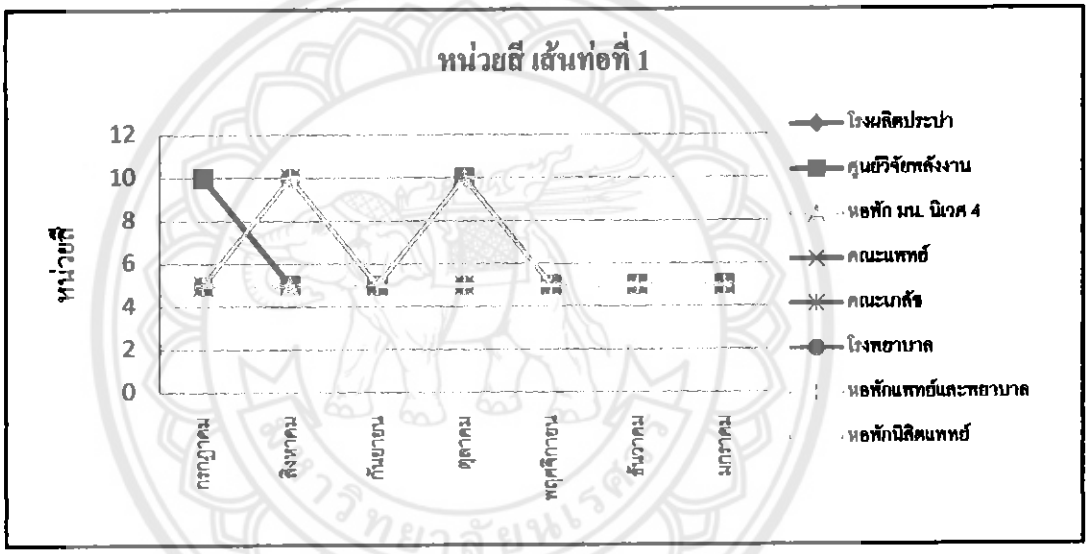
หน่วยสีเป็นตัววัดสีของน้ำที่เกิดจากการย่อยสลายของพืชหรืออนุภาคคอลลอยด์ต่างๆที่อยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยใช้วิธีการเทียบโดยใช้หลอดเนสเลอร์ (วิธีมาตรฐาน) ในการผลิตน้ำประปาควรมีค่าหน่วยสีไม่เกิน 15 จากผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.2 และดังรูปที่ 4.5-4.8

ตารางที่ 4.2 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของหน่วยสีตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

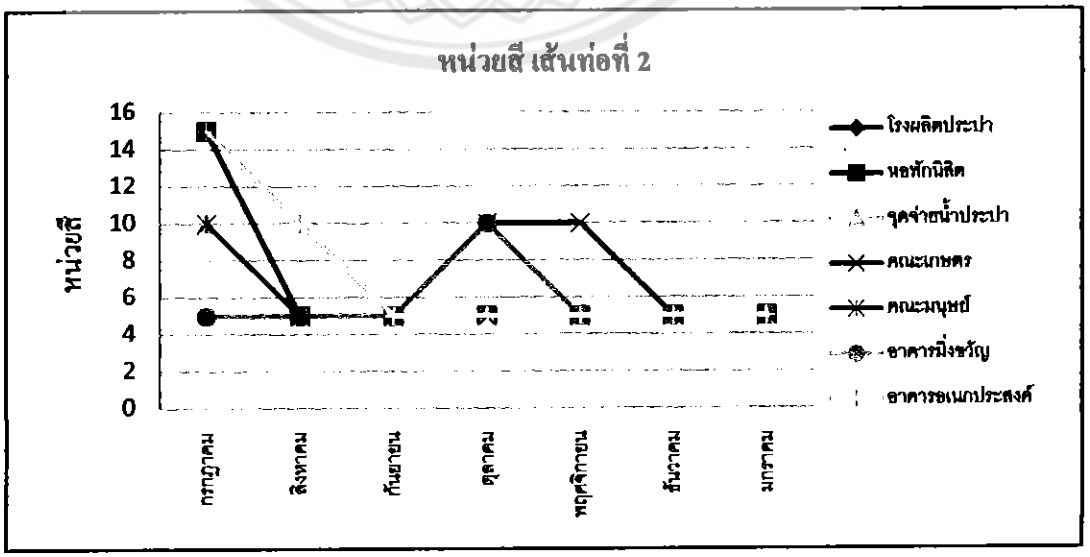
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	15	5	9
สิงหาคม	10	5	8
กันยายน	5	5	5
ตุลาคม	10	5	7
พฤศจิกายน	10	5	5
ธันวาคม	5	5	5
มกราคม	5	5	5



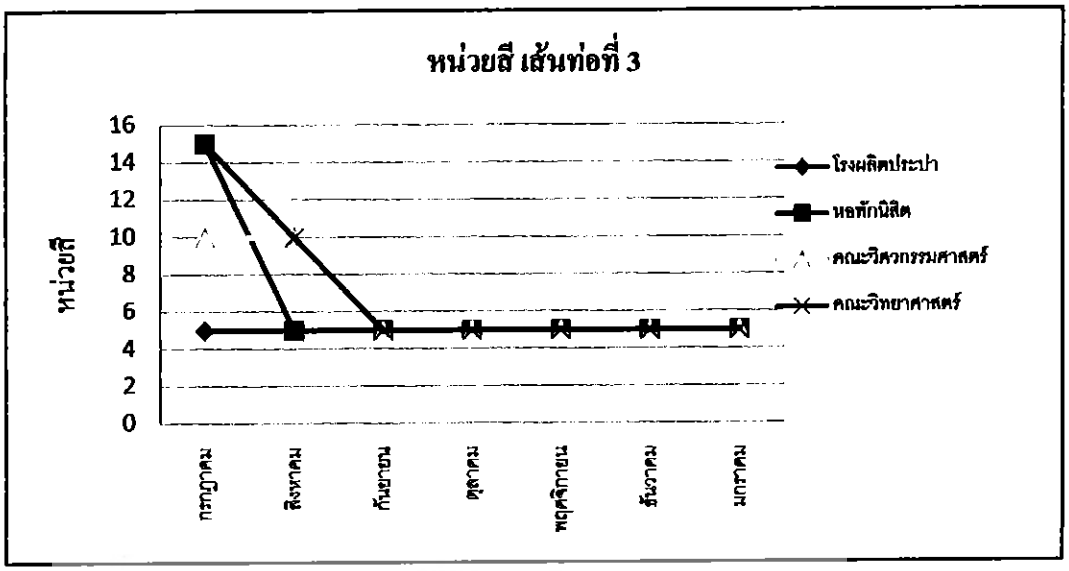
รูปที่ 4.5 หน่วยสี



รูปที่ 4.6 หน่วยสี เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.7 หน่วยสี เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.8 หน่วยสี เส้นท่อที่ 3

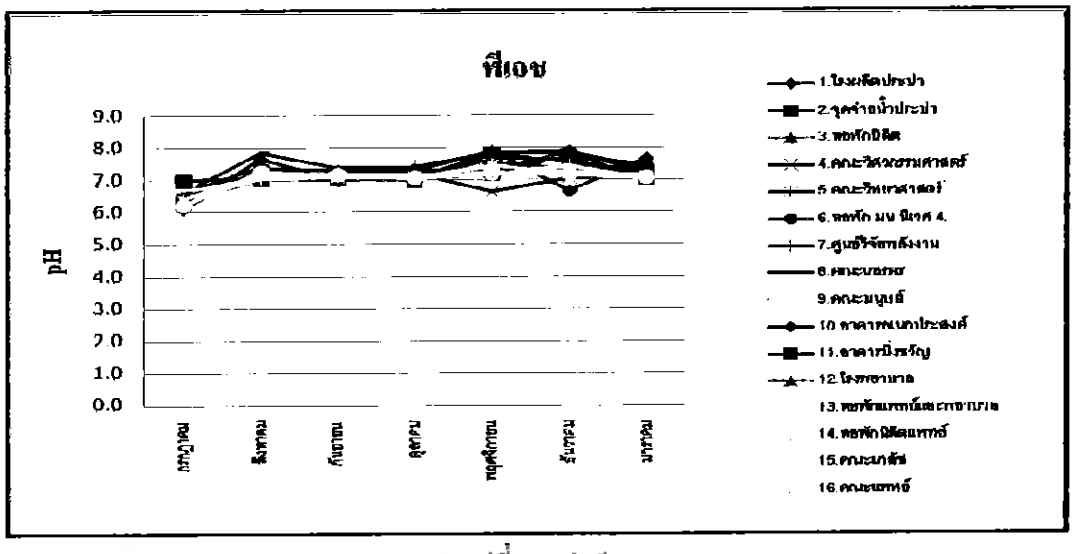
จากข้อมูลในตารางพบว่า ค่าหน่วยสีมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่เดือนกรกฎาคมที่ค่าหน่วยสี 9 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือน กันยายน พฤศจิกายน ธันวาคมและมกราคมที่ค่าหน่วยสี 5 ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ที่กำหนดให้ค่าสีไม่เกิน 15 เมื่อนำมาแสดงค่าเป็นกราฟ จากรูปที่ 4.5-4.8 จะพบว่าในช่วงเดือน กรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม เป็นช่วงที่มีสีสูงกว่าเดือนอื่น เนื่องจากเป็นช่วงของฤดูฝน ซึ่งอาจทำให้น้ำดิบที่นำมาผลิตมีความขุ่นเพิ่มขึ้น

4.3 พีเอช

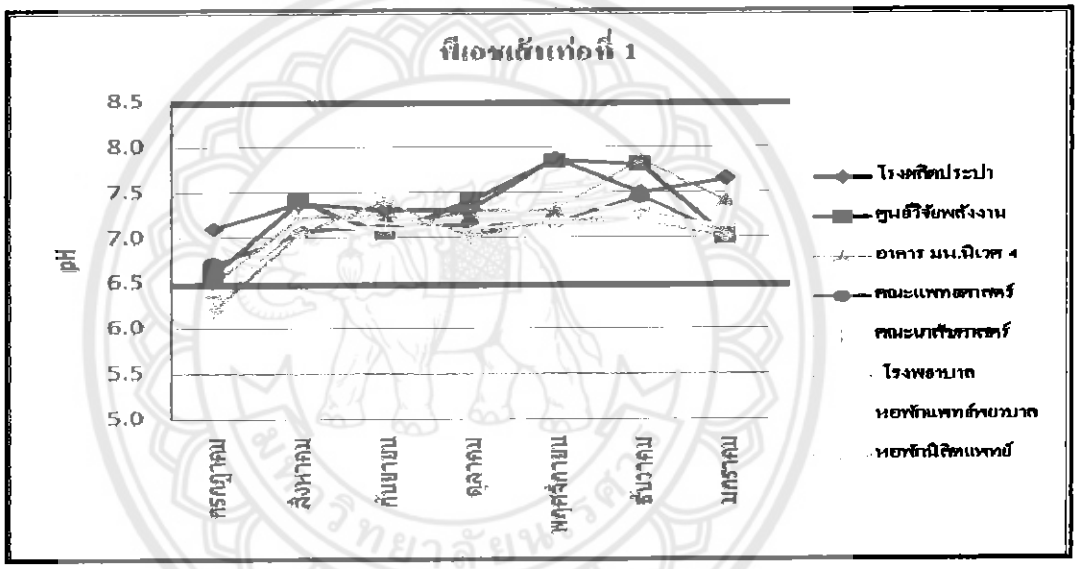
พีเอชเป็นสมบัติทางเคมีที่มีลักษณะที่สำคัญมากของน้ำ โดยมีค่ากำหนดอยู่ในมาตรฐานน้ำทุกชนิด เช่น ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย จากผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.3 และดังรูปที่ 4.9-4.12

ตารางที่ 4.3 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของพีเอชตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - เดือนมกราคม2554

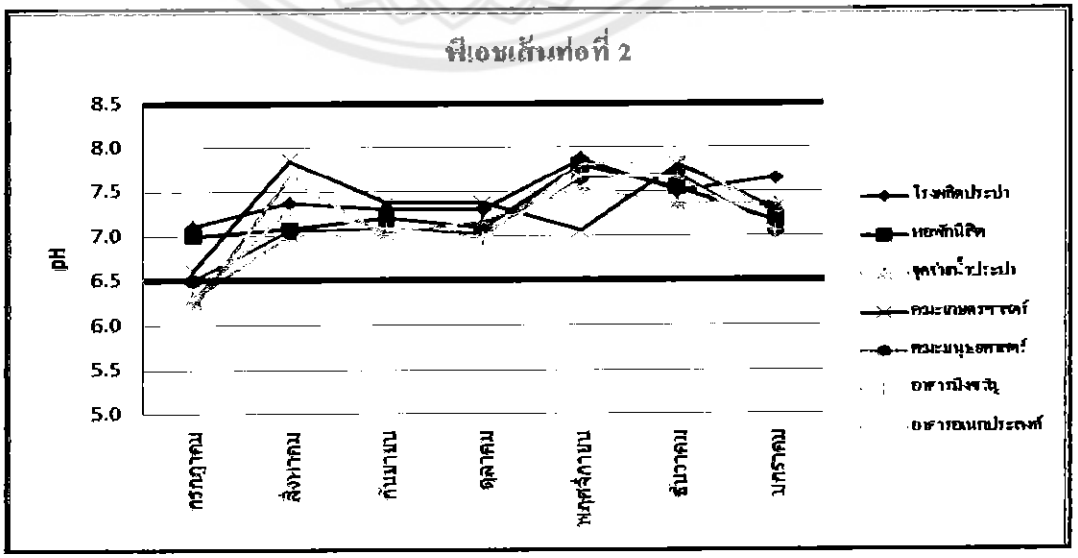
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	7.1	6.2	6.5
สิงหาคม	7.9	7.0	7.4
กันยายน	7.4	7.0	7.1
ตุลาคม	7.4	7.0	7.2
พฤศจิกายน	7.9	7.0	7.4
ธันวาคม	7.9	7.1	7.5
มกราคม	7.7	7.0	7.2



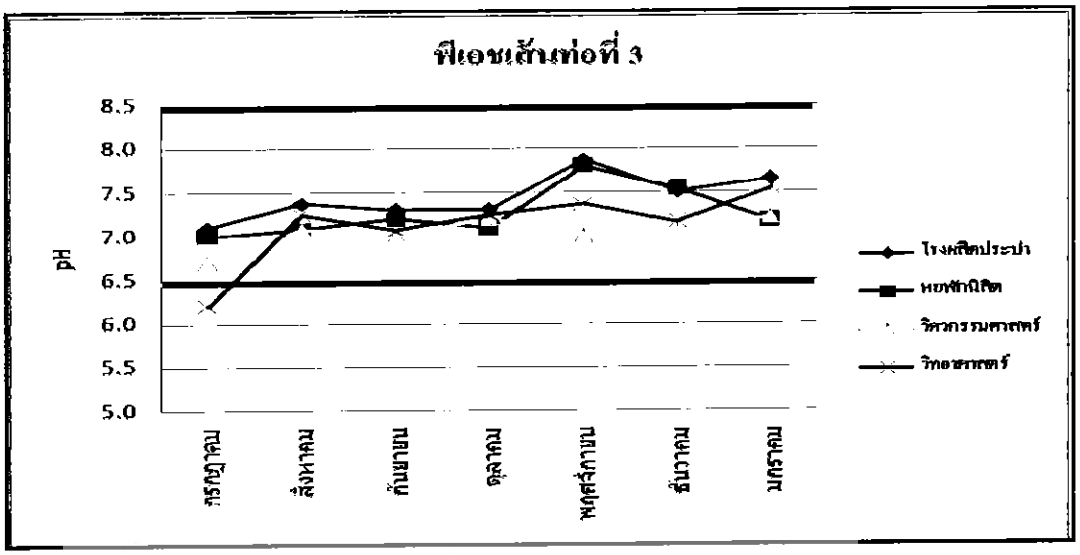
รูปที่ 4.9 ค่าพีเอช



รูปที่ 4.10ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.11 ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.12 ค่าพีเอช เส้นท่อที่ 3

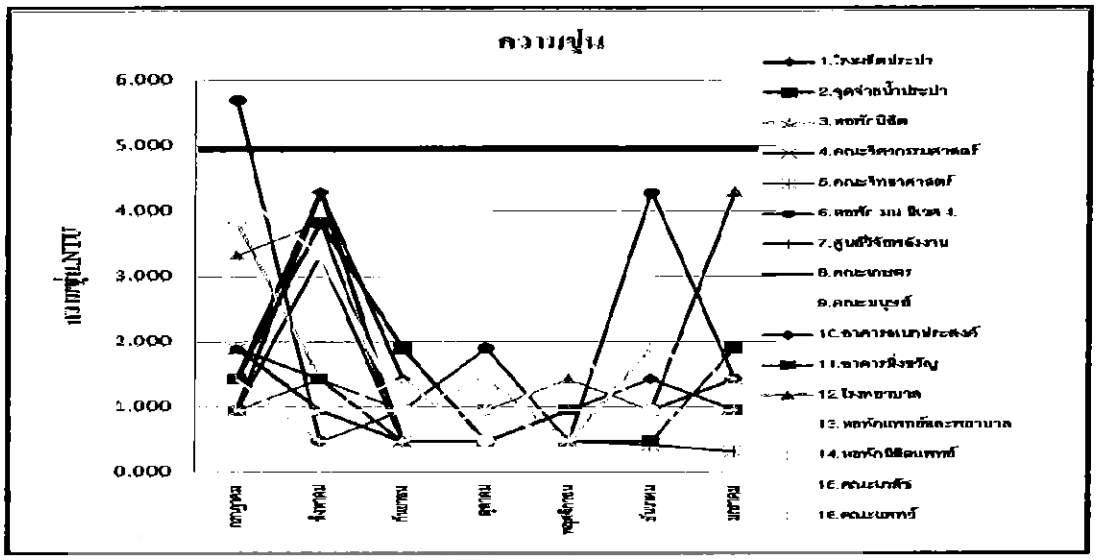
จากรูปที่ 4.9-4.12 แสดงพีเอชเส้นท่อพบว่าค่าพีเอชในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันโดยในช่วงเดือนกรกฎาคมมีค่าพีเอชที่ค่อนไปทางกรดอ่อนซึ่งเกิดจากการเติมสารเคมีที่ไม่เพียงพอ จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่าพีเอชในเดือนสิงหาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5

4.4 ความขุ่น

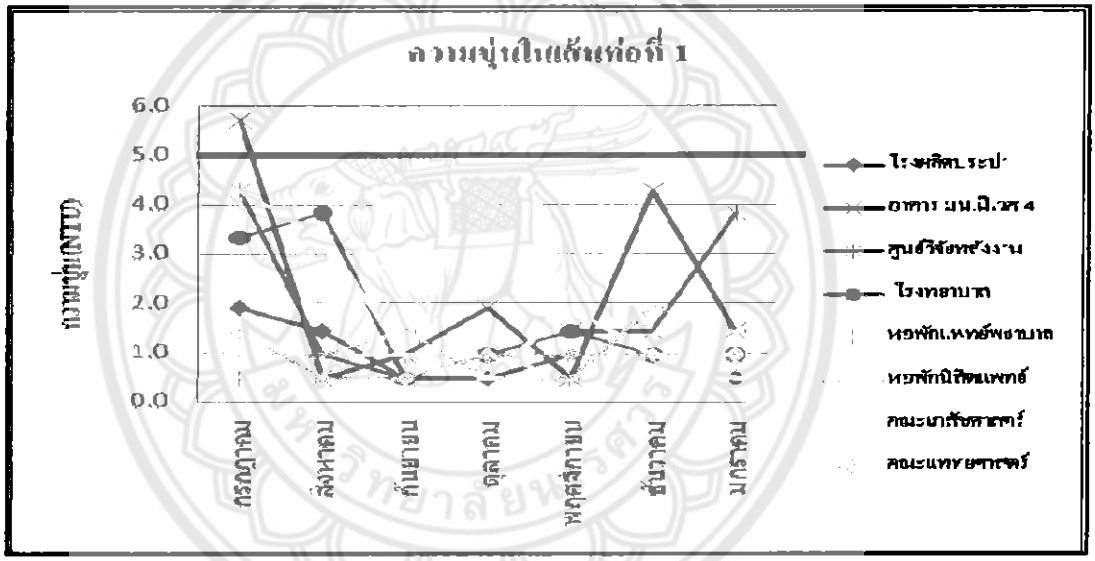
ความขุ่นเป็นสมบัติทางกายภาพที่เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น สารอินทรีย์ ดิน โคลน ทรายละเอียด และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว ซึ่งความขุ่นส่งผลต่อการฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย จากผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4-6

ตารางที่ 4.4 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของความขุ่นตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

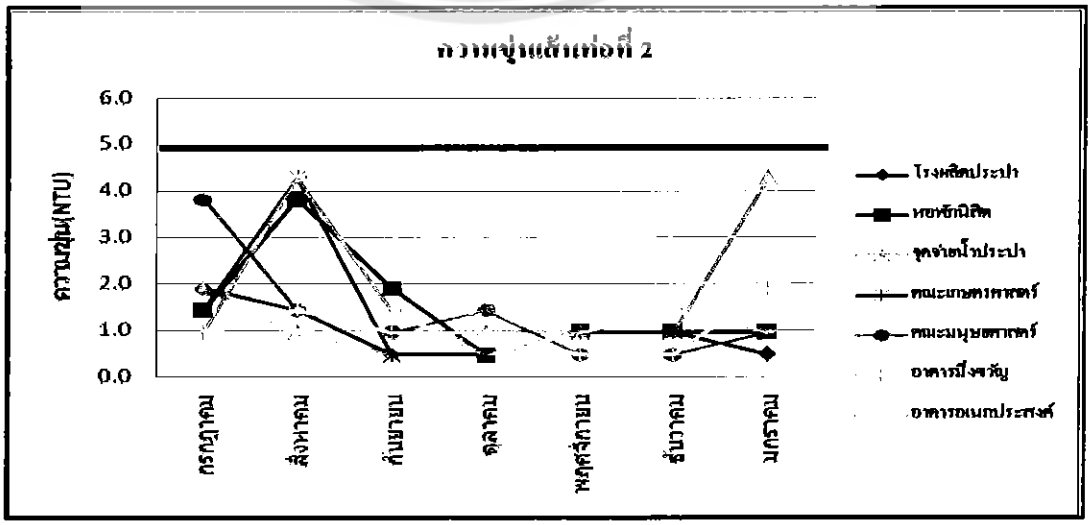
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	5.7	0.5	2.2
สิงหาคม	4.3	0.5	2.1
กันยายน	1.9	0.5	0.8
ตุลาคม	1.9	0.5	0.9
พฤศจิกายน	1.9	0.5	0.9
ธันวาคม	4.3	0.4	1.2
มกราคม	4.3	0.3	1.4



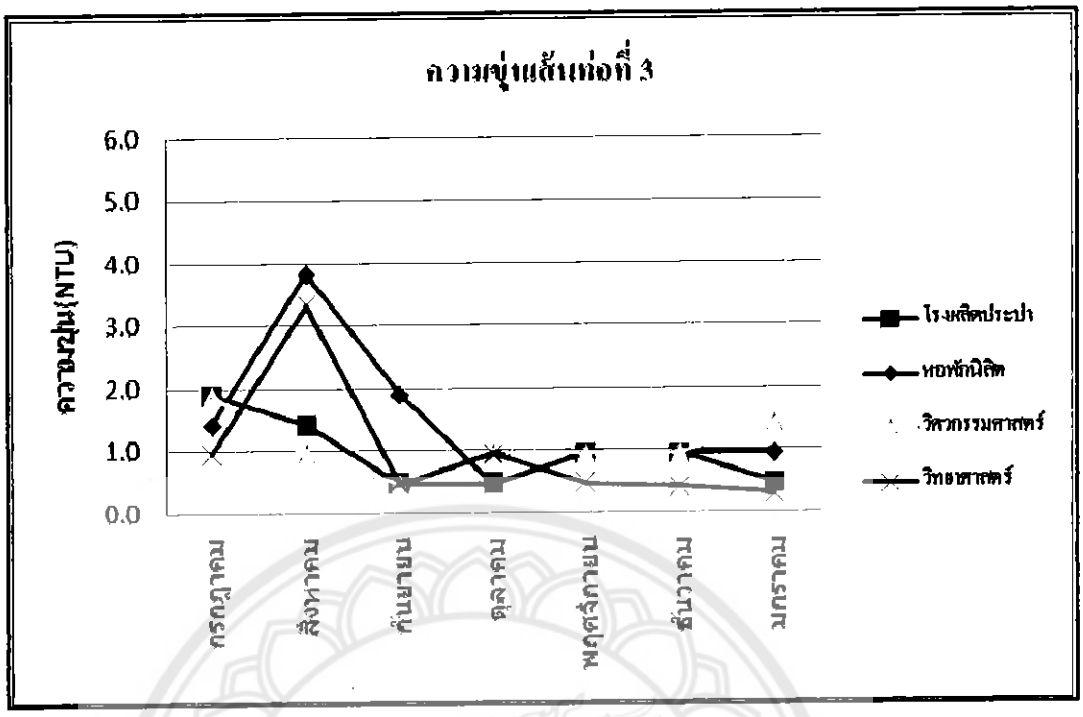
รูปที่ 4.13 ความขุ่น



รูปที่ 4.14 ความขุ่น เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.15 ความขุ่น เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.16 ความขุ่น เส้นท่อที่ 3

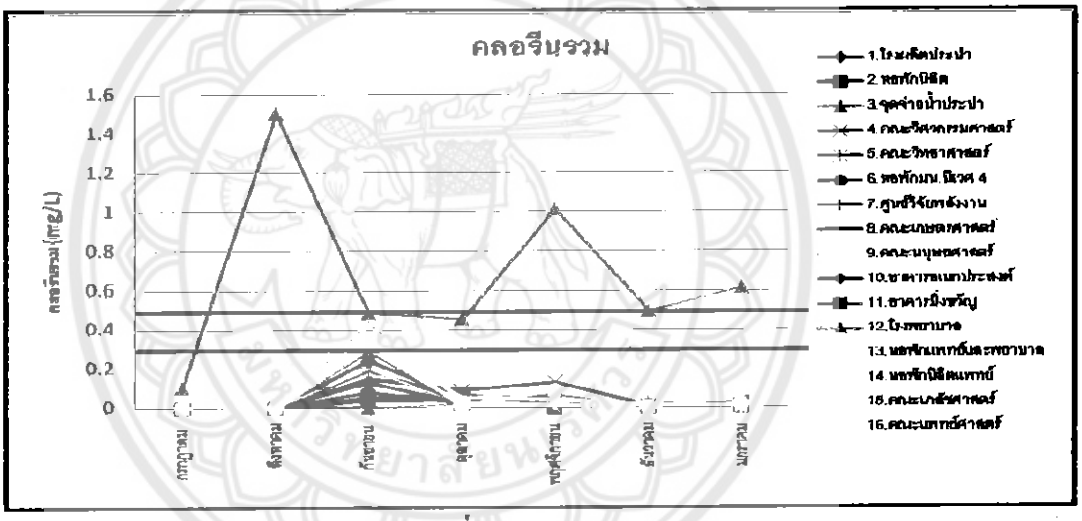
จากรูปที่ 4.13-4.16 แสดงความขุ่นเส้นท่อพบว่าค่าความขุ่นในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงเดือนสิงหาคมมีค่าความขุ่นมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ ซึ่งอาจเกิดจากการเติมสารเคมีที่ไม่เพียงพอและเนื่องจากเป็นฤดูฝนน้ำดิบจึงมีปริมาณความขุ่นสูง จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าความขุ่นมีค่าเท่ากับ 5 NTU ค่าความขุ่นในเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะมีค่าความขุ่นไม่เกินมาตรฐาน

4.5 คลอรีน

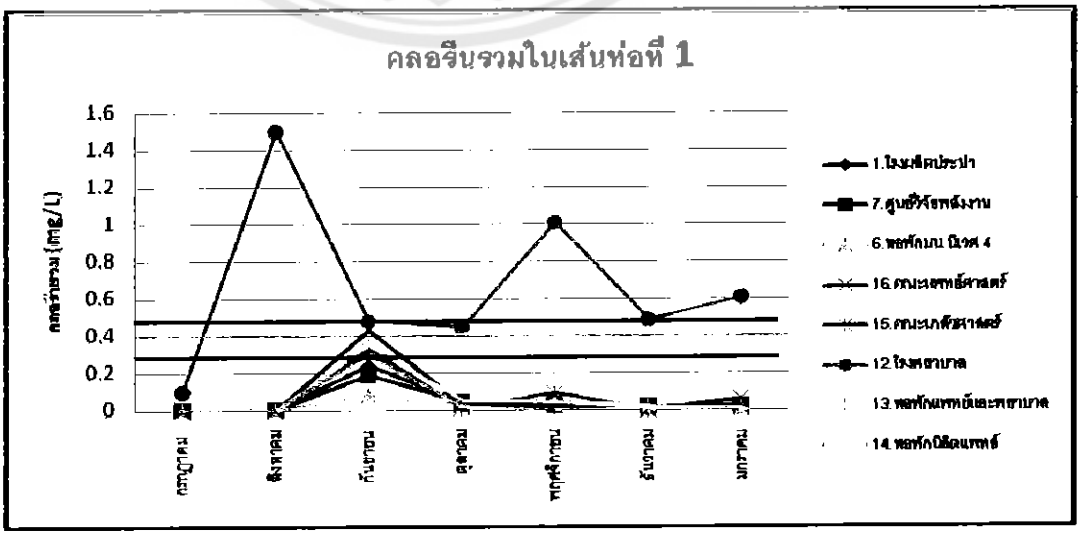
คลอรีนใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาไม่แพง คลอรีนเมื่อมีความชื้นจะกัดกร่อนโลหะเกือบทุกชนิด เป็นอันตรายแก่อวัยวะของร่างกาย ปกติไม่พบคลอรีนในน้ำตามธรรมชาติ คลอรีนตรวจพบได้ในน้ำประปาและน้ำเสีย เนื่องจากใช้เป็นสารสำหรับฆ่าเชื้อโรค จากผลการวิเคราะห์ค่าคลอรีนรวมในน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.5 และดังรูปที่ 4.17-4.20

ตารางที่ 4.5 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยคลอรีนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึง เดือนมกราคม 2554

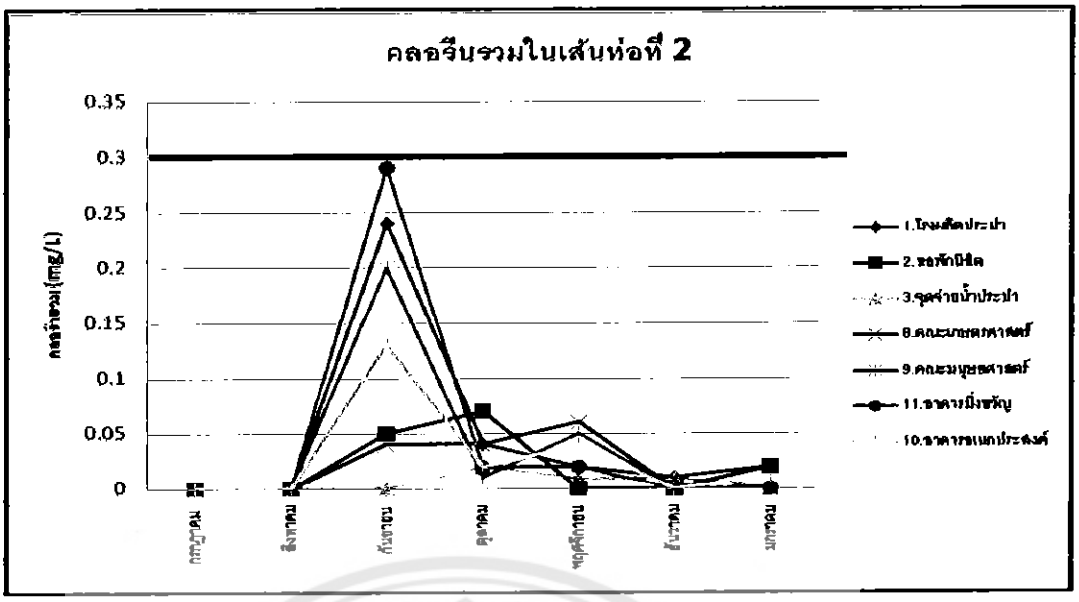
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	0.1	0	0.01
สิงหาคม	1.5	0	0.09
กันยายน	0.48	0	0.21
ตุลาคม	0.45	0.01	0.06
พฤศจิกายน	1.01	0	0.10
ธันวาคม	0.49	0	0.04
มกราคม	0.61	0	0.05



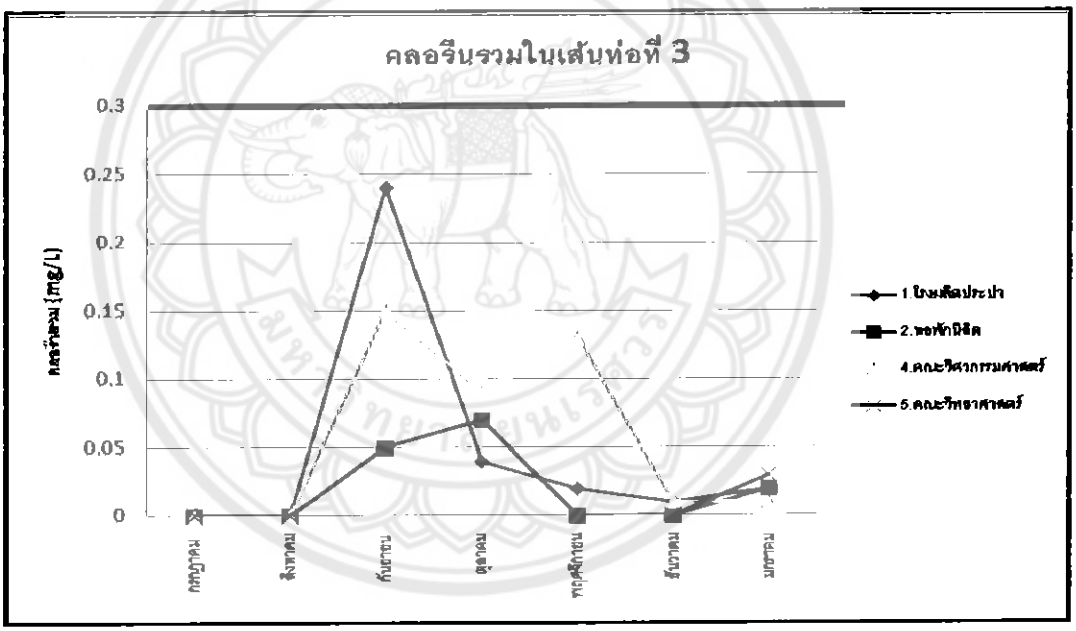
รูปที่ 4.17 คลอรีนรวม



รูปที่ 4.18 คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.19 คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.20คลอรีนรวม เส้นท่อที่ 3

จากตารางพบว่าคลอรีนรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.5 mg/l ซึ่งค่าสูงสุดอยู่ที่จุดเก็บคือ โรงพยาบาล (เดือนสิงหาคม) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้ว ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากมีปริมาณคลอรีนรวมน้อยเกินไปและบางแห่งก็มีปริมาณมากเกินไป โดยปกติคลอรีนตกค้างอิสระไม่ควรน้อยกว่า 0.3 – 0.5 mg/l เพราะถ้าเติมน้อยไปจะไม่มีคลอรีนตกค้าง แต่ถ้าเติมมากเกินไปจะทำให้มีกลิ่นและรสในน้ำได้

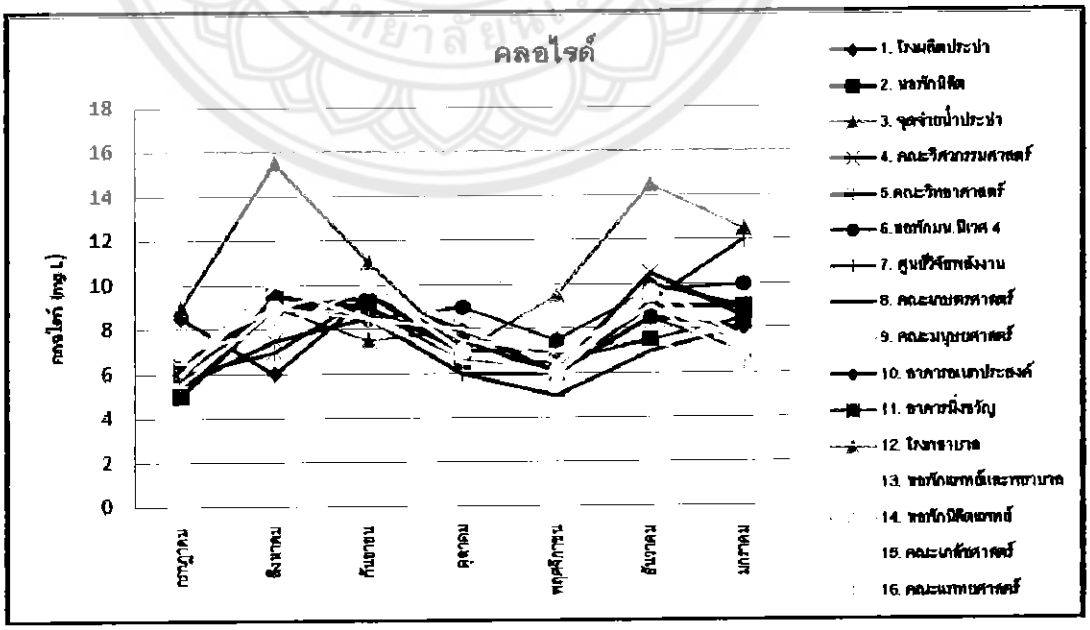
4.6 คลอไรด์

คลอไรด์เป็นสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ น้ำในธรรมชาติมีคลอไรด์ละลายอยู่ที่ความเข้มข้นต่างๆ น้ำที่มีคลอไรด์เข้มข้นต่ำ เช่นแม่น้ำ ลำคลอง ส่วนคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงคือ น้ำทะเล น้ำที่มีค่าของคลอไรด์ไม่แน่นอนคือน้ำบาดาล นอกจากนี้ยังพบคลอไรด์จากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ คลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจใช้เป็นดรรชนีชี้ความสกปรกของน้ำได้ จากผลการวิเคราะห์ค่าคลอไรด์ในน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.6 และดังรูปที่ 4.21-4.24

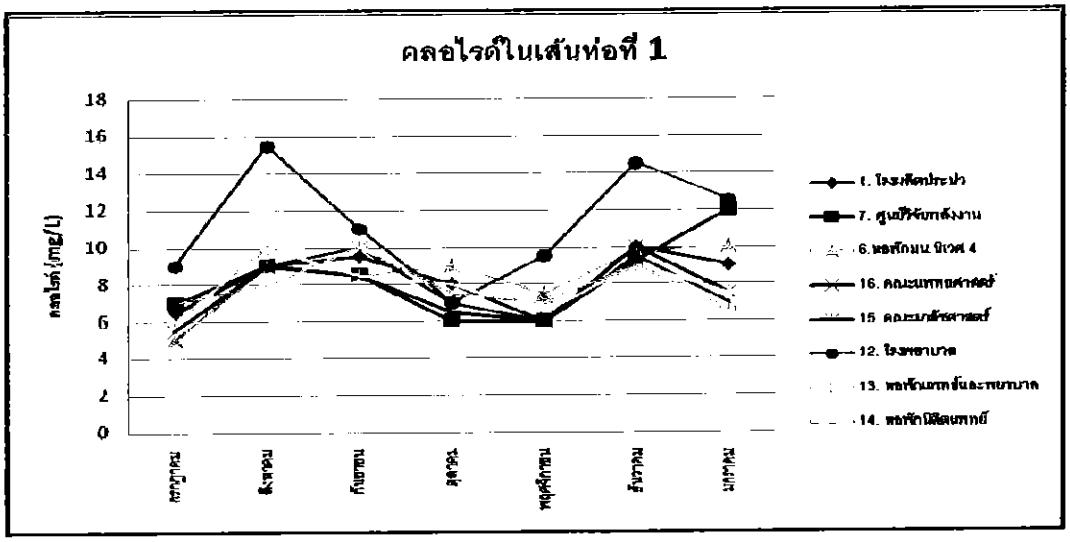
ตารางที่ 4.6 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยคลอไรด์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	8.997	4.998	6.529
สิงหาคม	15.495	5.998	9.091
กันยายน	10.996	7.497	9.091
ตุลาคม	8.997	5.998	7.341
พฤศจิกายน	9.497	4.998	6.498
ธันวาคม	14.495	6.997	9.278
มกราคม	12.496	5.998	8.497

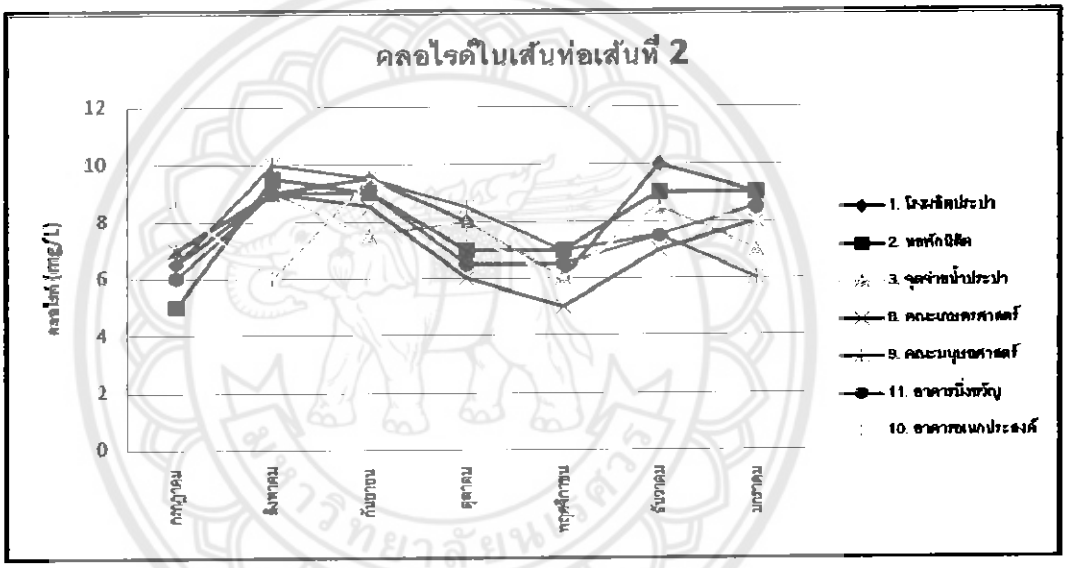
ค่าคลอไรด์มาตรฐานไม่เกิน 250 mg/L



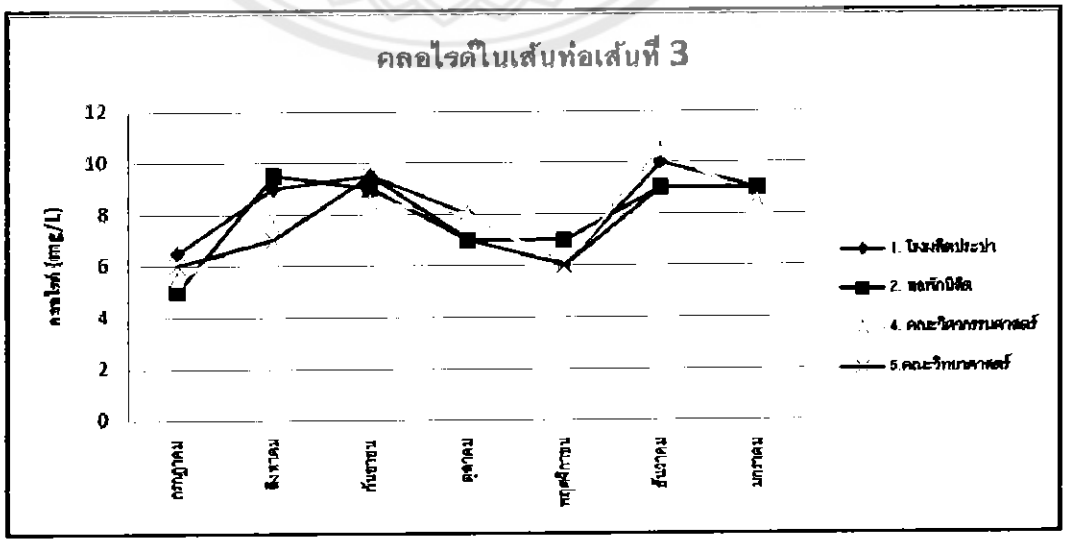
รูปที่ 4.21 คลอไรด์



รูปที่ 4.22 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.23 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.24 คลอไรด์ เส้นท่อที่ 3

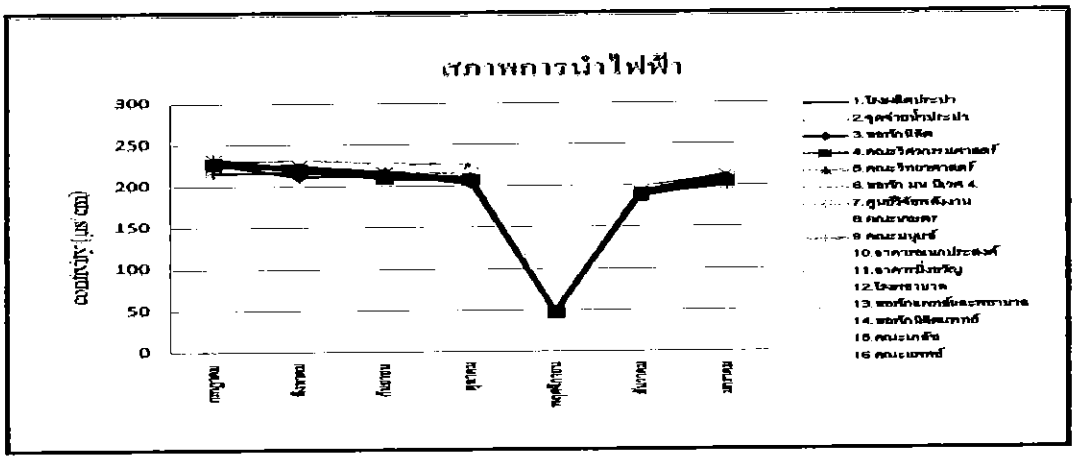
จากตารางพบว่าคลอไรด์มีค่าอยู่ในช่วง 4.998 – 15.495 mg/l ซึ่งค่าต่ำสุดอยู่ที่หอพักนิสิต, หอพักมน.นิเวศ 4 (เดือนกรกฎาคม) และคณะเกษตรศาสตร์ (เดือนพฤศจิกายน) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่าค่าคลอไรด์ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากค่าคลอไรด์ที่ใช้ควบคุมการผลิตน้ำประปาและน้ำดื่ม กำหนดให้มีค่าคลอไรด์ไม่เกิน 250 mg/L แสดงว่าน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีค่าคลอไรด์ที่ผ่านการควบคุม

4.7 สภาพการนำไฟฟ้า

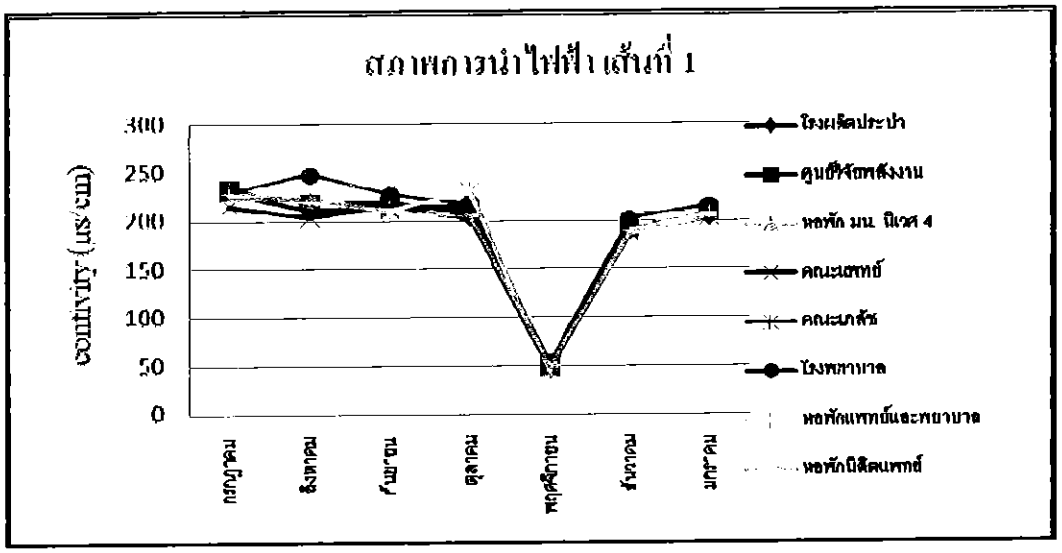
สภาพการนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิ ค่าสภาพการนำไฟฟ้านี้สามารถใช้ตรวจวัดความบริสุทธิ์ของน้ำปราศจากอิออนและน้ำกลั่น รวมไปถึงวัดสภาพการนำไฟฟ้าของประจุที่อยู่ในแหล่งน้ำ

ตารางที่ 4.7 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยสภาพการนำไฟฟ้าตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

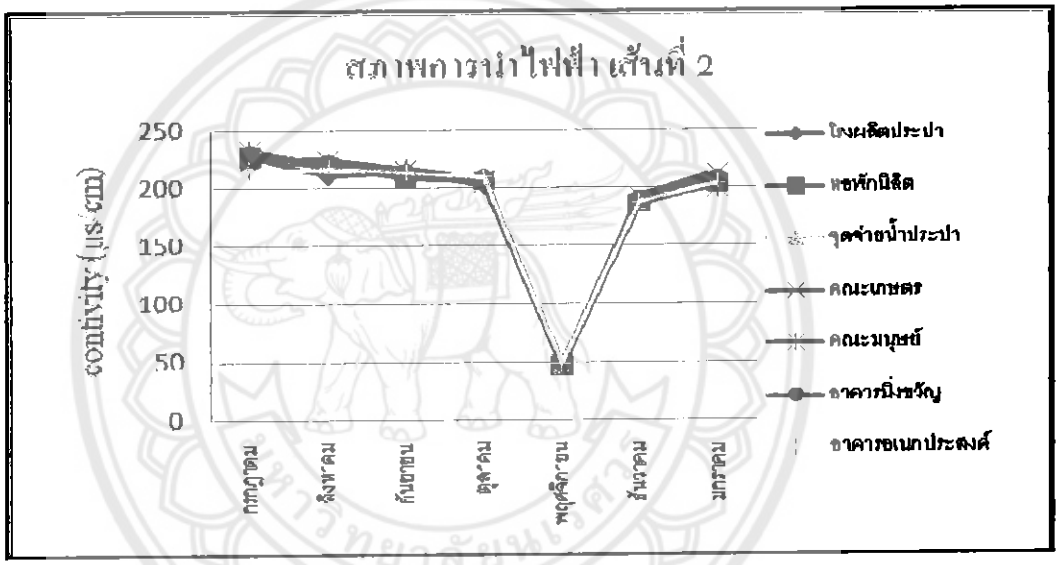
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	233	215	226
สิงหาคม	248	204	222
กันยายน	227	209	216
ตุลาคม	231	203	211
พฤศจิกายน	45	53	48
ธันวาคม	202	187	191
มกราคม	215	203	207



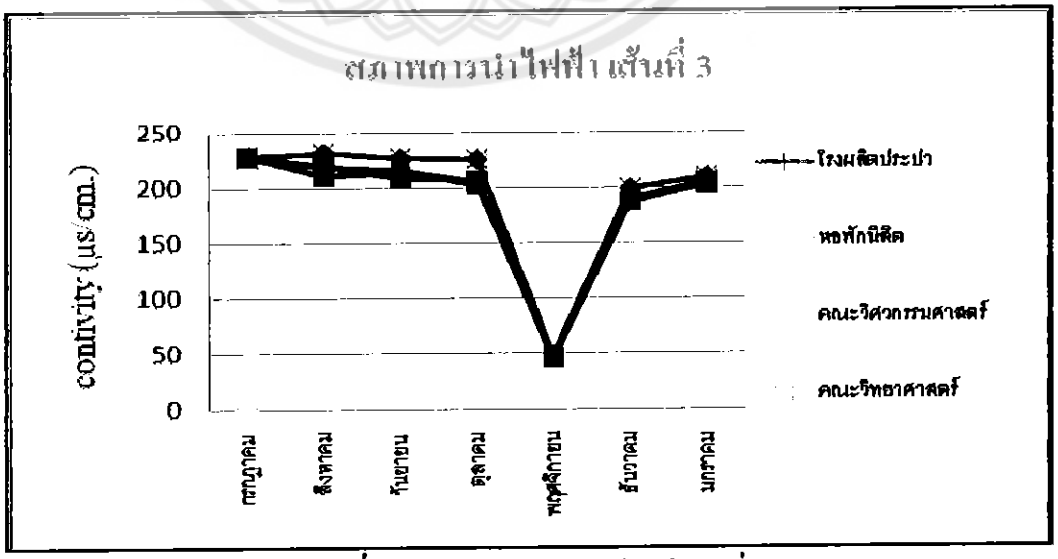
รูปที่ 4.25 สภาพการนำไฟฟ้า



รูปที่ 4.26 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.27 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.28 สภาพการนำไฟฟ้า เส้นท่อที่ 3

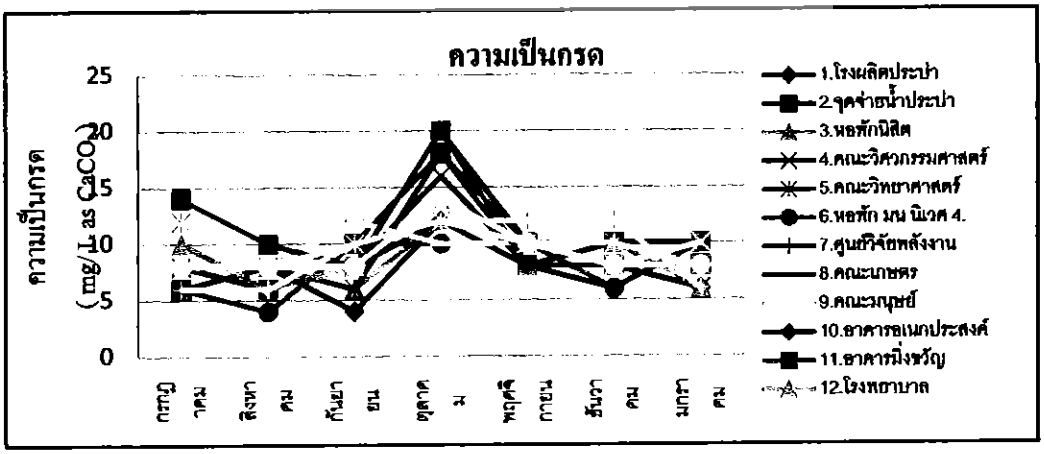
จากค่าในตารางและกราฟที่แสดง พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่เดือนสิงหาคม คือ 222 µS/cm และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายนคือ 48 µS/cm ซึ่ง แต่ละจุดที่ทำการเก็บมีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่จะมีเพียงค่าในเดือนพฤศจิกายน ที่ค่าสภาพกรานำไฟฟ้ามีค่าต่ำผิดปกติ สันนิฐานว่าอาจมีผลมาจากแหล่งน้ำดิบที่มีความขุ่นลดลง ทำให้อนุภาคที่เป็นประจุในแหล่งน้ำมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด หากพิจารณาจากเส้นที่หลักที่ทำการส่งจ่ายน้ำ ก็จะเห็นได้ว่าค่าที่ตรวจพบมีค่าใกล้เคียงกันทุกจุดที่ทำการเปรียบเทียบในแต่ละเส้นท่อ

4.8 ความเป็นกรด

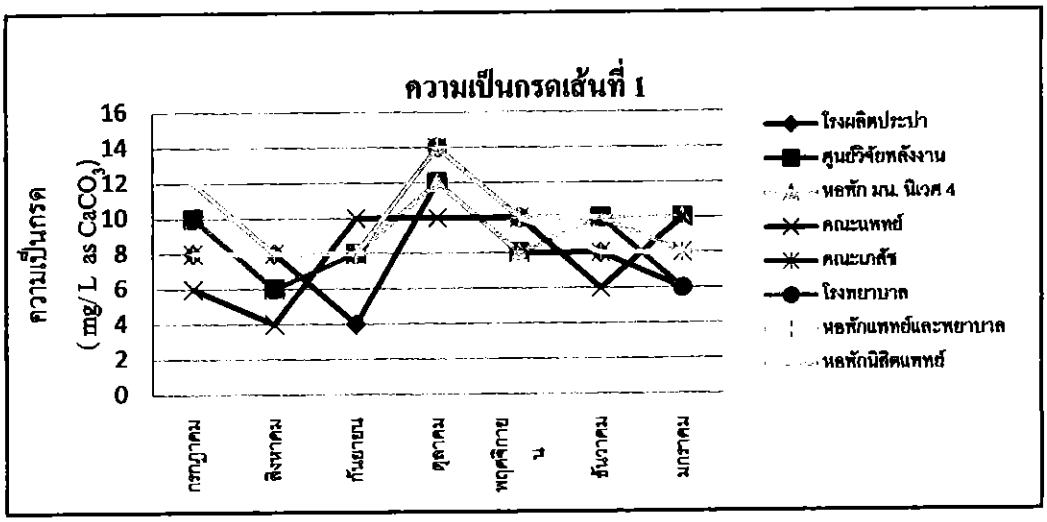
สภาพความเป็นกรดเป็นความสามารถของน้ำที่จะให้โปรตอนหรือ H^+ ซึ่งสภาพความเป็นกรดจะมีความสำคัญต่อกระกวนการผลิตน้ำประปา เพราะเป็นปัจจัยที่ทำให้น้ำนั้นเกิดการกัดกร่อนในเส้นท่อ รวมไปถึงมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพ

ตารางที่ 4.8 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความเป็นกรดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

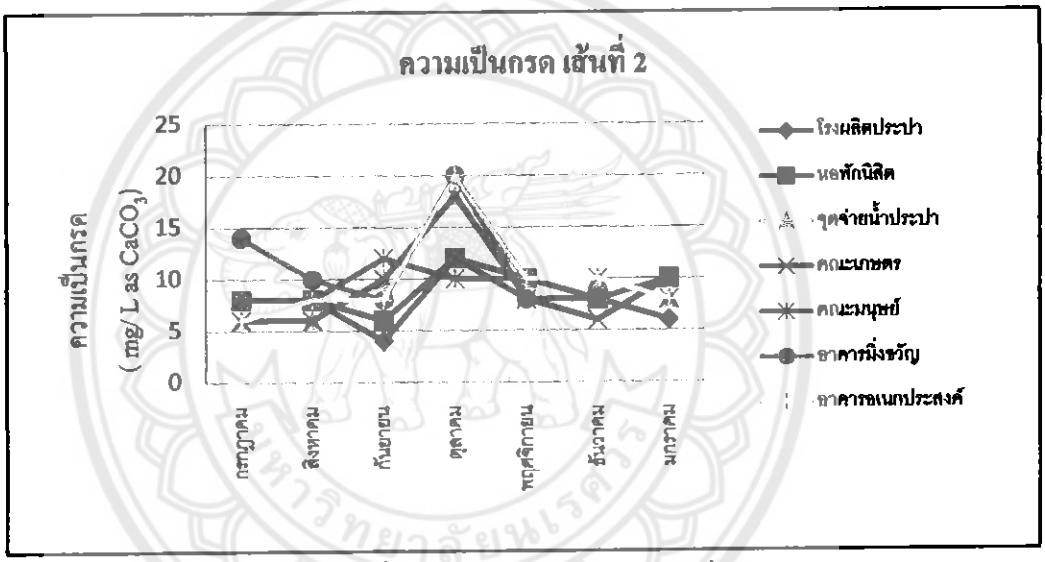
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	14	6	9
สิงหาคม	10	4	7
กันยายน	12	4	8
ตุลาคม	20	10	15
พฤศจิกายน	12	8	10
ธันวาคม	12	6	9
มกราคม	10	6	8



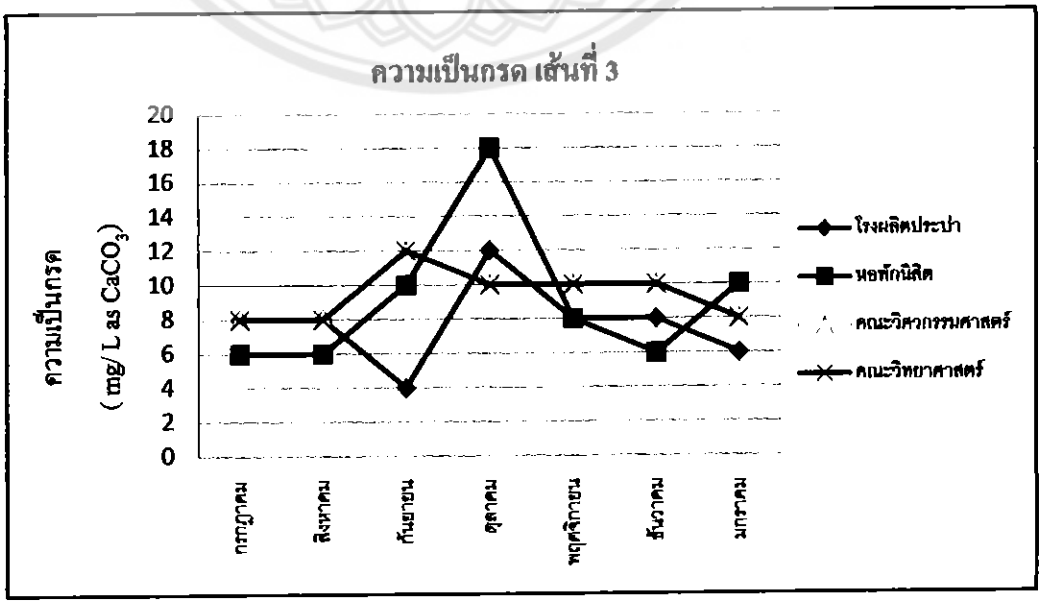
รูปที่ 4.29 ความเป็นกรด



รูปที่ 4.30 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.31 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.32 ความเป็นกรด เส้นท่อที่ 3

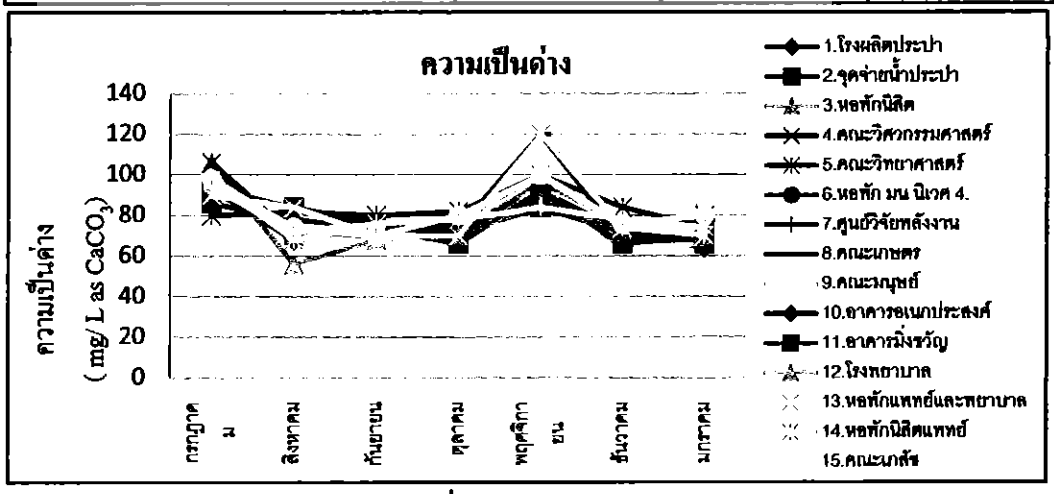
จากข้อมูลกราฟ หากดูผลจากกราฟรูปที่ 4.29 พบว่าค่าความเป็นกรดในเดือนตุลาคมมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20 mg/ L as $CaCO_3$ และมีค่าต่ำสุดที่ 4 mg/ L as $CaCO_3$ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 15 mg/ L as $CaCO_3$ ในเดือนตุลาคม มีค่าต่ำสุดที่ 7 mg/ L as $CaCO_3$ ในเดือนสิงหาคม หากเทียบค่าในเส้นท่อแต่ละเส้น ยังคงที่ค่าที่ใกล้เคียงกันทุกจุด แต่จะเห็นได้ว่าเส้นท่อที่ 3 มีความแตกต่างกันมากกว่าปกติที่จุดหอพักนิสิตกับ โรงผลิตประปาซึ่งค่าความเป็นกรดเกิดจากการเติมสารส้มเพื่อปรับค่า pH ให้เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตน้ำประปา

4.9 ความเป็นด่าง

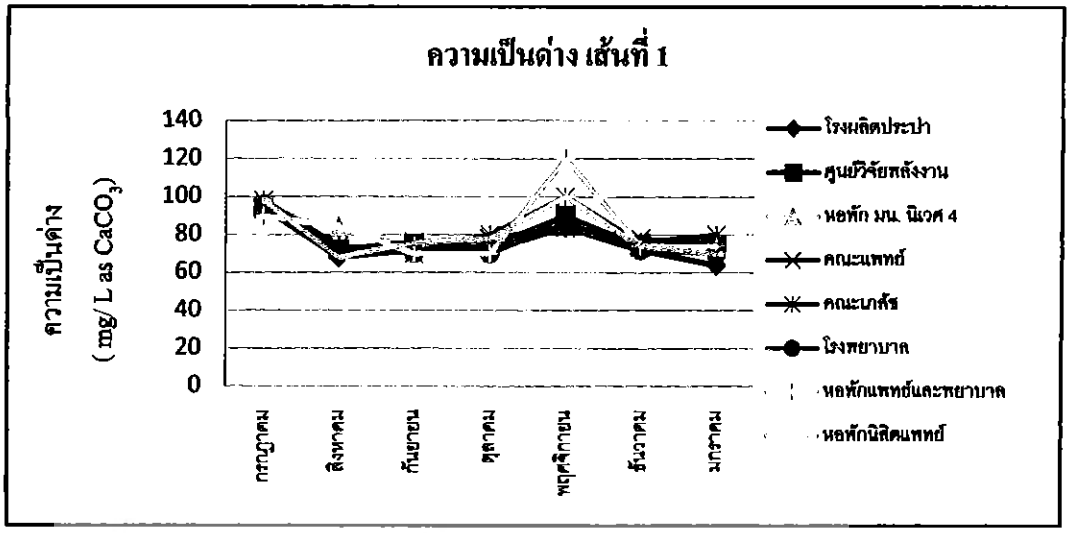
สภาพความเป็นด่างของน้ำเป็นความสามารถของน้ำที่จะสะเทินกรดหรือรับโปรตอน สภาพด่างของน้ำเกิดจากองค์ประกอบของสารละลายที่สำคัญ 3 ชนิดคือ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งมีความสำคัญในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำธรรมชาติและน้ำเสียต่างๆ เช่นใช้ในกระบวนการกำจัดความกระด้าง ควบคุมการกัดกร่อนเป็นต้น

ตารางที่ 4.9 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความเป็นด่างตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

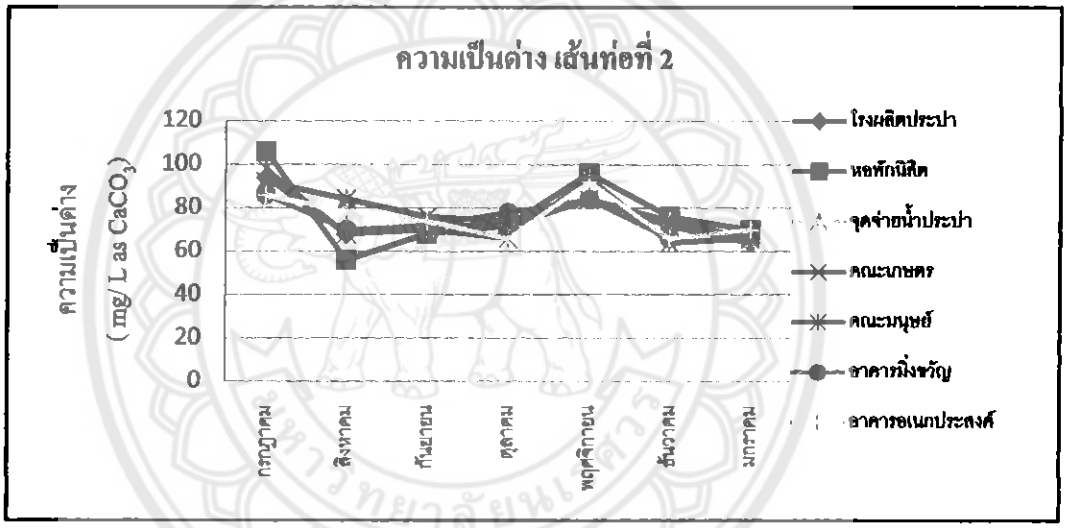
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	106	80	94.00
สิงหาคม	84	56	73.38
กันยายน	80	68	73.13
ตุลาคม	82	66	73.88
พฤศจิกายน	120	84	94.50
ธันวาคม	84	64	72.88
มกราคม	80	64	72.25



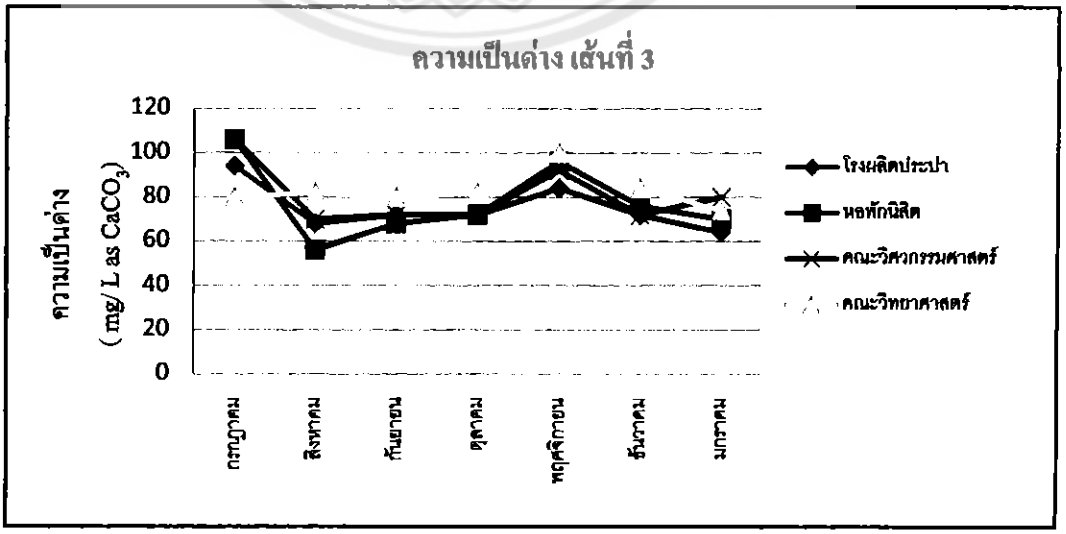
รูปที่ 4.33 ความเป็นด่าง



รูปที่ 4.34 ความเป็นด่าง เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.35 ความเป็นด่าง เส้นท่อน้ำที่ 2



รูปที่ 4.36 ความเป็นด่าง เส้นท่อที่ 3

จากข้อมูลในตารางและกราฟที่แสดง พบว่าค่าความเป็นด่างมีสูงสดอยู่ที่ 120 mg/L as $CaCO_3$ และมีค่าต่ำสุดที่ 56 mg/L as $CaCO_3$ ค่าดังกล่าวเป็นค่าที่มีความเหมาะสมในการผลิตน้ำประปา ซึ่งจะอยู่ในช่วง 30-300 mg/L as $CaCO_3$ หากพิจารณาตามเส้นท่อแต่ละเส้นแล้วจะพบว่า ได้ค่าความเป็นด่างที่ใกล้เคียงกันและยังคงอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 94.5 mg/L as $CaCO_3$ ในเดือนพฤศจิกายน และมีค่าต่ำสุดที่ 72.25 mg/L as $CaCO_3$ ในเดือนมกราคม

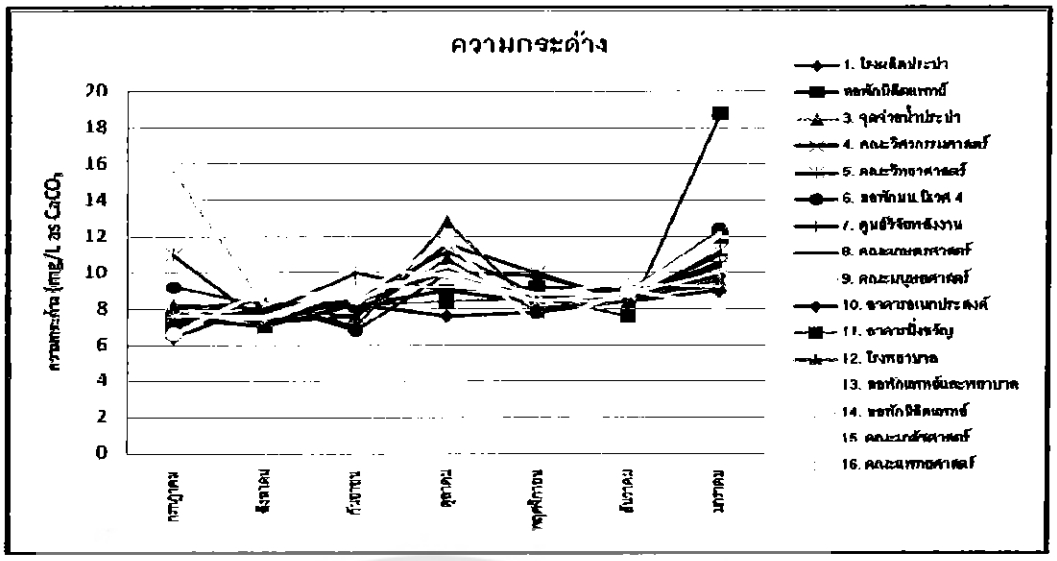
4.10 ความกระด้าง

ความกระด้างเป็นคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งความกระด้างของน้ำที่จะไปทำลายความสามารถในการเกิดฟองสบู่และทำให้เกิดตะกอนแข็งที่เกิดตะกอนแข็งที่ติดวัสดุต่างๆ น้ำถ้ามีความกระด้างมากเกินไปจะทำให้เกิดตะกอนแข็งบนผิววัสดุต่างๆและเกิดความสิ้นเปลืองในการซักล้างทำความสะอาดสิ่งต่างๆ เพราะจะทำให้การเกิดฟองสบู่ลดน้อยลง แต่ถ้ามีความกระด้างน้อยก็ไม่มีผลมากนักต่อการใช้น้ำในชีวิตประจำวัน จากผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้างน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.10 และดังรูปที่ 4.37-4.40

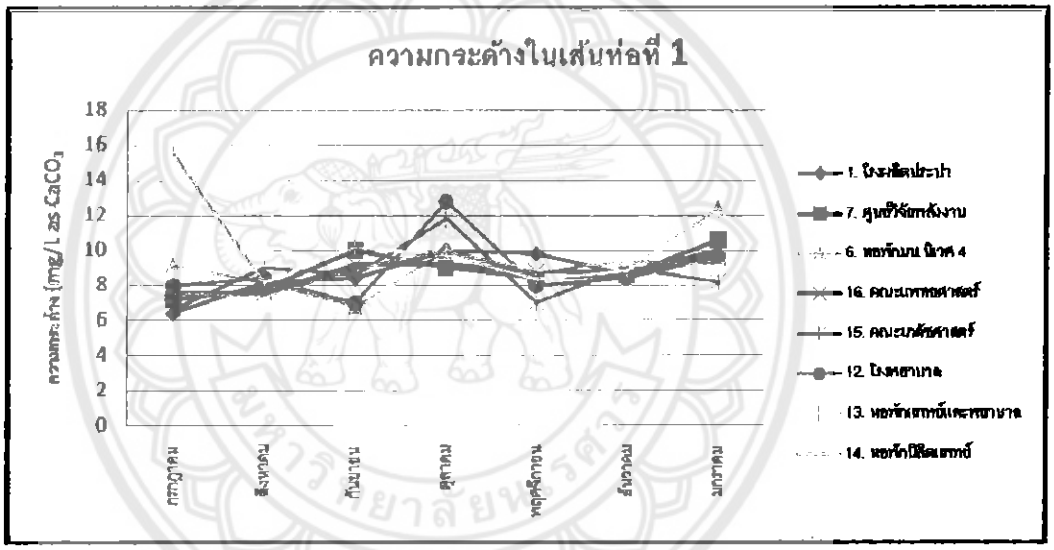
ตารางที่ 4.10 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยความกระด้างตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	15.6	6.4	8.26
สิงหาคม	9	7	7.80
กันยายน	10.2	6.8	8.40
ตุลาคม	12.8	7.6	10.11
พฤศจิกายน	10	7	8.54
ธันวาคม	9.4	7.6	8.64
มกราคม	18.8	8.2	10.98

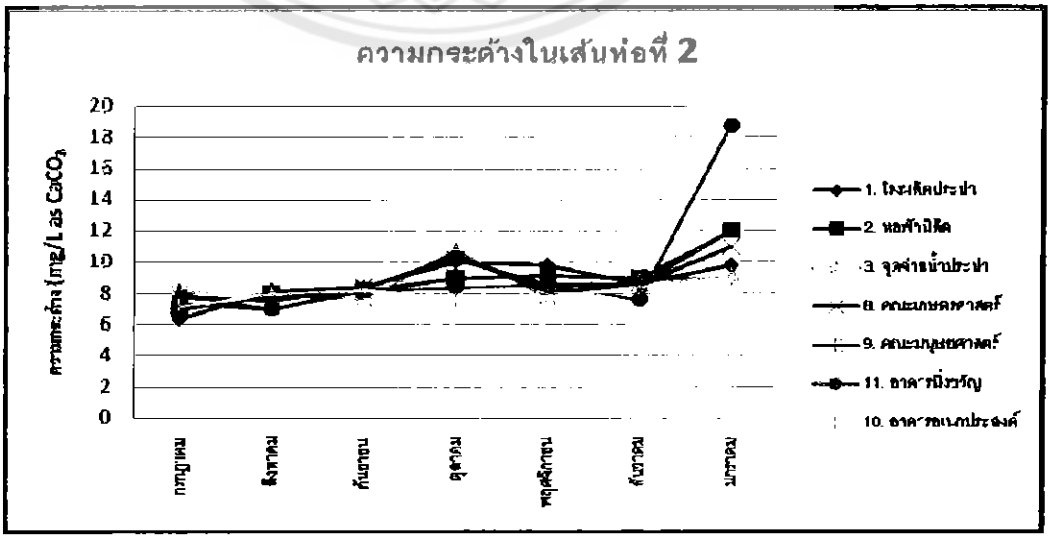
ค่ามาตรฐานไม่เกิน 300 mg/L as $CaCO_3$



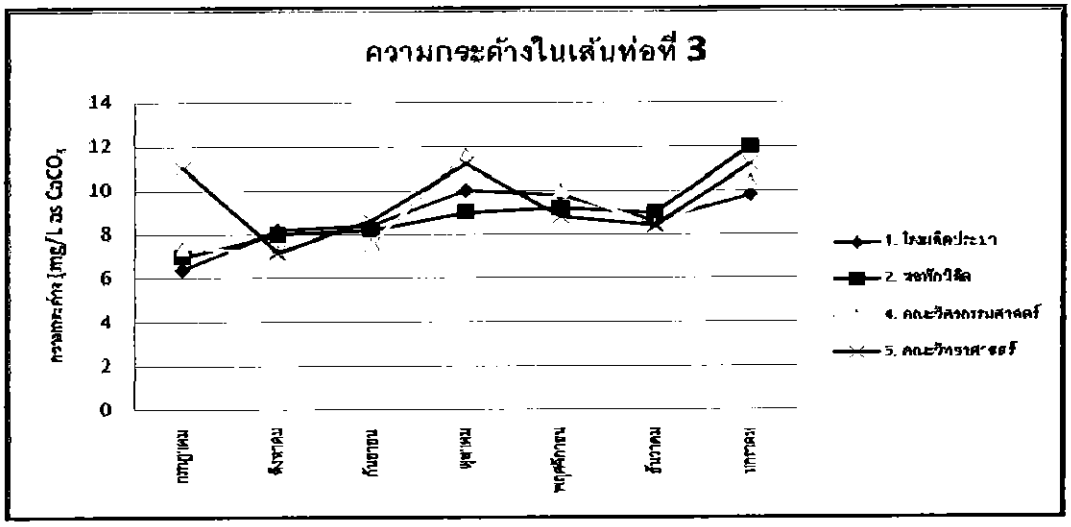
รูปที่ 4.37 ความกระด้าง



รูปที่ 4.38 ความกระด้างเส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.39 ความกระด้างเส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.40 ความกระด้าง เส้นท่อที่ 3

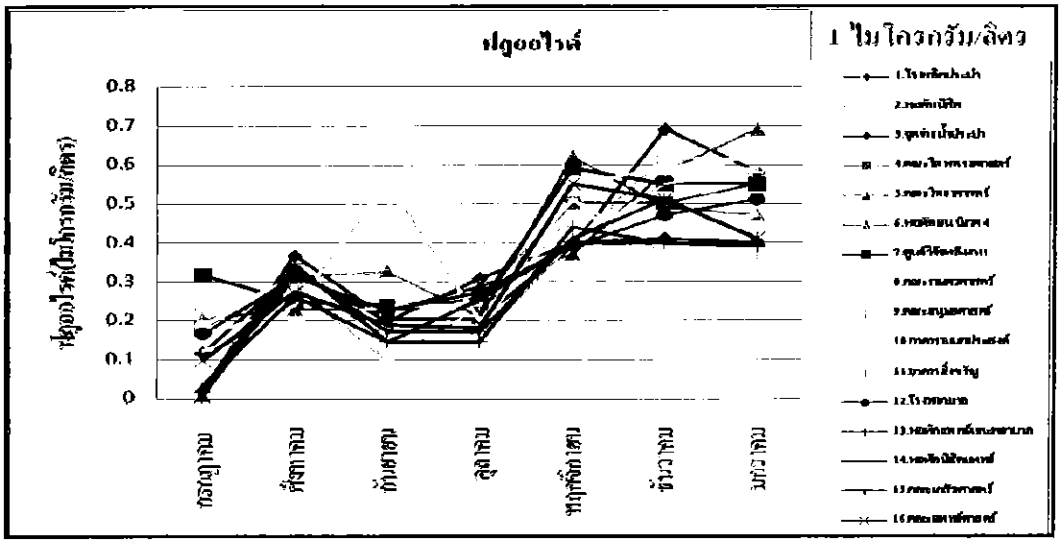
จากตารางพบว่าความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 64 – 128 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งค่าต่ำสุดอยู่ที่จุดเก็บน้ำคือ โรงผลิตประปา (เดือนกรกฎาคม) และค่าสูงสุดอยู่ที่จุดเก็บน้ำโรงพยาบาล (เดือนตุลาคม) จากตารางค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ค่าความกระด้างทั้งหมด(total hardness) ต้องมีค่าต่ำกว่า 300 mg/l as $CaCO_3$ และน้ำที่ใช้ในการทำน้ำประปาควรมีความกระด้างประมาณ 50-80 mg/l as $CaCO_3$ จากการแบ่งค่าความกระด้างของน้ำค่าความกระด้างอยู่ในช่วง 75-150 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำค่อนข้างกระด้าง แสดงว่าน้ำประปาในมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นน้ำค่อนข้างกระด้าง

4.11 ฟลูออไรด์

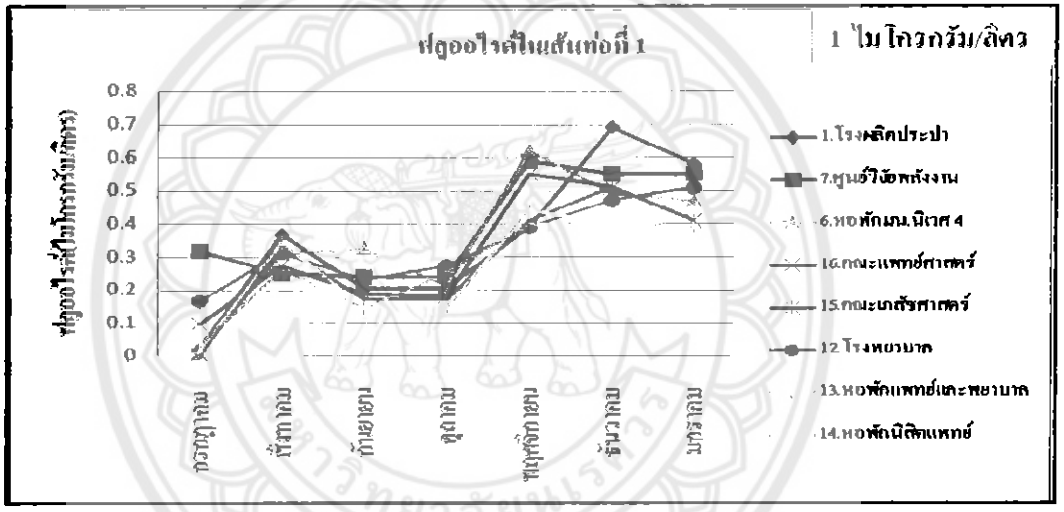
ค่าฟลูออไรด์มีค่ากำหนดอยู่ในมาตรฐานน้ำประปาทั้งการประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค จากผลการวิเคราะห์ค่าฟลูออไรด์ในน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.11 และดังรูปที่ 4.41-4.44

ตารางที่ 4.11 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยฟลูออไรด์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

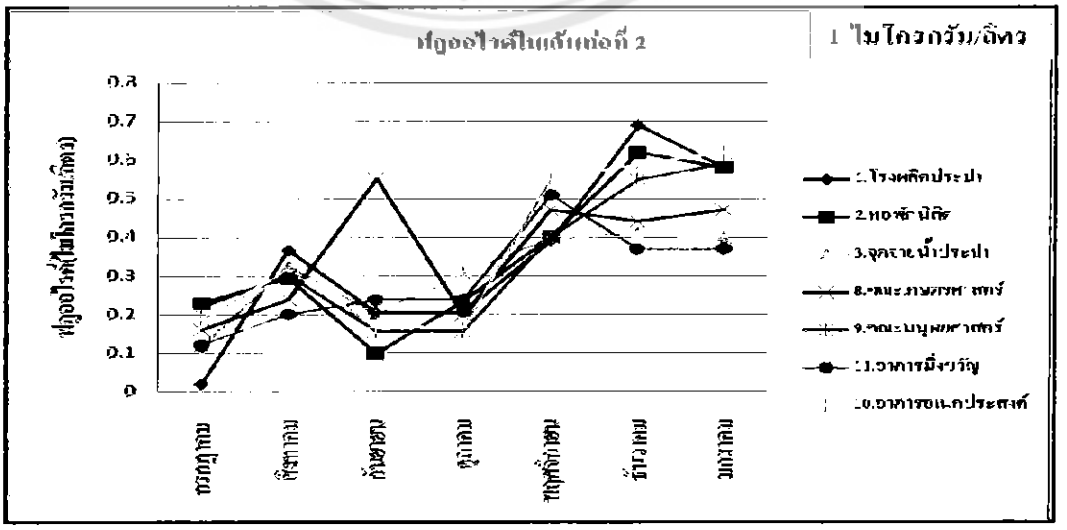
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	0.317	0.005	0.130
สิงหาคม	0.366	0.2010	0.292
กันยายน	0.327	0.098	0.220
ตุลาคม	0.307	0.146	0.220
พฤศจิกายน	0.620	0.370	0.462
ธันวาคม	0.690	0.370	0.505
มกราคม	0.690	0.370	0.499



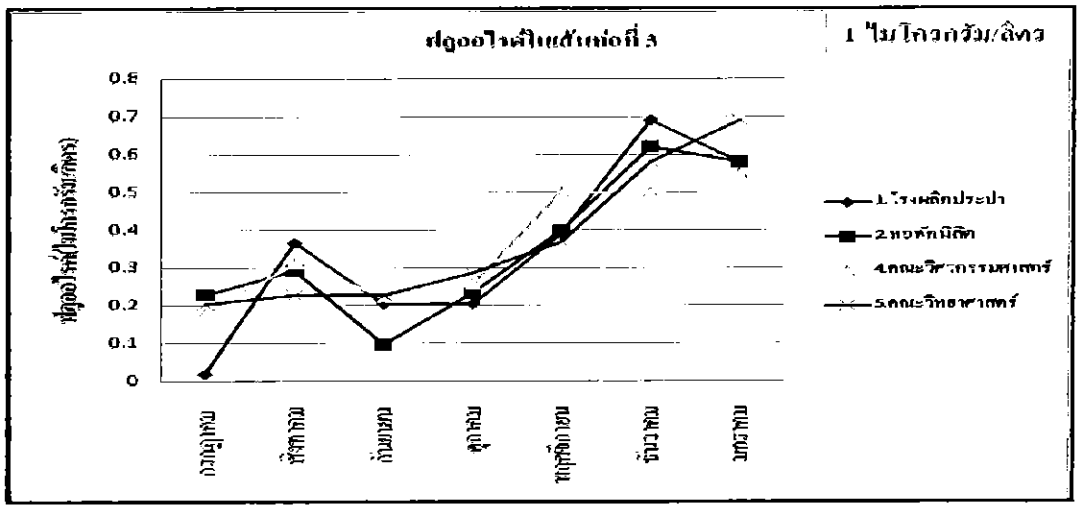
รูปที่ 4.41 ฟลูออไรด์



รูปที่ 4.42 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.43 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.44 ฟลูออไรด์ เส้นท่อที่ 3

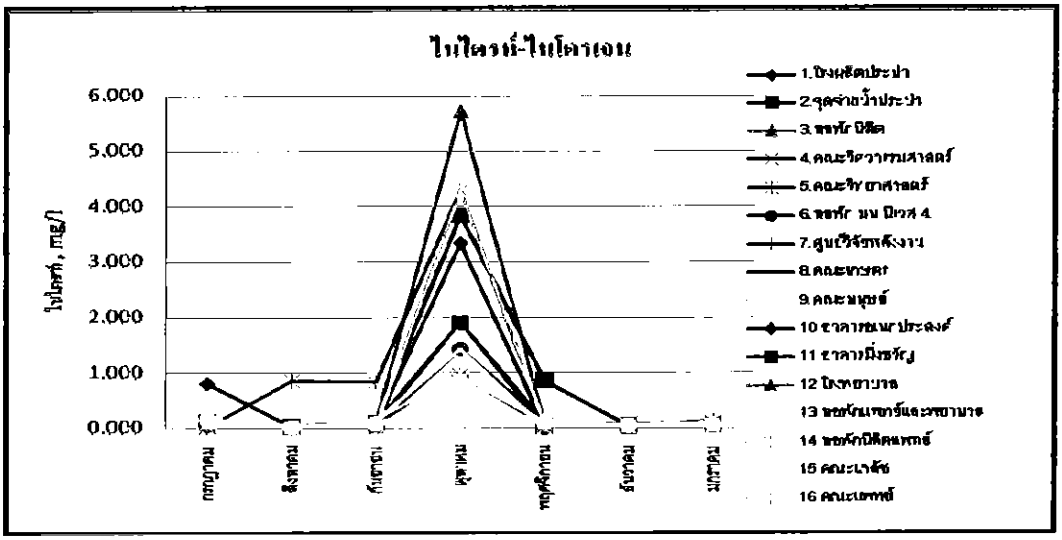
จากรูปที่ 4.41-4.44 แสดงค่าฟลูออไรด์ในเส้นท่อพบว่าค่าฟลูออไรด์ในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีแนวโน้มของค่าฟลูออไรด์เพิ่มมากขึ้นในช่วงเดือนกันยายนมีค่าฟลูออไรด์ที่ค่อนข้างต่ำกว่าเดือนอื่น จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าฟลูออไรด์ไม่เกิน 1 ไมโครกรัม/ลิตร ค่าฟลูออไรด์ในเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะมีค่าฟลูออไรด์อยู่ในช่วง 0.005-0.690 ไมโครกรัม/ลิตร

4.12 ไนไตร์ท

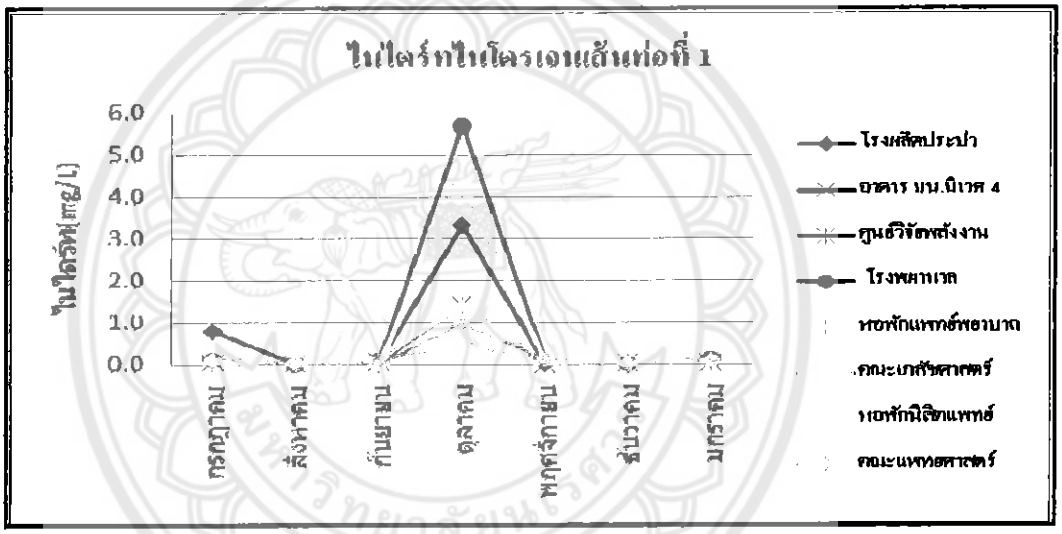
ไนไตร์ทเป็นสมบัติทางเคมีโดยปกติจะพบไนไตร์ทไม่บ่อยนักและมักพบในปริมาณน้อย สำหรับไนไตรทมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเช่น ปลา กุ้ง รวมถึงแบคทีเรียอาจทำให้ไม่เจริญเติบโตหรือตายได้ จากผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.45-4.48

ตารางที่ 4.12 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของไนไตร์ทตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

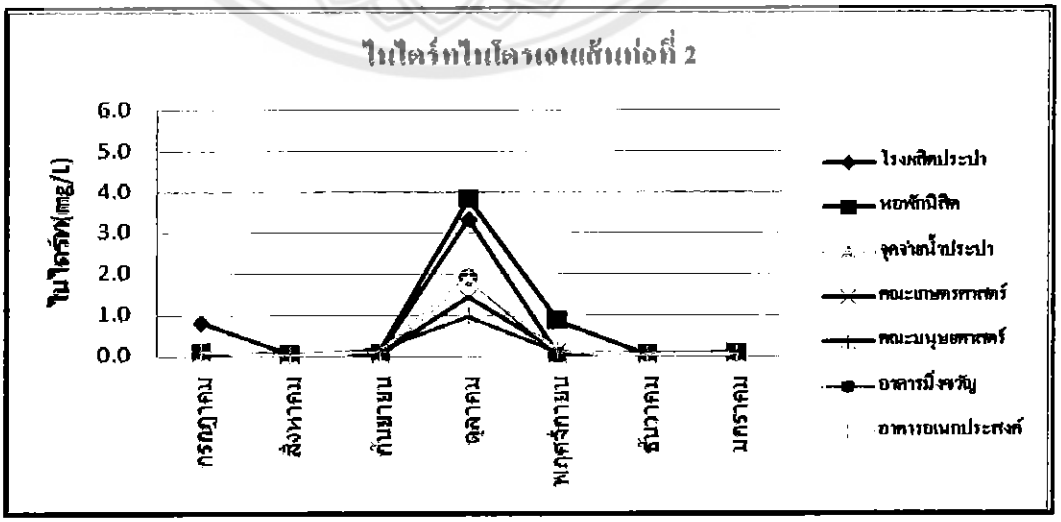
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	0.8	0.0	0.1
สิงหาคม	0.8	0.0	0.1
กันยายน	0.8	0.0	0.1
ตุลาคม	5.7	0.5	2.2
พฤศจิกายน	0.8	0.0	0.1
ธันวาคม	0.1	0.0	0.0
มกราคม	0.1	0.0	0.1



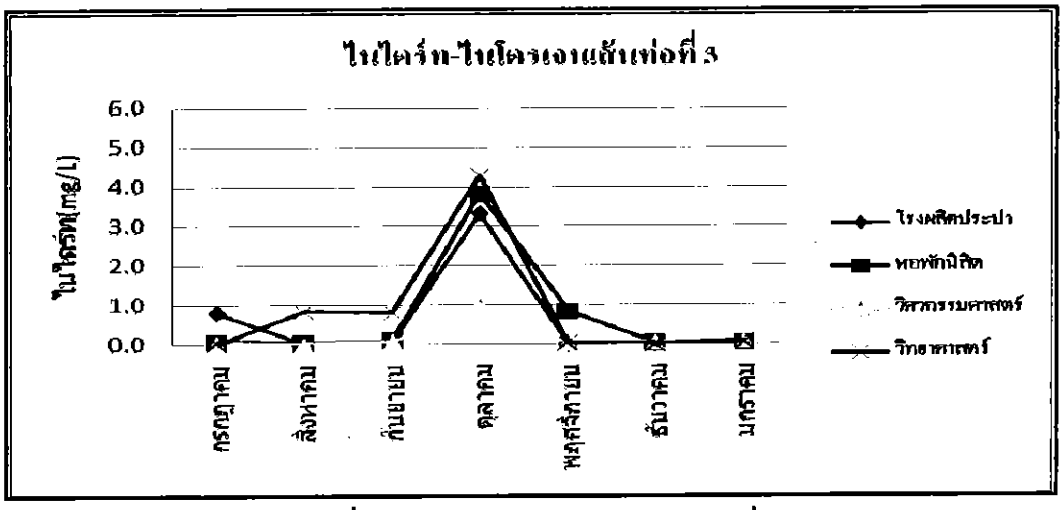
รูปที่ 4.45 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน



รูปที่ 4.46 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.47 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.48 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 3

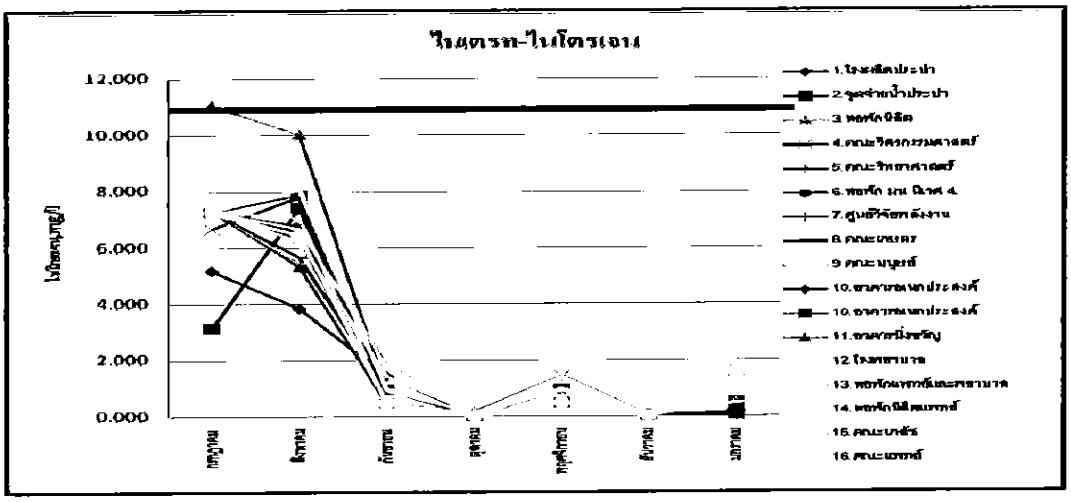
จากรูปที่ 4.45-4.48 แสดงไนไตร์ทในเส้นท่อพบว่าค่าไนไตร์ทในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันแต่ในช่วงเดือนตุลาคมมีค่าไนไตร์ทมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ ซึ่งจากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคไม่ได้กำหนดค่าไนไตร์ตไนโตรเจน

4.13 ไนเตรท

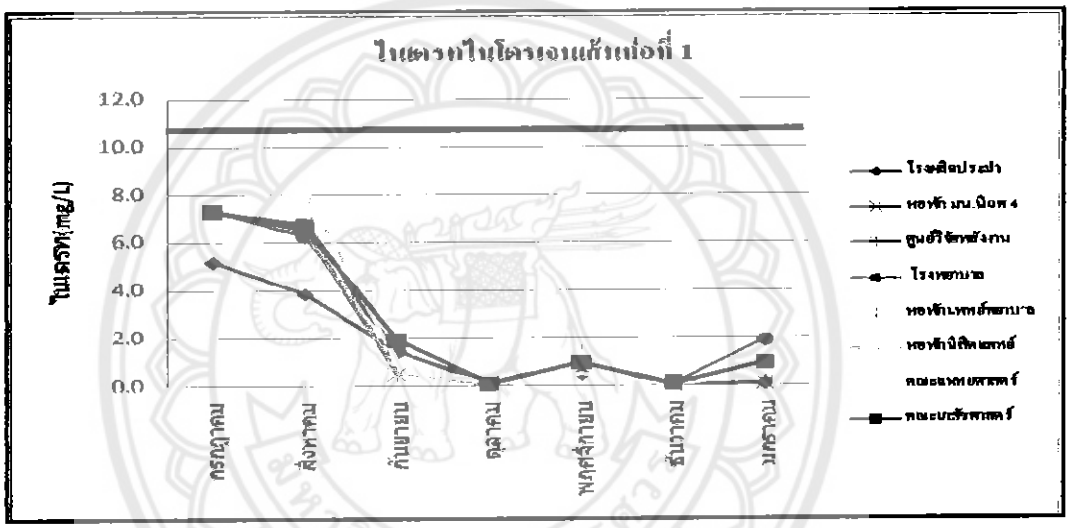
ไนเตรทเป็นสมบัติทางเคมีที่มีความสำคัญเนื่องจากไนเตรทเมื่อมีในปริมาณที่มากอาจทำให้ทารกเกิดโรง Methemoglobinemia หรือ Baby Blue เนื่องจากไนเตรทมีความคล้ายฮีโมโกบิน เมื่อหายใจเอาออกซิเจนเข้ามา ไนเตรทจะเข้าไปจับกับออกซิเจนแทน จึงทำให้เลือดมีสีน้ำเงิน และเป็นอันตรายต่อชีวิตได้ และจากการที่ไนเตรทเป็นสารอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชน้ำและแพลงค์ตอน หากมีไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีสาหร่ายและแพลงค์ตอน อาจทำให้ถังพักน้ำมีความสกปรกทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไป ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรทของน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.49-4.52

ตารางที่ 4.13 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของไนเตรทตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึง เดือนมกราคม 2554

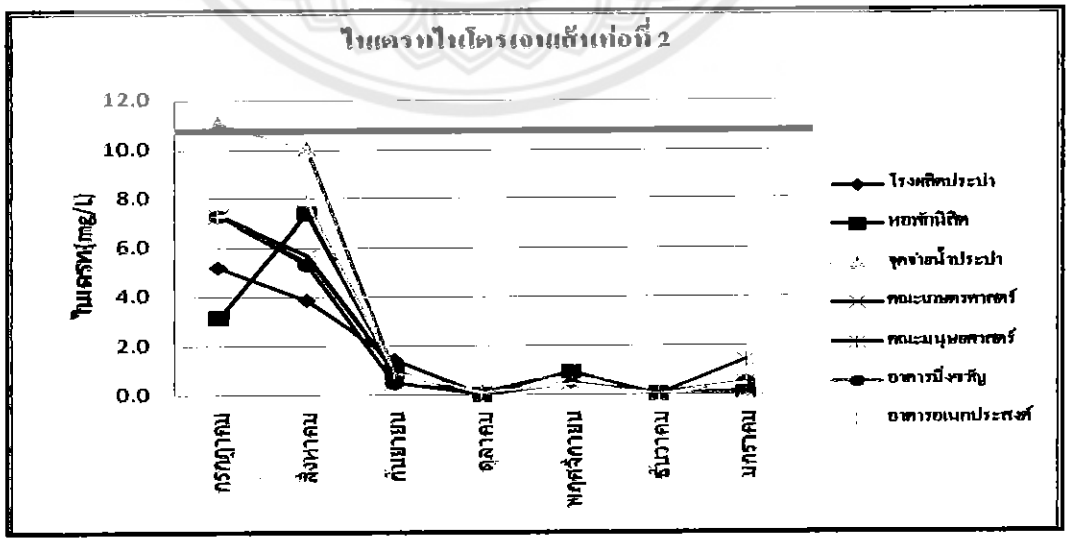
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	11.1	3.1	7.1
สิงหาคม	10.0	3.8	6.7
กันยายน	1.9	0.5	0.9
ตุลาคม	0.2	0.0	0.1
พฤศจิกายน	1.4	0.5	0.8
ธันวาคม	0.1	0.0	0.0
มกราคม	1.9	0.0	0.5



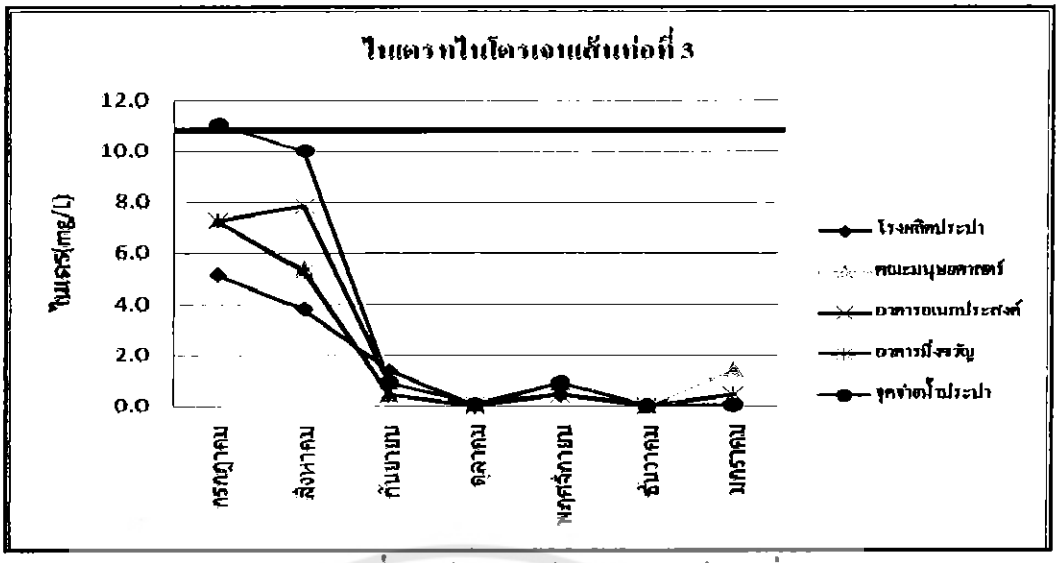
รูปที่ 4.49 ไนเตรท-ไนโตรเจน



รูปที่ 4.50 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.51 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.52 ไนเตรท-ไนโตรเจน เส้นท่อที่ 3

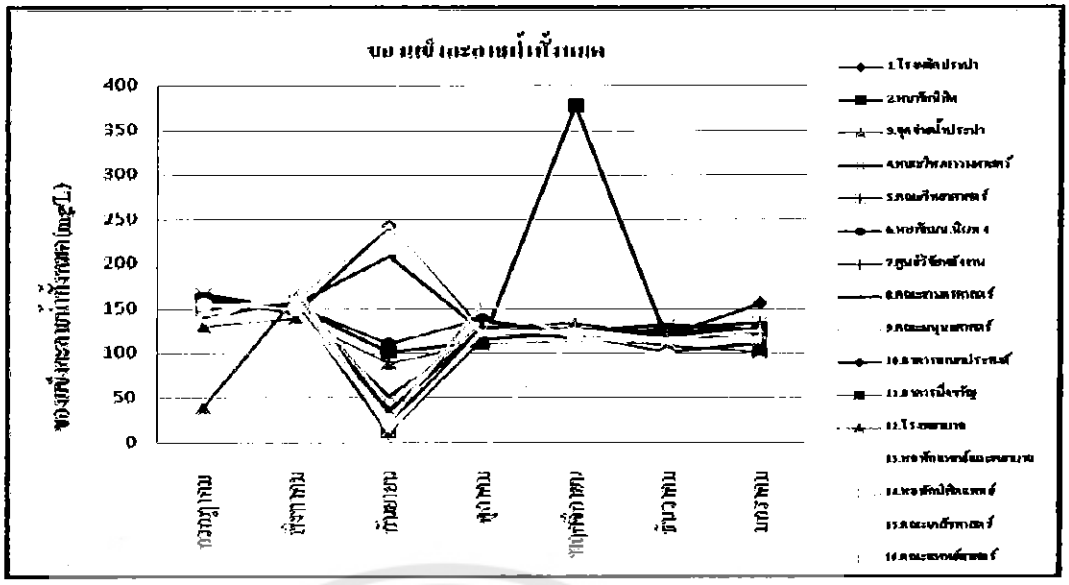
จากรูปที่ 4.49-4.52 แสดงไนเตรทในเส้นท่อพบว่าค่าไนเตรทในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันแต่ในช่วงเดือนกรกฎาคมมีค่าไนเตรทมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆและมีแนวโน้มลดลงในเดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งจากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าไนเตรทไนโตรเจนเท่ากับ 50 mg/L as NO_3 หรือ 11.3 mg/L เมื่อเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคพบว่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคทุกค่า

4.14 ของแข็งละลายน้ำ

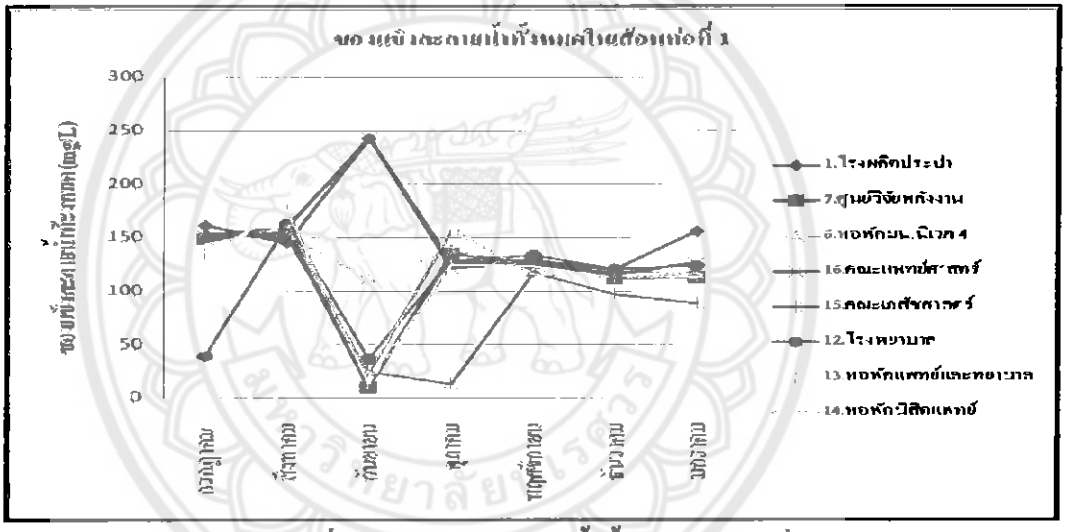
ค่าของแข็งละลายน้ำมีค่ากำหนดอยู่ในมาตรฐานน้ำประปาทั้งการประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาค จากผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งละลายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.14 และดังรูปที่ 4.53-4.56

ตารางที่ 4.14 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

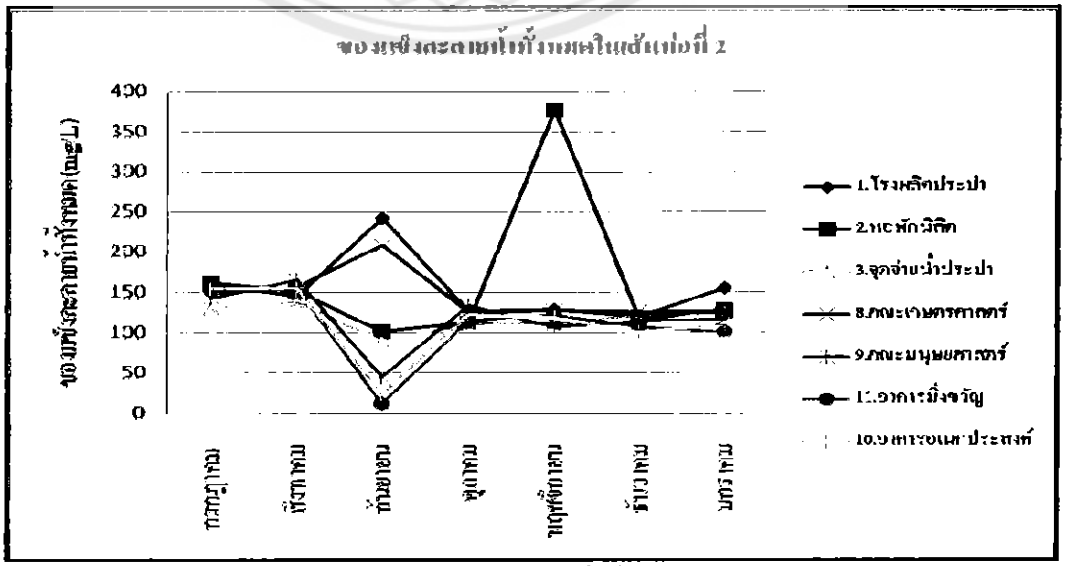
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	165.95	39.30	143.11
สิงหาคม	165.80	139.70	156.16
กันยายน	243.50	9.90	79.43
ตุลาคม	157.40	13.40	119.72
พฤศจิกายน	377.40	107.50	137.42
ธันวาคม	131.25	97.40	115.83
มกราคม	155.65	89.00	119.94



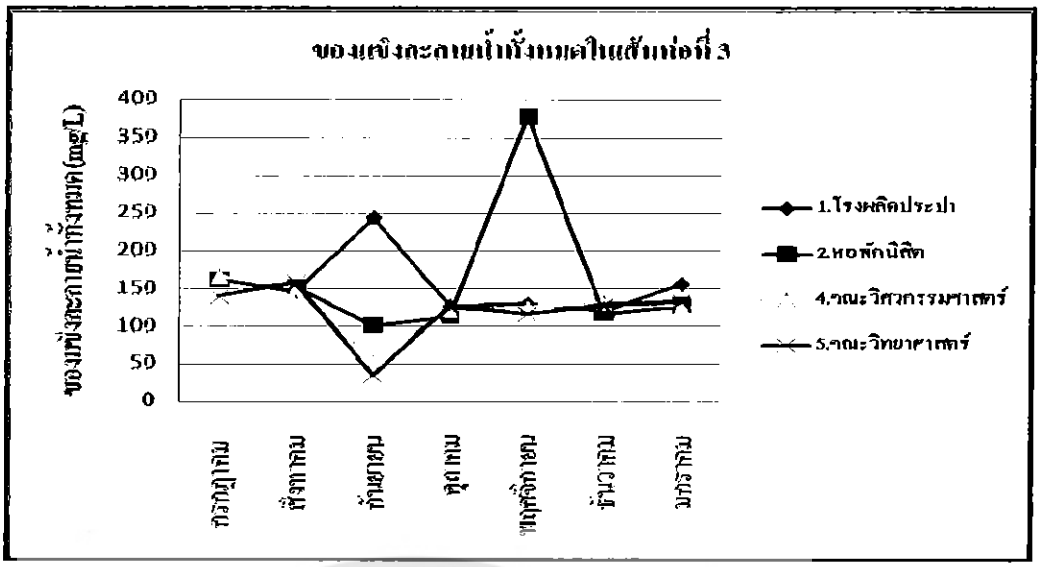
รูปที่ 4.53 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด



รูปที่ 4.54 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.55 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.56 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เส้นท่อที่ 3

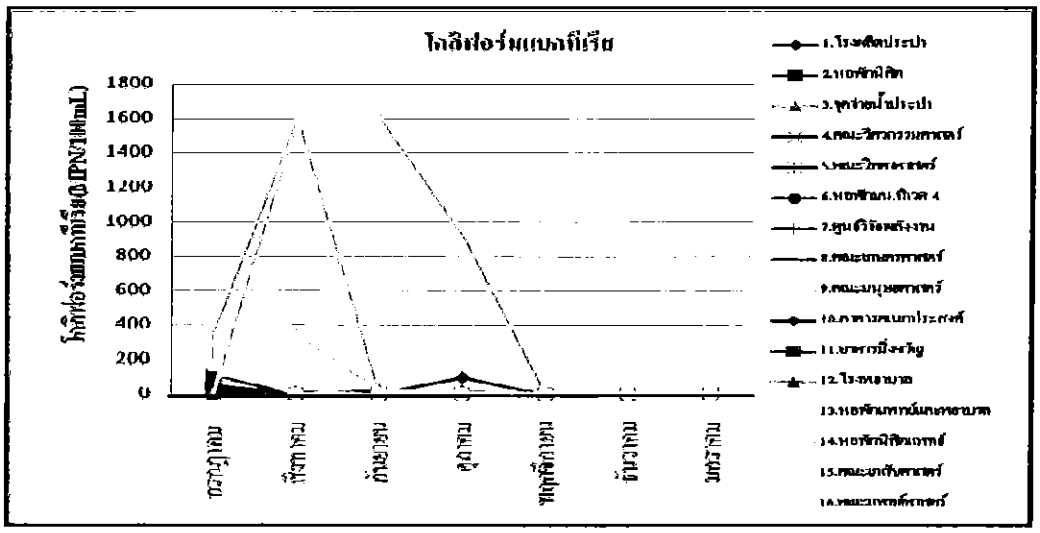
จากรูปที่ 4.53-4.56 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในเส้นท่อพบว่าค่าของแข็งละลายน้ำในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในช่วงเดือนกันยายนมีค่าพีเอชที่ค่อนข้างต่ำกว่าเดือนอื่น จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าของแข็งละลายน้ำไม่เกิน 600 mg/L ค่าของแข็งละลายน้ำในเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 9.90-377.40 mg/L

4.15 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

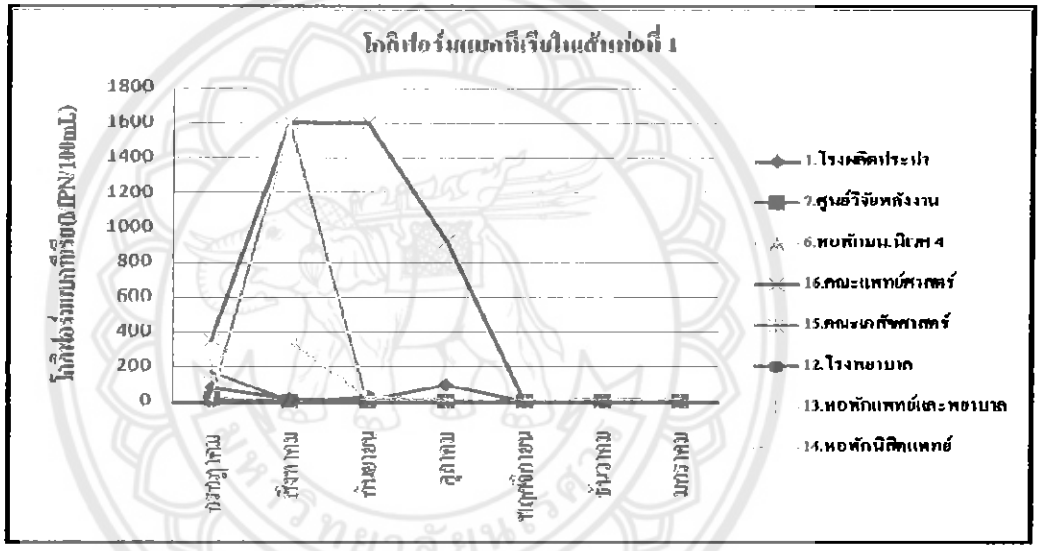
ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่ากำหนดอยู่ในมาตรฐานน้ำประปาทั้งการประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาค จากผลการวิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงค่าดังตารางที่ 4.15 และดังรูปที่ 4.57-4.60

ตารางที่ 4..15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ยโคลิฟอร์มแบคทีเรียตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

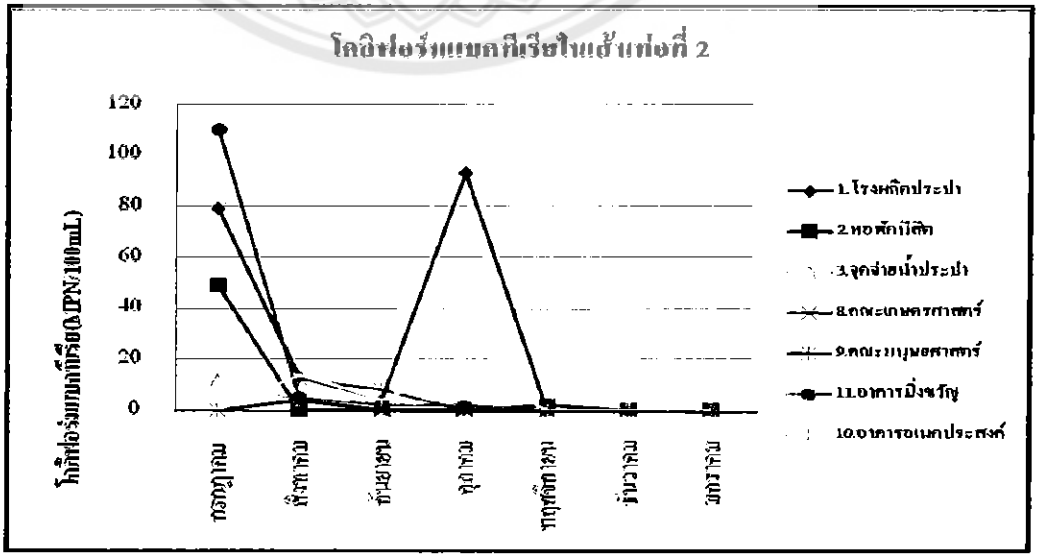
เดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
กรกฎาคม	350.00	0.00	72.06
สิงหาคม	1,600.00	0.00	226.12
กันยายน	1,600.00	0.00	106.31
ตุลาคม	920.00	0.00	65.56
พฤศจิกายน	8.00	0.00	0.75
ธันวาคม	8.00	0.00	1.31
มกราคม	8.00	0.00	0.94



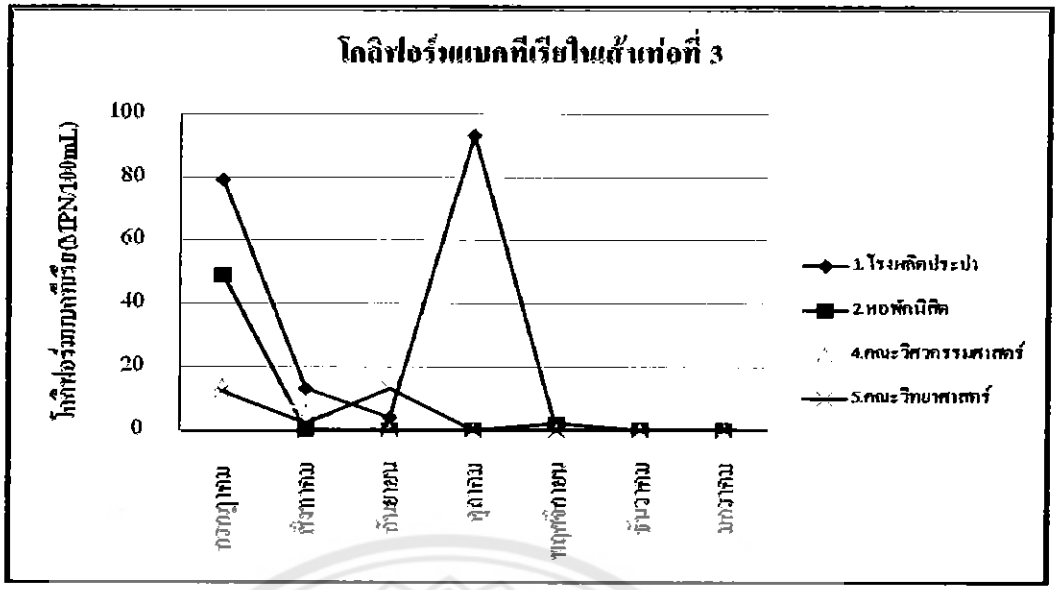
รูปที่ 4.57 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



รูปที่ 4.58 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 1



รูปที่ 4.59 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 2



รูปที่ 4.60 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เส้นท่อที่ 3

จากรูปที่ 4.57-4.60 แสดงค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในเส้นท่อพบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนมีค่าค่อนค้างสูงเป็นบางแห่งแต่โดยรวมแล้วค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน จากมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำประปาคือต้องตรวจไม่พบ ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 มีค่าไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคเพราะพบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 0.00-1,600 .00 MPN/100mL

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

จากการเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์โดยจะสรุปจากพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด หากพบว่ามีพารามิเตอร์ตัวใดหรือจุดใดไม่ไม่ผ่านมาตรฐานจะ สรุปเป็นไม่ผ่านทั้งหมด เนื่องน้ำประปาที่ใช้ทำการอุปโภค-บริโภคควรมีคุณภาพที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด เพื่อสุขอนามัยที่ถูกต้อง ความปลอดภัยรวมไปถึงความพึงพอใจและเป็นที่น่าใช้ของผู้ใช้น้ำทุกคน เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำประปาแล้วสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

เดือน	ก.ค. 53	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54
สี	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
pH	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ความขุ่น	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
คลอรีนรวม	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ความกระด้างทั้งหมด	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ไนเตรทไนโตรเจน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
คลอไรด์	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ฟลูออไรด์	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ของแข็งรวมทั้งหมด	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
สรุป	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

จากตารางการเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละเดือนพบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วคุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรไม่ผ่านคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค เนื่องจากเมื่อยังคงพบว่ามีพารามิเตอร์บางตัวที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งจะถือว่าคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด

5.1.2 คุณภาพน้ำ

จากการตรวจและวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดพบว่า คุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์เป็นดังนี้

5.1.2.1 อุณหภูมิของน้ำตัวอย่าง

อุณหภูมิของโรงผลิตประปามีค่าสูงสุดและจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปามีค่าใกล้เคียงกันทุกจุดเนื่องจากมีการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาเดียวกัน คือช่วง 8.00-10.00 น.

5.1.2.2 สีของน้ำตัวอย่าง

สีของน้ำตัวอย่างมีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างซึ่งค่าที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5-10

5.1.2.3 พีเอชของน้ำตัวอย่าง

ค่าพีเอชของโรงผลิตประปามีค่าสูงสุดและจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปามีค่าใกล้เคียงกันทุกจุดซึ่งมีค่าที่ไม่ผ่านมาตรฐานดังนี้จุดจ่ายน้ำประปาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ อาคาร มน. นิเวศ 4 ศูนย์วิจัยพลังงาน คณะเกษตรศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ อาคารอเนกประสงค์ อาคารมิ่งขวัญ โรงพยาบาล หอพักแพทย์พยาบาล หอพักนิสิตแพทย์ คณะเภสัชศาสตร์

5.1,2.4 ค่าคลอรีนรวมของน้ำตัวอย่าง

ค่าคลอรีนรวมของน้ำตัวอย่างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทุกจุดยกเว้นมีที่โรงพยาบาลมีค่าเกินมาตรฐานเนื่องจากทางโรงพยาบาลอาจมีการเติมคลอรีนเพิ่ม

5.1.2.5 ค่าความขุ่นของน้ำตัวอย่าง

ค่าความขุ่นของน้ำตัวอย่างมีค่าผ่านมาตรฐานหมดยกเว้นหอพัก มน.นิเวศ 4 ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน 1 ครั้ง

5.1.2.6 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำตัวอย่าง

ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำตัวอย่างมีค่าไม่ผ่านมาตรฐานทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างโดยจุดจ่ายน้ำมีปริมาณค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมากที่สุดและจุดวิทยาศาสตร์ หอพัก มน.

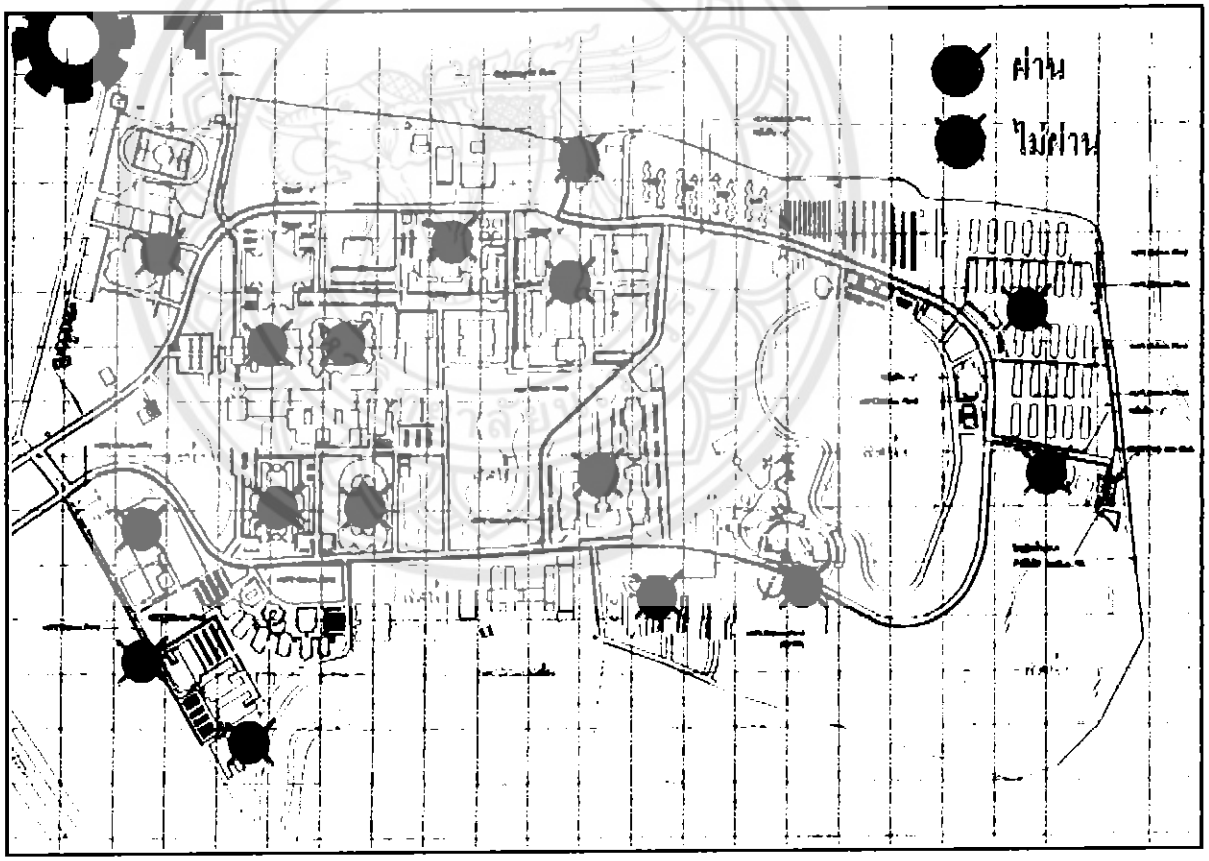
นิเวศ 4 ศูนย์วิจัยพลังงาน คณะเกษตรศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ อาคารอเนกประสงค์อาคารมิ่งขวัญ ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนน้อยที่สุด

5.1.2.7 ค่าความกระด้างของน้ำตัวอย่าง

ความกระด้างของน้ำตัวอย่างมีค่าผ่านคุณภาพมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคทุกครั้งโดยมีค่าสูงสุดที่โรงพยาบาล และค่าต่ำสุดที่โรงผลิตน้ำประปา

5.1.2.8 ค่าคลอไรด์ของน้ำตัวอย่าง

คลอไรด์ของน้ำตัวอย่างมีค่าผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคทุกจุด ซึ่งจุดที่มีค่าคลอไรด์สูงสุดคือโรงพยาบาล และจุดที่มีค่าคลอไรด์มีค่าต่ำสุดคือหอพักนิสิตและหอพักมน.นิเวศ 4



รูปที่ 5.1 แสดงจุดผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. เนื่องจากการตรวจสอบน้ำตัวอย่าง ณ จุดผลิตน้ำประปายังคงมีค่าไม่ผ่านมาตรฐาน โดยเฉพาะค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งไม่ควรจะตรวจพบทางผู้ผลิตควรทำการตรวจสอบระบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำประปา หากพบว่ายังคงค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียขึ้นอยู่ควรหาสาเหตุที่เกิดขึ้นเพื่อทำการแก้ไข

5.2.2. เนื่องจากจุดเก็บน้ำตัวอย่างแต่ละสถานที่ภายในมหาวิทยาลัยไม่ได้ส่งจ่ายมาจากทางระบบท่อ โดยตรง ซึ่งแต่ละจุดเก็บหรือแต่ละคณะจะมีถังพักน้ำใสเฉพาะ ซึ่งการดูและถังพักน้ำของแต่ละที่อาจมีการดูและที่แตกต่างกัน ดังนั้นค่าดัชนีที่ทำการตรวจสอบไม่ผ่านอาจจะไม่ได้มาจากทางโรงผลิตเพียงอย่างเดียว อาจสืบเนื่องมาจากการดูและถังพักน้ำของแต่ละจุด ควรทำการตรวจสอบ ณ ที่จุดพักน้ำของแต่ละที่ด้วย

5.2.3. จากการเก็บน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่าในช่วงฤดูฝนค่าพารามิเตอร์หลายตัวจะมีค่าที่สูงกว่าปกติ อาจมาจากในฤดูฝน เป็นฤดูที่มีสภาพอากาศที่แปรปรวน และฝนที่ตกจะทำให้แหล่งน้ำดิบที่นำมาผลิตน้ำประปา มีค่าของอนุภาคในน้ำที่ค่อนข้างสูงผู้ที่ทำหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบการผลิตควรเข้มงวดและดูแลการผลิตน้ำในช่วงฤดูฝนให้พิเศษกว่าฤดูกาลอื่น

เอกสารอ้างอิง

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2537) **วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์.**

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์.(2536) **วิศวกรรมประปา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์.**

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2542) **วิศวกรรมประปาเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์** จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย .

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง. (2544). **คู่มือการวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชา** วิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหา**วิทยาลัยนเรศวร.**

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548) **มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค. กรุงเทพฯ :** http://www.pwa.co.th/general/qcpwa.html

ภาคผนวก ก

ตารางค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์
ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

1. อุณหภูมิ

ตารางที่ ก1 ค่าอุณหภูมิของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	31.3	30.0	30.0	29.0	28.0	26.0	27.0
2.จุดจ่ายน้ำประปา	30.0	28.5	32.0	28.0	27.0	27.0	28.0
3.หอพักนิสิต	30.0	30.0	28.0	31.0	28.0	26.0	25.0
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	28.5	31.0	29.0	30.0	29.0	27.0	29.0
5.คณะวิทยาศาสตร์	30.0	28.0	31.0	29.0	29.0	27.0	26.0
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	31.0	27.0	29.0	30.0	28.0	28.0	27.8
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	30.0	28.0	30.0	30.0	27.0	25.0	26.0
8.คณะเกษตรศาสตร์	31.0	29.0	31.0	31.0	27.5	29.0	27.0
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	28.0	28.0	33.0	28.0	28.6	26.0	27.0
10.อาคารอเนกประสงค์	27.0	30.0	31.0	27.0	27.7	27.0	28.0
11.อาคารมิ่งขวัญ	30.0	27.0	29.0	30.0	28.3	26.3	25.0
12.โรงพยาบาล	31.0	28.0	28.0	31.0	30.2	27.0	29.0
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	28.0	30.0	31.0	30.0	29.9	27.1	26.0
14.หอพักนิสิตแพทย์	30.0	29.0	30.0	28.5	28.7	28.5	27.0
15.คณะเภสัชศาสตร์	27.0	30.0	29.0	30.0	27.5	26.7	26.0
16.คณะแพทย์ศาสตร์	28.0	28.5	30.0	31.0	28.8	28.2	27.0

2. หน่วยสี

ตารางที่ ก2 ค่าหน่วยสีของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	5	5	5	5	5	5	5
2.จุดจ่ายน้ำประปา	10	5	5	5	5	5	5
3.หอพักนิสิต	15	5	5	5	5	5	5
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	10	10	5	5	5	5	5
5.คณะวิทยาศาสตร์	15	10	5	5	5	5	5
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	5	5	5	10	5	5	5
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	10	5	5	10	5	5	5
8.คณะเกษตรศาสตร์	15	5	5	10	10	5	5
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	10	5	5	5	5	5	5
10.อาคารอเนกประสงค์	15	10	5	5	5	5	5
11.อาคารมิ่งขวัญ	5	5	5	10	5	5	5
12.โรงพยาบาล	5	10	5	5	5	5	5
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	5	10	5	5	5	5	5
14.หอพักนิสิตแพทย์	15	10	5	5	5	5	5
15.คณะเภสัชศาสตร์	5	10	5	5	5	5	5
16.คณะแพทย์ศาสตร์	5	10	5	10	5	5	5

3. พีเอช

ตารางที่ ก3 ค่าพีเอชของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	6.10	7.37	7.30	7.30	7.87	6.64	7.65
2.จุดจ่ายน้ำประปา	7.00	7.08	7.20	7.09	7.80	7.54	7.17
3.หอพักนิสิต	6.30	7.01	7.03	7.17	7.54	7.36	7.36
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	6.70	7.08	7.01	7.20	6.64	7.06	7.21
5.คณะวิทยาศาสตร์	6.20	7.25	7.07	7.25	7.36	7.16	7.54
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	6.40	7.09	7.09	7.30	7.30	7.85	7.40
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	6.60	7.40	7.05	7.40	7.85	7.80	7.01
8.คณะเกษตรศาสตร์	6.60	7.85	7.37	7.37	7.06	7.81	7.30
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	6.50	7.06	7.08	7.03	7.65	7.70	7.05
10.อาคารอเนกประสงค์	6.20	7.65	7.01	7.00	7.81	7.87	7.25
11.อาคารมิ่งขวัญ	6.30	7.30	7.08	6.97	7.70	7.65	7.06
12.โรงพยาบาล	6.50	7.21	7.25	7.05	7.16	7.30	7.08
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	6.40	7.17	7.09	7.08	7.45	7.21	7.14
14.หอพักนิสิตแพทย์	6.20	7.05	7.40	7.01	7.17	7.17	7.01
15.คณะเภสัชศาสตร์	6.20	7.25	7.17	7.07	7.21	7.17	7.07
16.คณะแพทย์ศาสตร์	6.70	7.06	7.14	7.14	7.17	7.45	7.03

4. ความขุ่น

ตารางที่ ก4 ค่าความขุ่นของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	1.900	1.430	0.476	0.476	0.950	0.952	0.480
2.จุดจ่ายน้ำประปา	1.430	3.830	1.905	0.476	0.952	0.952	0.950
3.หอพักนิสิต	1.900	0.950	0.476	0.952	0.952	0.950	4.290
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	1.900	0.950	0.476	0.952	0.952	0.950	1.430
5.คณะวิทยาศาสตร์	0.950	3.330	0.476	0.952	0.476	0.420	0.312
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	5.710	0.480	0.952	1.905	0.476	4.290	1.430
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	4.290	0.950	0.476	0.952	1.429	1.430	3.830
8.คณะเกษตรศาสตร์	1.430	4.290	0.476	0.476	0.952	0.952	0.950
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	3.830	1.430	0.952	1.429	0.476	0.476	0.952
10.อาคารอเนกประสงค์	0.950	4.290	1.429	0.476	0.952	1.429	0.952
11.อาคารมิ่งขวัญ	0.950	1.430	0.952	0.952	0.476	0.476	1.905
12.โรงพยาบาล	3.330	3.830	0.476	0.952	1.429	0.952	0.952
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	0.480	0.950	0.952	0.952	0.476	0.952	0.476
14.หอพักนิสิตแพทย์	0.950	0.950	1.429	0.476	0.476	1.905	1.429
15.คณะเภสัชศาสตร์	4.290	3.330	0.952	0.476	1.905	0.952	0.476
16.คณะแพทย์ศาสตร์	1.430	0.480	0.476	0.952	0.952	0.952	0.952

5. คลอรีน

ตารางที่ ก5 ค่าคลอรีนของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	0	0	0.24	0.04	0.02	0.01	0.02
2.จุดจ่ายน้ำประปา	0	0	0.05	0.07	0	0	0.02
3.หอพักนิสิต	0	0	0	0.02	0.01	0.01	0
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	0	0	0.15	0.09	0.13	0.01	0.01
5.คณะวิทยาศาสตร์	0	0	0.05	0.07	0	0	0.03
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	0	0	0.08	0.03	0.05	0.01	0.01
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	0	0	0.19	0.04	0.03	0.02	0.02
8.คณะเกษตรศาสตร์	0	0	0.04	0.04	0.06	0	0.02
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	0	0	0.2	0.01	0.05	0	0.02
10.อาคารอเนกประสงค์	0	0	0.13	0.02	0.04	0	0.01
11.อาคารมิ่งขวัญ	0	0	0.29	0.02	0.02	0	0
12.โรงพยาบาล	0.1	1.5	0.48	0.45	1.01	0.49	0.61
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	0	0	0.35	0.05	0.04	0.02	0.01
14.หอพักนิสิตแพทย์	0	0	0.3	0.02	0	0	0
15.คณะเภสัชศาสตร์	0	0	0.33	0.01	0.09	0	0.02
16.คณะแพทย์ศาสตร์	0	0	0.43	0.03	0.02	0	0.06

6. คลอไรด์

ตารางที่ ก6 ค่าคลอไรด์ ของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	6.497	8.997	9.497	7.997	5.998	9.996	8.997
2.จุดจ่ายน้ำประปา	4.998	9.497	8.997	6.997	6.997	8.997	8.997
3.หอพักนิสิต	6.997	8.997	7.497	7.997	5.998	8.497	6.997
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	5.498	7.497	8.497	7.997	5.998	10.496	8.497
5.คณะวิทยาศาสตร์	5.998	6.997	9.497	6.997	5.998	8.997	8.997
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	4.998	8.997	8.497	8.997	7.497	9.746	9.996
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	6.997	8.997	8.497	5.998	5.998	9.247	11.996
8.คณะเกษตรศาสตร์	6.997	8.997	8.497	5.998	4.998	6.997	7.997
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	6.497	9.996	9.497	8.497	6.997	7.497	5.998
10.อาคารอเนกประสงค์	8.497	5.998	9.497	7.497	5.998	8.497	7.997
11.อาคารมิ่งขวัญ	5.998	8.997	8.997	6.497	6.497	7.497	8.497
12.โรงพยาบาล	8.997	15.495	10.996	6.997	9.497	14.495	12.496
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	5.998	9.996	8.497	7.997	6.497	8.997	7.497
14.หอพักนิสิตแพทย์	6.997	7.997	9.996	7.497	6.997	8.997	6.497
15.คณะเภสัชศาสตร์	6.997	8.997	9.996	6.997	5.998	9.497	6.997
16.คณะแพทย์ศาสตร์	5.498	8.997	8.497	6.497	5.998	9.996	7.497

7. สภาพการนำไฟฟ้า

ตารางที่ ก7 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	228	211	214	203	46.5	188	203
2.จุดจ่ายน้ำประปา	225	222	218	209	47	188	209
3.หอพักนิสิต	228	220	209	207	46	187	204
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	227	219	216	206	46.6	191	206
5.คณะวิทยาศาสตร์	229	232	227	226	49.9	200	210
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	232	221	214	216	49.1	192	209
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	233	219	219	210	48.1	191	208
8.คณะเกษตรศาสตร์	225	225	217	208	49.2	193	213
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	233	221	216	204	48.2	190	200
10.อาคารอเนกประสงค์	216	217	214	210	48.9	188	204
11.อาคารมิ่งขวัญ	230	223	214	210	48.5	191	208
12.โรงพยาบาล	230	248	227	217	52.9	202	215
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	213	231	217	205	48.5	189	202
14.หอพักนิสิตแพทย์	222	224	209	205	48.9	187	203
15.คณะเภสัชศาสตร์	229	220	211	231	44.7	189	207
16.คณะแพทย์ศาสตร์	215	204	216	211	48.7	188	204

8. ความเป็นกรด

ตารางที่ ก8 ค่าความเป็นกรดของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	8	8	4	12	8	8	6
2.จุดจ่ายน้ำประปา	6	6	10	18	10	10	8
3.หอพักนิสิต	8	8	6	12	10	8	10
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	8	6	8	16	8	8	6
5.คณะวิทยาศาสตร์	8	8	6	18	10	8	10
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	6	4	10	10	10	6	10
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	10	6	8	12	8	10	10
8.คณะเกษตรศาสตร์	6	6	10	18	8	6	10
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	8	8	12	10	10	10	8
10.อาคารอเนกประสงค์	6	8	8	20	10	10	8
11.อาคารมิ่งขวัญ	14	10	8	20	8	8	10
12.โรงพยาบาล	10	6	8	14	10	10	6
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	12	8	10	12	10	8	10
14.หอพักนิสิตแพทย์	12	8	8	14	10	10	8
15.คณะเภสัชศาสตร์	8	8	8	14	10	8	8
16.คณะแพทย์ศาสตร์	6	6	10	12	12	12	6

9. ความเป็นด่าง

ตารางที่ ก9 ค่าความเป็นด่างของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	94	68	72	72	84	72	64
2.จุดจ่ายน้ำประปา	92	84	76	74	84	74	66
3.หอพักนิสิต	106	56	68	72	96	76	70
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	106	70	72	72	92	72	80
5.คณะวิทยาศาสตร์	80	82	80	82	100	84	74
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	94	84	74	76	86	76	78
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	94	72	74	74	90	74	74
8.คณะเกษตรศาสตร์	92	72	76	74	120	68	76
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	98	68	70	66	94	64	66
10.อาคารอเนกประสงค์	86	78	74	66	92	66	70
11.อาคารมิ่งขวัญ	86	70	72	78	84	66	70
12.โรงพยาบาล	96	72	70	70	86	72	70
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	90	84	70	70	120	74	74
14.หอพักนิสิตแพทย์	98	68	76	78	100	74	70
15.คณะเภสัชศาสตร์	98	74	70	80	100	76	80
16.คณะแพทย์ศาสตร์	94	72	76	78	84	78	74

10. ความกระด้าง

ตารางที่ ก10 ค่าความกระด้างของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	64	82	84	100	98	86	98
2.จุดจ่ายน้ำประปา	70	80	82	90	92	90	100
3.หอพักนิสิต	82	80	76	108	78	88	92
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	74	72	76	116	100	84	104
5.คณะวิทยาศาสตร์	110	72	86	112	88	84	112
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	92	82	68	100	84	88	108
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	72	78	100	90	84	86	106
8.คณะเกษตรศาสตร์	78	76	84	102	86	86	110
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	80	70	84	104	82	86	110
10.อาคารอเนกประสงค์	72	80	82	76	78	84	90
11.อาคารมิ่งขวัญ	74	70	82	84	86	76	108
12.โรงพยาบาล	80	84	70	128	80	84	96
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	108	82	102	98	84	88.4	100
14.หอพักนิสิตแพทย์	76	74	90	100	88	94	92
15.คณะเภสัชศาสตร์	66	90	86	118	70	90	82
16.คณะแพทย์ศาสตร์	76	76	92	92	88	88	100

11. ฟลูออไรด์

ตารางที่ ก11 ค่าฟลูออไรด์ของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	0.0195	0.366	0.205	0.205	0.39	0.69	0.58
2.จุดจ่ายน้ำประปา	0.2293	0.293	0.098	0.234	0.4	0.62	0.58
3.หอพักนิสิต	0.1171	0.327	0.2	0.307	0.4	0.41	0.4
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	0.1805	0.312	0.224	0.258	0.5	0.5	0.55
5.คณะวิทยาศาสตร์	0.2049	0.229	0.228	0.288	0.37	0.58	0.69
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	0.0098	0.312	0.327	0.21	0.62	0.49	0.47
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	0.3171	0.249	0.239	0.239	0.59	0.55	0.55
8.คณะเกษตรศาสตร์	0.161	0.239	0.551	0.2	0.47	0.44	0.47
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	0.2198	0.302	0.156	0.156	0.4	0.55	0.59
10.อาคารอเนกประสงค์	0.1854	0.317	0.166	0.166	0.55	0.59	0.62
11.อาคารมิ่งขวัญ	0.122	0.201	0.239	0.239	0.51	0.37	0.37
12. โรงพยาบาล	0.1658	0.312	0.229	0.273	0.39	0.47	0.51
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	0.0146	0.346	0.146	0.146	0.44	0.4	0.39
14.หอพักนิสิตแพทย์	0.0342	0.263	0.145	0.254	0.4	0.4	0.39
15.คณะเภสัชศาสตร์	0.0049	0.332	0.171	0.171	0.41	0.51	0.41
16.คณะแพทย์ศาสตร์	0.0976	0.273	0.19	0.18	0.55	0.51	0.41

12. ไนไตร์ท

ตารางที่ ก12 ค่าไนไตรท ของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	0.803	0.018	0.068	3.330	0.016	0.016	0.096
2.จุดจ่ายน้ำประปา	0.096	0.031	0.103	3.830	0.849	0.032	0.064
3.หอพักนิสิต	0.087	0.031	0.022	1.900	0.026	0.016	0.032
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	0.032	0.016	0.080	0.950	0.057	0.064	0.096
5.คณะวิทยาศาสตร์	0.021	0.849	0.826	4.290	0.03	0.016	0.064
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	0.048	0.026	0.066	1.430	0.002	0.032	0.032
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	0.048	0.057	0.103	0.950	0.097	0.032	0.064
8.คณะเกษตรศาสตร์	0.080	0.03	0.031	1.430	0.107	0.048	0.096
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	0.064	0.002	0.157	0.950	0.095	0.032	0.032
10.อาคารอเนกประสงค์	0.096	0.005	0.097	1.900	0.116	0.016	0.064
11.อาคารมิ่งขวัญ	0.112	0.007	0.107	1.900	0.014	0.048	0.032
12.โรงพยาบาล	0.112	0.013	0.095	5.710	0.085	0.032	0.127
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	0.032	0.000	0.116	1.430	0.002	0.016	0.032
14.หอพักนิสิตแพทย์	0.080	0.051	0.014	4.290	0.064	0.032	0.064
15.คณะเภสัชศาสตร์	0.161	0.015	0.085	0.480	0.096	0.048	0.064
16.คณะแพทย์ศาสตร์	0.112	0.041	0.002	0.950	0.112	0.016	0.096

13. ไนเตรท

ตารางที่ ก13 ค่าไนไตรท ของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ก. 2554
1.โรงผลิตประปา	5.186	3.844	1.429	0.031	0.476	0.050	0.068
2.จุดจ่ายน้ำประปา	3.142	7.412	0.952	0.022	0.952	0.033	0.157
3.หอพักนิสิต	11.071	10.042	0.952	0.103	0.952	0.033	0.066
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	6.681	7.817	0.952	0.068	0.476	0.033	0.080
5.คณะวิทยาศาสตร์	7.304	6.338	0.476	0.157	1.429	0.017	0.000
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	7.288	6.775	0.476	0.066	0.952	0.017	0.085
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	7.304	6.554	1.429	0.080	0.952	0.050	0.103
8.คณะเกษตรศาสตร์	7.304	5.668	0.952	0.000	0.476	0.033	0.476
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	7.288	5.435	0.476	0.085	0.952	0.017	1.429
10.อาคารอเนกประสงค์	7.271	7.879	0.952	0.103	0.476	0.033	0.476
11.อาคารมิ่งขวัญ	7.288	5.310	0.476	0.000	0.952	0.017	0.476
12.โรงพยาบาล	7.304	6.243	1.429	0.097	0.952	0.050	1.905
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	7.288	7.055	0.476	0.107	1.429	0.017	0.952
14.หอพักนิสิตแพทย์	7.271	6.463	0.476	0.002	0.476	0.017	0.952
15.คณะเภสัชศาสตร์	7.288	6.662	1.905	0.095	0.952	0.067	0.952
16.คณะแพทย์ศาสตร์	7.304	8.098	0.952	0.116	0.476	0.033	0.476

14. ของแข็งละลายน้ำ

ตารางที่ ก14 ค่าของแข็งละลายน้ำของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	161.67	145.3	242.9	126.15	128.65	119.75	155.65
2.จุดจ่ายน้ำประปา	161.61	151.95	101.05	112.3	377.4	116.25	127.5
3.หอพักนิสิต	130.5	139.7	89	111.15	112.5	121.25	125
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	165.95	150.25	51.5	121.05	125	131.25	126.25
5.คณะวิทยาศาสตร์	139.6	158.1	34.7	126.9	116.15	127.5	133.55
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	154.75	152.55	111.05	138.55	118.65	118.45	116.15
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	148.65	155.65	9.9	134.9	126.25	111.75	112.4
8.คณะเกษตรศาสตร์	149.5	155.95	209	125.45	127.5	125.65	126.25
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	143.15	165.8	44.8	133.65	107.5	113.45	116.15
10.อาคารอเนกประสงค์	155.5	155.85	23.55	123.65	118.75	101.15	111.15
11.อาคารมิ่งขวัญ	153.25	157.25	12.2	115.85	122.2	107.5	101.15
12.โรงพยาบาล	39.3	163.3	36.6	128.65	133.55	120.65	123.55
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	135.25	175.75	13.65	124.9	123.55	112.4	113.2
14.หอพักนิสิตแพทย์	144.3	161.7	22.6	157.4	116.15	113.2	115.85
15.คณะเภสัชศาสตร์	155.3	149.5	24.9	13.4	117.5	97.4	89
16.คณะแพทย์ศาสตร์	151.55	160.05	243.5	121.5	127.5	115.7	126.25

15. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ตารางที่ ก15 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของเดือนกรกฎาคม 2553 – เดือนมกราคม 2554

เดือน / จุดเก็บน้ำ	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
1.โรงผลิตประปา	79	13	4	93	0	0	0
2.จุดจ่ายน้ำประปา	49	0	0	0	2	0	0
3.หอพักนิสิต	12	4	0	0	0	0	0
4.คณะวิศวกรรมศาสตร์	14	6	0	0	0	0	0
5.คณะวิทยาศาสตร์	12	2	13	0	0	0	0
6.หอพัก มน นิเวศ 4.	21	2	4	2	0	0	0
7.ศูนย์วิจัยพลังงาน	17	2	2	0	0	0	0
8.คณะเกษตรศาสตร์	0	4	0	0	0	0	0
9.คณะมนุษย์ศาสตร์	79	12	8	0	0	0	0
10.อาคารอเนกประสงค์	0	14	4	17	0	0	0
11.อาคารมิ่งขวัญ	110	5	2	2	0	0	0
12.โรงพยาบาล	0	0	26	0	0	5	0
13.หอพักแพทย์และพยาบาล	0	1600	12	0	8	8	8
14.หอพักนิสิตแพทย์	240	350	26	13	0	8	5
15.คณะเภสัชศาสตร์	170	4	0	2	0	0	0
16.คณะแพทย์ศาสตร์	350	1600	1600	920	2	0	2

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวสุปราณี กิตติจารุขจร
ภูมิลำเนา 81/21 ถนนบรมไตรโลกนาถ ต. ในเมือง
อ.เมือง จ. พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: supranee_ki@hotmail.com

ชื่อ นางสาวทิพย์วรรณ ทองบุศย์
ภูมิลำเนา 18 หมู่ 4 ถนนโป่งแค ต. ท่างาม อ. วัดโบสถ์
จ. พิษณุโลก 65160

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียน
  เตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: tomy_babylove@hotmail.com

ชื่อ นางสาวปานสกุน ปาลาศ

ภูมิลำเนา 46 ม. 2 ต.น้ำริด อ.เมืองอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: **a.pansakun_p@hotmail.com**

ชื่อ นายศิระณัชช์ เชื้อพวน

ภูมิลำเนา 327/1 ม. 8 ต.แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง 52220

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่เมาะวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: **siranat_s@hotmail.com**