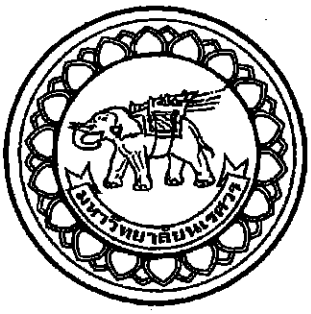


การศึกษาระบบประปาและตรวจสอบคุณภาพน้ำของโรงผลิตน้ำประปา อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก

THE STUDY OF WATER SUPPLY SYSTEM QUALITY AND EFFICIENCY OF WATER TREATMENT PLANT IN PHROMPIRAM UNIT, PHITSANULOK PROVINCE

นางสาวนันทนา มนตรีราช รหัส 51365269

นายประพันธ์ พรมมาวัน รหัส 51365276

นางสาวสุภัชชา แสงตาหล้า รหัส 51365377

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 23 W.A. 2555
เลขทะเบียน i604833X
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

หัวข้อโครงงาน	**: การศึกษาระบบประปาและตรวจสอบคุณภาพน้ำ ของโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม**
ผู้ดำเนินงาน	**: นางสาวนันทนา มนตรีราช รหัสนิสิต 51365269**
	นายประพันธ์ พรมมาวัน รหัสนิสิต 51365276
	นางสาวสุภัชชา แสงตาหล้า รหัสนิสิต 51365377
ที่ปรึกษาโครงงาน	**: อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์**
สาขาวิชา	**: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**
ภาควิชา	**: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**
ปีการศึกษา	**: 2554**

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

..... **ที่ปรึกษาโครงงาน**
(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

..... **กรรมการ**
(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

..... **กรรมการ**
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

หัวข้อโครงงาน	: การศึกษาคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก
ผู้ดำเนินงาน	: นางสาวนันทนา มนตรีราช รหัสนิสิต 51365269
	นายประพันธ์ พรมมาวัน รหัสนิสิต 51365278
	นางสาวสุภัชชา แสงตาหล้า รหัสนิสิต 51365337
ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2554

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก วิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบและน้ำประปาโดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 4 จุด เป็นจำนวน 5 ครั้ง ในระยะเวลา 3 เดือน วิเคราะห์พารามิเตอร์ อุณหภูมิ พีเอช ดีโอ ความขุ่น ความเป็นด่าง บีโอดี คลอไรด์ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ไนไตรท์และไนเตรท

จากการศึกษาพบว่า น้ำประปามีคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ระบบผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพในการบำบัด ของแข็งแขวนลอยและความขุ่นเท่ากับ 99% และ 98%ตามลำดับ ระบบสามารถรองรับอัตราการใช้น้ำในปัจจุบันได้ดี

Project Title : The study of water supply system quality and efficiency of water treatment plant in Phrompiramunit ,Phitsanulok province

Author : Miss.Nantana Montreerach Code 51365269

Mr.Prapan Prommawan Code 51365276

Miss. Supatcha Sangtala Code 51365337

Project Advisor : Mr. Ampol Techowanich

Major : Environmental Engineering

Department : Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University

Academic Year : 2010

Abstract

This project was to study the efficiency of water supply system of Amphor Phrompiram unit at Phitsanulok province by sampling raw water and treated water 5 times within 3 month. Then parameters such as temperature, pH, DO, turbidity, alkalinity, BOD, total solids, suspended solids, nitrite, nitrate, were analyzed.

It was found that most characteristics of water supply met the provincial water work standard. The treatment system was able to efficiently treat Suspended solids, and turbidity at 99% and 98% respectively. It could also fully function at the present water use rate.

กิตติกรรมประกาศ

ตามที่โครงงานศึกษาระบบประปาและตรวจสอบคุณภาพน้ำของโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิรามสำเร็จไปได้ด้วยดี สืบเนื่องจากการได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์ ที่ปรึกษาโครงงาน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทางและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะจัดทำโครงงานมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำทุกคนมีความสำนึกในความกรุณาและขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และบุคลากรของโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่างๆ ให้คำแนะนำจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนฝ่ายปฏิบัติการสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมภาควิชาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่คอยให้คำแนะนำในเนื้อหาของโครงงานที่ไม่ครบและคอยช่วยเหลือทางการปฏิบัติทั้งเครื่องมือและแนะนำในการทดลอง

สุดท้ายนี้คณะผู้ดำเนินงานใคร่ขอขอบคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังใจ ทุนทรัพย์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานทุกสิ่งจนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินงาน

มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

1.4 ขอบเขตการศึกษา 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 น้ำประปา 3

2.2 ส่วนประกอบของระบบประปา 3

2.3 แหล่งน้ำดิบ 3

2.4 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำประปา 12

2.5 ระบบผลิตน้ำประปา 17

2.6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์ 35

2.7 ระบบจ่ายน้ำประปา 36

2.8 อัตราการใช้น้ำของประชากร 41

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา 42

3.2 ดำเนินการเก็บน้ำตัวอย่าง 42

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีเก็บน้ำตัวอย่าง 42
3.4 มาตรฐานน้ำที่ใช้ในการเปรียบเทียบ 45
3.5 ศึกษาระบบการผลิตประปาของประปาพรหมพิราม 47

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง
4.1 ศึกษาระบบผลิตน้ำประปาของประปาพรหมพิราม 48
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิต 55
4.2.1 อุณหภูมิ 55
4.2.2 พีเอช 56
4.2.3 ความขุ่น 57
4.2.4 ของแข็งทั้งหมด 58
4.2.5 ของแข็งแขวนลอย 59
4.2.6 ของแข็งละลายน้ำ 60
4.2.7 คลอไรด์ 61
4.2.8 บีโอดี 62
4.2.9 ไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน 63
4.2.10 ออกซิเจนละลายน้ำ 64
4.2.11 ความเป็นด่าง 65
4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาของประปาพรหมพิราม 65

บทที่ 5 สรุป
5.1 สรุปคุณภาพน้ำตัวอย่าง 70
5.2 การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำ กับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละครั้ง 71
5.3 ประสิทธิภาพการบำบัด 72
5.4 ข้อเสนอแนะ 73
หน้าบรรณานุกรม 74
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 75

สารบัญตาราง

หน้า

1.1 แผนการดำเนินโครงงานโครงงาน 2
2.1 ข้อมูลน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลก 7
2.2 ข้อมูลน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลก 15ปีย้อนหลัง 7
2.3 ข้อมูลน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลก 30ปีย้อนหลัง 8
2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน 9
2.5 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาของกรมอนามัย 11
2.6 ระดับความกระด้างของน้ำ 14
2.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค 17
2.8 เกณฑ์ออกแบบถังกวนเร็ว 21
2.9 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกวน 22
2.10 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกั้นขวางวางสลับกัน 23
2.11 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 25
2.12 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรอรูปทรงกลม 26
2.13 ขนาดของอนุภาคและวัตถุต่างๆ ที่กรองได้ 26
2.14 เกณฑ์การออกแบบถังแบบ Reactor -Clarifier 29
2.15 คุณสมบัติและการใช้งานของคลอรีน โอโซน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 33
2.16 ประเภทของการใช้ อัตราของการใช้ และค่าเปอร์เซ็นต์ของการผลิต 39
3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ 45
3.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน 46
3.3 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัย 46
3.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค 46
3.5 จุดเก็บน้ำและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในกระบวนการผลิตประปาพรหมพิราม 47
4.1 แสดงค่าอุณหภูมิ 55
4.2 แสดงค่าพีเอช 56

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

4.3 แสดงค่าความขุ่น 57
4.4 แสดงค่าของแข็งทั้งหมด 58
4.5 แสดงค่าของแข็งแขวนลอย 59
4.6 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำ 60
4.7 แสดงค่าคลอไรด์ 61
4.8 แสดงค่าบีโอดี 62
4.9 แสดงค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน 63
4.10 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำ 64
4.11แสดงค่าความเป็นด่าง 65
4.12 แสดงจำนวนประชากรของอำเภอพรหมพิราม 66
4.13 แสดงอัตราการใช้น้ำของประชากรของอำเภอพรหมพิราม 67
5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของแหล่งน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานของน้ำผิวดิน 70
5.2 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัย 70
5.3 แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดลองเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปาส่วยภูมิภาค 71
5.4 แสดงค่าของน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานน้ำผิวดินในแต่ละครั้ง 71
5.5 แสดงค่าของน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดิบ
เพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัยในแต่ละครั้ง 72
5.6 แสดงค่าของผลการวิเคราะห์น้ำประปา
เทียบกับมาตรฐานของน้ำประปาส่วนภูมิภาคในแต่ละครั้ง 72
5.7 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด 72

สารบัญรูป

หน้า

2.1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ได้จากน้ำฝน 4
2.2 แสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน ปี 2553 6
2.3 แสดงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน 7
2.4 ระบบประปาบาดาล 18
2.5 ระบบประปาบาดาลที่มีสารปนเปื้อน 19
2.6 ระบบประปาอ่างเก็บน้ำหรือน้ำดิบที่มีคุณภาพดี 19
2.7 ถังกวนเร็ว 20
2.8 ถังกวนช้าแบบแผ่นกั้น 23
2.9 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน 24
2.10 ถังตกตะกอนในแนวดิ่ง 24
2.ถังกรองเร็ว 28
2.12 เครื่องรีดกรองด้วยสายพาน 35
2.13 เครื่องอัดกรองด้วยแผ่น 36
2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอถังสูง 37
2.15 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบ 37
2.16 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำร่วมกันกับหอถังสูง 38
2.17 รายละเอียดของถังน้ำบนพื้นดิน 38
3.1 แหล่งน้ำดิบจากแม่น้ำน่าน 43
3.2 น้ำที่ผ่านการตกตะกอน 43
3.3 น้ำประปา 44
3.4 น้ำที่ระยะทาง 3 กิโลเมตรจากโรงประปา 44
4.1 แผนผังระบบผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม 48
4.2 สถานีสูบน้ำ 49

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

4.3 ถังเติมคลอรีน 50
4.4 บ่อเตรียมสารเคมีและปั๊มสูบสารเคมี 51
4.5 ชุดกวนเร็วในเส้นท่อ 51
4.6 บ่อพักน้ำ 52
4.7 แสดงถังกวนช้า 53
4.8 แสดงถังตกตะกอน 53
4.9 ถังกรอง 54
4.10 หอถังสูงและถังน้ำใส 55
4.11 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิ 56
4.12 กราฟแสดงค่าพีเอช 57
4.13 กราฟแสดงค่าความขุ่น 58
4.14 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด 59
4.15 กราฟแสดงค่าของแข็งแขวนลอย 60
4.16 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำ 61
4.17 แสดงค่าคลอไรด์ 61
4.18 กราฟแสดงค่าบีโอดี 63
4.19 กราฟแสดงค่าไนไตร์ท-ไนโตรเจนและ ไนเตรท-ไนโตรเจน 64
4.20 กราฟแสดงออกซิเจละลายน้ำ 65
4.21 กราฟแสดงความเป็นด่าง 66

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

น้ำถือเป็น 1 ในปัจจัย 4 ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นในการอุปโภคและบริโภค หรือในกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นจึงเกิดความต้องการน้ำปริมาณมากในแต่ละวัน ทางการประปาอำเภอพรหมพิรามต้องดำเนินการผลิตน้ำประปาให้เพียงพอต่อความต้องการของคนในชุมชน และในการผลิตน้ำประปาต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์กรที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค เพื่อให้ผู้ที่ใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคน้ำในกิจกรรมต่างๆนั้นปลอดภัย จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านออกมาจากกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้น้ำต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาโรงประปาอำเภอพรหมพิราม เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาค

1.2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านแต่ละกระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงประปาอำเภอพรหมพิราม

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบการผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบคุณภาพน้ำประปาจากโรงประปาอำเภอพรหมพิราม เทียบกับมาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาค

1.3.2 ทราบคุณภาพน้ำที่ผ่านแต่ละกระบวนการผลิตน้ำของโรงประปาอำเภอพรหมพิราม

1.3.3 ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม

1.3.4 สามารถนำข้อมูลไปใช้แก้ไขปรับปรุงในกระบวนการผลิตต่างๆ จากโรงประปาอำเภอพรหมพิราม

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาระบบผลิตน้ำประปา วิธีการผลิตและคุณภาพของน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปาของโรงประปาอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก มาวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ อุณหภูมิ พีเอช ดีโอ บีโอดี ความขุ่น ความกระด้าง ความเป็นด่าง เหล็ก คลอรีน คลอไรด์ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ไนไตรท์และไนเตรท โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ครั้งต่อเดือน เป็นเวลา 3 เดือน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เก็บข้อมูลและศึกษาระบบผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม
2. เก็บน้ำและทำการวิเคราะห์น้ำ
3. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง
4. จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน

ตารางที่ 1.1แผนการดำเนินงานโครงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55
ศึกษาข้อมูล	←	→					
ทำรายงานฉบับโครงร่าง		←	→				
เก็บข้อมูลและวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง			←	→	→		
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล					←	→	
ปรับปรุงและแก้ไขรายงาน				←	→	→	
ทำรูปเล่มโครงงาน						←	→

1.7 งบประมาณที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. ค่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	2,000	บาท
2. ค่าวัสดุอุปกรณ์สำนักงาน	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	3,000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์โดยนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคเป็นหลัก น้ำนั้นจะต้องมีคุณภาพที่ดีคือสะอาด ปราศจากสารพิษปนเปื้อนและไม่มีเชื้อโรค จึงจะทำให้ผู้ใช้มีความปลอดภัยในปัจจุบันความต้องการน้ำสะอาดเป็นที่ต้องการมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แหล่งน้ำสะอาดนับจะหายากขึ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากผลกระทบของมลภาวะต่างๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำ ดังนั้นการหาน้ำสะอาดเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนจึงเป็นจุดเริ่มต้นในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนโดยผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา

2.1 น้ำประปา

น้ำประปาคือน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำสะอาดสำหรับใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค ทั้งนี้น้ำที่ได้ต้องมีคุณสมบัติต่างๆเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้มีกำหนดไว้ของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องเพื่อที่ผู้ใช้ได้น้ำที่มีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากนั้นจึงทำการลำเลียงสู่ผู้ใช้โดยผ่านระบบท่อ

2.2 ส่วนประกอบของระบบประปา

องค์ประกอบของระบบประปาชุมชนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาระบบผลิตประปาและระบบขนส่ง แจกจ่ายน้ำต้องควบคุมองค์ประกอบทั้งสามให้มีคุณภาพที่ดีอยู่เสมอ โดยเฉพาะการเลือกแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิต เนื่องจากน้ำดิบที่มีคุณภาพสูงใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำและมีความปลอดภัยมากกว่าน้ำดิบที่มีการปนเปื้อนสูง แต่หากจำเป็นต้องใช้น้ำดิบที่ผ่านการปนเปื้อนเพราะไม่มีแหล่งน้ำอื่นจะต้องใช้ระบบผลิตประปาที่มีความซับซ้อนและลงทุนสูงจึงจะได้น้ำที่สะอาด

2.3 แหล่งน้ำดิบ

ในการเลือกแหล่งน้ำดิบนั้น นอกจากพิจารณาในด้านปริมาณของน้ำต้องเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำแล้ว การพิจารณาทางด้านคุณภาพของน้ำมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะเป็นปัจจัยกำหนดระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ดังนั้นโดยทั่วไปจึงต้องเก็บน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำดิบไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ก่อนตัดสินใจเลือกระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ และถ้าเป็นไปได้ควรพยายามเลือก

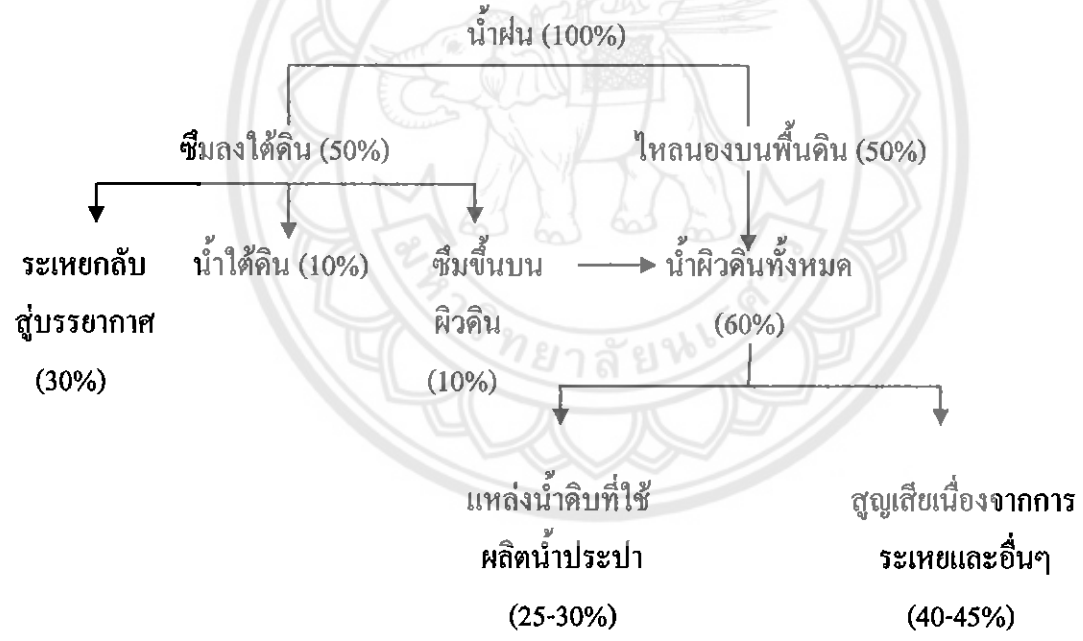
แหล่งน้ำดิบที่มีคุณภาพดีหรือสะอาดมากที่สุดเพราะจะส่งผลให้มีกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำน้อยที่สุด

แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปามี 2 ประเภท คือ น้ำผิวดินและน้ำบาดาลน้ำฝนโดยตรงไม่อาจนับเป็นแหล่งน้ำดิบที่เชื่อถือได้ เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องเก็บกักไว้ใช้ตามต้องการ

2.3.1 น้ำฝน

ฝนเป็นน้ำที่เกิดจากกระบวนการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศที่รวมกันเป็นเมฆกลายเป็นหยดน้ำ เมื่อหยดน้ำมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากจนอากาศไม่สามารถอุ้มไว้ได้จึงตกลงมายังพื้นโลกเป็นน้ำฝน

น้ำฝนจัดเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิตทุกอย่าง น้ำฝนที่ตกลงมาไม่ว่าจะอยู่ผิวดินหรือซึมลงไปใต้ดินย่อมนำมาใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำประปาได้อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนที่สามารถนำมาใช้ผลิตน้ำประปานั้นมีปริมาณต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำฝนเกิดขึ้นได้หลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ได้จากน้ำฝน
ที่มา: มั่นสิน ตันฑุลเวศม์,2542

2.3.2 น้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดินที่ขังอยู่บนพื้นผิวโลกเกิดจากน้ำฝนตกลงมายังผิวโลกน้ำที่เหลือจากการซึมลงสู่ดินการระเหยสู่บรรยากาศและการนำไปใช้ของพืชเป็นน้ำผิวดินน้ำผิวดินที่เป็นน้ำจืดแบ่งออกได้เป็น

ก.แม่น้ำ ลำคลองเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญมาก เนื่องจากถูกประชากรบนโลกนำมาใช้อุปโภคบริโภคมากที่สุด ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำนี้มาจากลำธารสายเล็กๆแล้วไหลมารวมกันกลายเป็นแม่น้ำโดยปกติแล้วแม่น้ำ ลำคลองมีความขุ่นค่อนข้างสูงเนื่องจากการชะล้างสิ่งต่างๆตลอดทางที่ไหลผ่านดังนั้นก่อนนำมาบริโภคต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียก่อน

ข.ทะเลสาบ เป็นแหล่งน้ำดิบที่ดี เพราะน้ำจากทะเลสาบมีความขุ่นต่ำเนื่องจากการตกตะกอนของสารต่างๆและมีการฟอกตัวเองของน้ำธรรมชาติ

ค. อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายกับทะเลสาบมากแต่มีขนาดเล็กกว่า เกิดขึ้นจากการสร้างของมนุษย์เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บน้ำ คุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำมักจะดีกว่าน้ำในแม่น้ำลำคลอง

อย่างไรก็ตามการนำน้ำผิวดินมาใช้อุปโภคบริโภค ควรตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อหาสิ่งเจือปนหรือสารพิษที่อยู่ในน้ำ และนำมาปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปอุปโภคบริโภคเพื่อความปลอดภัย ได้แบ่งการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

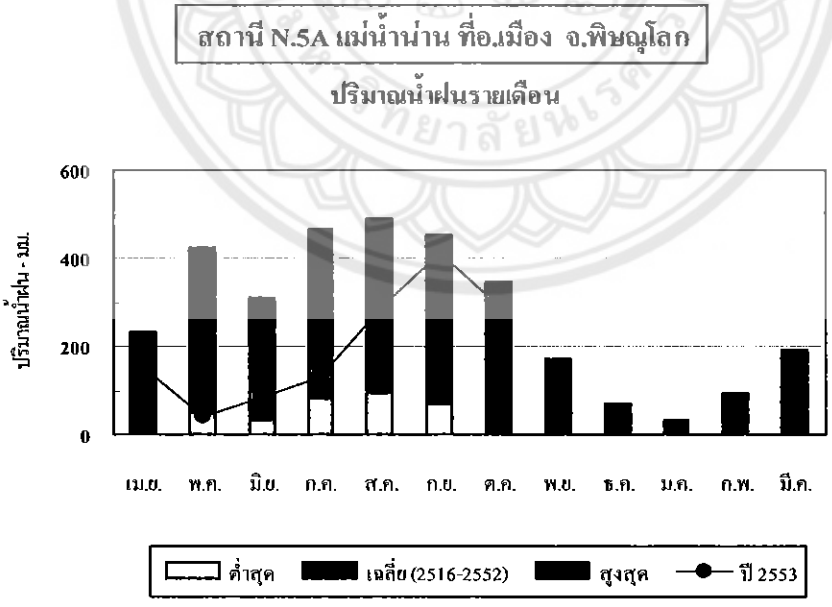
ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2.3.3 ข้อมูลแม่น้ำน่าน

-ข้อมูลแม่น้ำน่าน

แม่น้ำน่านมีต้นกำเนิดอยู่ที่ดอยภูแว ในเทือกเขาหลวงพระบาง จังหวัดน่าน มีความยาวตลอดลำน้ำ 615 กิโลเมตร ยาวที่สุดในบรรดาแควต้นน้ำเจ้าพระยาด้วยกัน นับเป็นหนึ่งในแม่น้ำสายหลักในภาคเหนือและภาคกลางของไทย โดยได้ไหลรวมกับแม่น้ำปิง กลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา

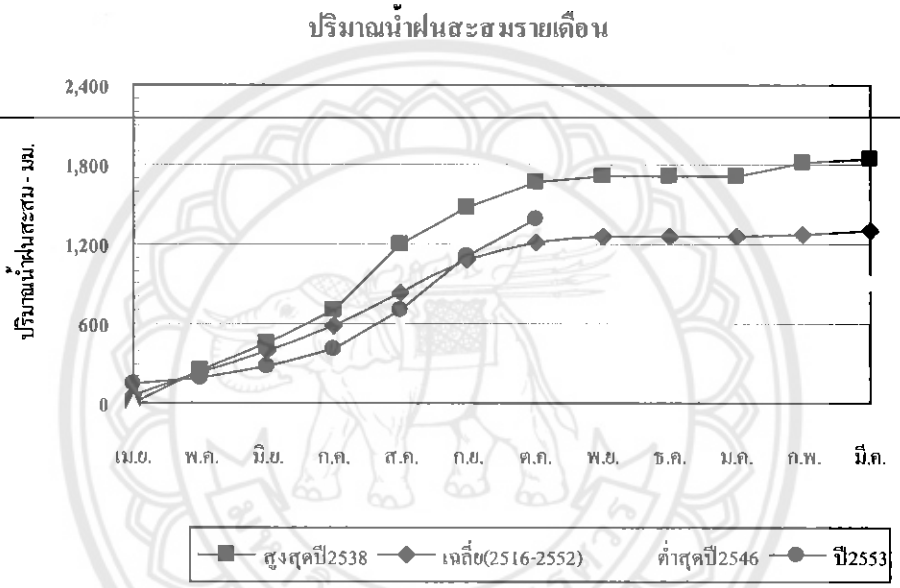
แม่น้ำน่านไหลจากอำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอทุ่งช้าง อ.เชียงกลาง อ. ปัว อ.ท่าวังผา อ. เมือง-น่าน อำเภอภูเพียง อำเภอเวียงสา อำเภอนาน้อย ผ่านมาทางอำเภอนาหมื่น จังหวัดน่านและถูกกั้นด้วยเขื่อนสิริกิติ์ ที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ จากนั้นไหลผ่านอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ อ.ตรอน อ.พิชัย ลงมายัง อ.พรหมพิราม อ.เมืองพิษณุโลก แล้วไหลผ่าน อ.เมืองพิจิตร อ.ตะพานหิน อ.บางมูลนาก รวมกับแม่น้ำยม ที่ตำบลเกยไชย อ.ชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลไปรวมกับแม่น้ำปิง ที่ ต.แควใหญ่ อ. เมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นแม่น้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 2.2 แสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน ปี 2553

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลน้ำฝนปี 2553

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
สูงสุด	230.7	423.6	310.7	464.4	491.3	454.4	345.1	169.5	68.4	34.4	95.8	191.8	
เฉลี่ย	57.3	176.1	166.4	189.5	238.9	247.9	143.6	34.7	6.3	4.4	11.7	26.0	1302.9
ต่ำสุด	0.0	47.1	34.0	82.4	94.9	69.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ปี 2553	152.4	40.0	86.9	129.7	287.2	410.8	289.0						1396.0



รูปที่ 2.3 แสดงปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลน้ำฝนสะสม 15 ปีย้อนหลัง

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ปี
สูงสุดปี2538	5.9	244.2	198.7	253.3	491.3	286.2	187.9	49.9	0.0	0.0	95.8	24.0	1837.2
สะสมปี2538	5.9	250.1	448.8	702.1	1193.4	1479.6	1667.5	1717.4	1717.4	1717.4	1813.2	1837.2	
เฉลี่ย	57.3	176.1	166.4	189.5	238.9	247.9	143.6	34.7	6.3	4.4	11.7	26.0	1302.9
เฉลี่ยสะสม	57.3	233.5	399.9	589.4	828.2	1076.2	1219.8	1254.5	1260.8	1265.1	1276.8	1302.9	
ต่ำสุดปี2546	0.0	109.4	147.4	156.9	183.7	231.8	27.9	0.0	0.0	4.0	30.1	20.3	911.5
สะสมปี2546	0.0	109.4	256.8	413.7	597.4	829.2	857.1	857.1	857.1	861.1	891.2	911.5	
ปี 2553	152.4	40.0	86.9	129.7	287.2	410.8	289.0						1396.0
สะสมปี2553	152.4	192.4	279.3	409.0	696.2	1107.0	1396.0						

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลน้ำฝนจังหวัดพิษณุโลก 30 ปีย้อนหลัง

เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด (°ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (°ซ)	ปริมาณฝน (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)
มกราคม	18	31.6	6.6	2
กุมภาพันธ์	20.8	33.9	11.9	2
มีนาคม	23.5	35.9	29.1	3
เมษายน	25.3	37.4	51	6
พฤษภาคม	25.2	35.6	188.5	15
มิถุนายน	24.8	33.6	183.3	17
กรกฎาคม	24.6	32.8	189.8	18
สิงหาคม	24.5	32.3	257.1	21
กันยายน	24.5	32.3	241.4	19
ตุลาคม	24	32.3	157	13
พฤศจิกายน	21.6	31.7	30.7	4
ธันวาคม	18	30.9	5.5	1

ตารางที่ 2.4 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน								
ดัชนีคุณภาพน้ำ [1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด [2/] ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1. สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ '	ธ '	ธ '	-	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	ธ	ธ '	ธ '	ธ '	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4. ออกซิเจนละลาย (DO)	มก./ล.	P20	ธ	6	4	2	-	Azide Modification
5. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2	4	-	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน

ตารางที่ 2.4(ต่อ)

6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม . พี . เอ็น /100 มล .	P80	ธ	5,000	20,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม . พี . เอ็น /100 มล .	P80	ธ	1,000	4,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
8. ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ		5		-	Cadmium Reduction
9. แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ		0.5		-	Distillation Nesslerization

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ่ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาของกรมอนามัย

คุณภาพ	หน่วย	ค่าสูงสุดที่ยอมให้
<u>ทางกายภาพ</u>		
-สี	แพลตตินัมโคบอลท์	300
<u>ทางเคมี</u>		
-พีเอช	-	5-9
-ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	มก./ล.	1,500
-กระด้าง	มก./ล.	500
-เหล็ก	มก./ล.	50
-แมงกานีส	มก./ล.	5
-ทองแดง	มก./ล.	1.5
-สังกะสี	มก./ล.	1.5
-ตะกั่ว	มก./ล.	0.05
-โครเมียม	มก./ล.	0.05
-แคดเมียม	มก./ล.	0.005
-ฟลูออไรด์	มก./ล.	1.5
-ไนเตรทไนโตรเจน	มก./ล.	10
-บีโอดี	มก./ล.	6
<u>ทางชีวภาพ</u>		
-โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/100 มล.	-
-ฟีคอล โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/100 มล.	-

ที่มา :กรมอนามัย,2544

2.4 ลักษณะคุณสมบัติของน้ำประปา

น้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคต้องมีลักษณะคุณภาพที่ดี ปราศจากกลิ่นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้ได้ ดังนั้นแหล่งน้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปาจำเป็นต้องมีคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำประปาด้วยกระบวนการผลิตทั่วไป ถ้าน้ำดิบมีสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถกำจัดออกด้วยกระบวนการผลิตทั่วไป จะทำให้คุณภาพน้ำประปาไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำประปาขึ้น และคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำประปาที่ได้กำหนดไว้มีดังนี้

2.4.1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพ (Physical Characteristics)

คุณสมบัติทางกายภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือก็สามารถดมกลิ่นชิมรสได้ เช่นน้ำขุ่นมาก มีรสเค็มหรือรสกร่อย เป็นต้น คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์สามารถกำจัดออกจากน้ำ ได้ด้วยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่น

2.4.1.1 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นเกิดขึ้นเนื่องจากมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น ดินโคลน ทรายละเอียด และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน สารที่อยู่ในน้ำทำให้เกิดแสงหักเหและอาจดูดแสงเอาไว้มิให้ผ่านทะลุไปจึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ง่าย มักใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพของหลายกระบวนการ เช่น การกรอง การตกตะกอน เป็นต้น น้ำประปาเพื่อชุมชนไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วย 5 (NTU) เพื่อไม่ให้เป็นที่รังเกียจและเพื่อความปลอดภัยในการอุปโภคปริโภค

2.4.1.2 สี (Color)

สีส่วนใหญ่เกิดจากพืชหรือใบไม้ที่เน่าเปื่อย มักมีสีชา สีของน้ำอาจเกิดจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกมาจากโรงงาน การน้ำมีสีที่ผิดปกติทำให้น้ำไม่น่านำมาใช้อุปโภคบริโภค ดังนั้นการกำจัดสีออกจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็น สีของน้ำจะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- สีจริง (True color) คือสีที่เกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกับน้ำซึ่งย่อยสลายยาก ประเภทกรดฮิวมิคและฟัลวิค (Humic acid & Fulvic acid) กรดเหล่านี้เป็นสารที่มีความคงตัวสูงมาก จนไม่สลายตัวอีกต่อไปแล้ว การกำจัดสีจริงนี้ไม่อาจทำได้โดยง่าย

- สีปรากฏ (Apparent color) คือสีที่เกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ สามารถกำจัดออกโดยวิธีทางกายภาพ เช่น การตกตะกอนหรือการกรอง การกำจัดสีปรากฏออกไปทำให้เห็นสีจริงของน้ำ

2.4.1.3 กลิ่น (Odor)

กลิ่นในน้ำมักเกิดจากการที่น้ำมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น สาหร่าย โปรโตซัว ฯลฯ หรือเกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำในสภาวะขาดออกซิเจน ทำให้เกิดแก๊สไข่เน่า (H_2S) หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานผลิตยา โรงงานผลิตอาหาร ฯลฯ หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้คลอรีนทำลายเชื้อโรคในน้ำ

2.4.1.4 รสชาติ (Taste)

รสชาติในน้ำเกิดจากการละลายน้ำของเกลืออนินทรีย์ (Dissolved organic salt) เช่น ทองแดง เหล็ก โพแทสเซียม โซเดียม หรือสังกะสี ฯลฯ หรือสารประกอบของกรดและด่าง

2.4.1.5 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิมีความสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการผลิตน้ำประปา การทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีกับน้ำดิบ มีอัตราเกิดปฏิกิริยาเร็วหรือช้าขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำ เช่น ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำจะต้องการปริมาณคลอรีนน้อยกว่าน้ำอุ่น การที่อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากธรรมชาติอันเนื่องมาจากดินฟ้าอากาศซึ่งเป็นเรื่องปกติที่ แต่ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอาจเกิดจากการที่น้ำได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติ

2.4.2 คุณสมบัติทางด้านเคมี (Chemical Characteristics)

คุณสมบัติทางเคมีเป็นคุณสมบัติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า คุณสมบัติของน้ำที่มีองค์ประกอบของสารเคมีอาศัยหลักการหาโดยปฏิกิริยาเคมี ถูกกำหนดปริมาณโดยข้อบังคับหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องสำหรับการบริโภค ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง เหล็ก แมงกานีส คลอไรด์ ฟลูออไรด์หรือพวกโลหะหนักต่าง ๆ เป็นต้น

2.4.2.1 พีเอช (pH)

การหาค่าพีเอชคือการวัดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน หรือการวัดถึงความสามารถของกรดหรือด่างที่มีปฏิกิริยากับน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออน ใช้เครื่องมือในการวัดที่เรียกว่า พีเอชมีเตอร์ พีเอชมีค่าตั้งแต่ 0-14 น้ำบริสุทธิ์จะมีค่าพีเอชเป็น 7 ภาวะความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำมีผลต่อคุณภาพน้ำ ปกติน้ำธรรมชาติมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.0-8.5 การหาค่าพีเอช ของน้ำช่วยให้เกิดประโยชน์ คือ ช่วยในการควบคุมการกัดกร่อนของน้ำทำให้หาปริมาณการเติมสารเคมีในน้ำได้ถูกต้อง และช่วยควบคุมการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ในกรณีที่พบว่าคุณภาพน้ำมีสภาพเป็นกรดโดยมีค่าพีเอชต่ำกว่า 6.5 อาจใช้โซดาไฟ (NaOH), ปูนขาว ($Ca(OH_2)$), โซดาแอช (Na_2CO_3), โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$), แคลเซียมคาร์บอเนต (Ca_2CO_3), แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แม้ว่าปูนขาวเป็นสารเคมีที่มีราคาถูกแต่สามารถละลายน้ำได้น้อยมากดังนั้นหากใช้สารเคมีจำนวนน้อยในการเพิ่มพีเอช ก็ไม่ควรใช้ปูนขาว แต่

ควรใช้โซดาไฟ (NaOH) ซึ่งละลายน้ำได้ดี แต่ถ้าต้องการปรับพีเอชให้เป็นกลางให้ใกล้เคียง 7 ควรใช้สารประกอบพวกโซดาแอช แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไบคาร์บอเนต ดีกว่าปูนขาวหรือโซดาไฟ เพราะควบคุมระดับพีเอชได้ละเอียดกว่า

2.4.2.2 ความกระด้าง (Hardness)

น้ำกระด้างหมายถึงน้ำที่ทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วทำให้สบู่เกิดฟองได้ยากความกระด้าง เกิดจากน้ำมีไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) คลอไรด์ (Cl^-) และไนเตรต (NO_3^-) รวมตัวกับธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ความกระด้างของน้ำตามธรรมชาติเกิดจากไบคาร์บอเนต และซัลเฟตเป็นส่วนใหญ่ ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร

- ความกระด้างชั่วคราว (Temporary Hardness) หมายถึง น้ำกระด้างที่เกิดจากไบคาร์บอเนต (Carbonate Hardness) ความกระด้างชั่วคราวของน้ำกำจัดออกจากน้ำได้ด้วยการต้มเพื่อให้เกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต

- ความกระด้างถาวร (Permanent Hardness) เป็นความกระด้างของซัลเฟต หรือคลอไรด์ รวมตัวกับแคลเซียมหรือแมกนีเซียมอาจเรียกว่ากระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอเนต (Noncarbonate -Hardness)

ตารางที่ 2.6 ระดับความกระด้างของน้ำ

ประเภทน้ำ	ระดับความกระด้าง (มก./ล ของ $CaCO_3$)
น้ำอ่อน	0-40
น้ำกระด้างพอประมาณ	40-100
น้ำกระด้าง	100-300
น้ำกระด้างมาก	300-500
น้ำกระด้างมากมาก	>500
น้ำดื่มของการประปานครหลวง	ห้ามเกิน 300
น้ำใช้ที่ครอบครัวทั่วไปพอใจ	75-100

2.4.2.3 เหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese)

เหล็กมักพบได้ในแหล่งน้ำทั่วไปโดยเฉพาะน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปเหล็กที่อยู่ในน้ำประปา มักไม่ส่งผลอันตรายต่อผู้บริโภค แต่มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้มีเหล็กไม่เกิน 0.30

มก./ล. ในน้ำประปายอมให้มีเหล็กได้สูงสูงสุดเท่ากับ 1.0 มก./ล. ทั้งนี้เพื่อไม่ให้น้ำประปามีสีสนิมเหล็ก ไม่ให้มีกลิ่นและรส ไม่ให้เกิดคราบที่เครื่องสุขภัณฑ์ และอาจเป็นแหล่งอาหารให้แก่แบคทีเรียที่เจริญขยายพันธุ์ขึ้นในระบบท่อจ่ายน้ำประปา

ส่วนแมงกานีสพบอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป โดยมักพบปะปนอยู่กับเหล็กเสมอ แต่โดยทั่วไปมักมีปริมาณน้อยกว่าแมงกานีสพบในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดิน แมงกานีสอยู่ในน้ำได้ 2 รูปคือ Mn^{+2} และ Mn^{+4} โดยแมงกานีสคงตัวไม่เปลี่ยนรูปง่ายทำให้กำจัดได้ยากกว่าเหล็ก แมงกานีสก่อให้เกิดปัญหาคราบเปื้อนบนเสื้อผ้า และคราบดำ ติดบนเครื่องสุขภัณฑ์ พบว่าแมงกานีสเพียง 0.05 มก./ล. จะเริ่มเกิดปัญหาดังกล่าวแล้ว มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้ ให้มีแมงกานีสไม่เกิน 0.1 มก./ล. ในน้ำประปา และยอมให้มีแมงกานีสได้สูงสุดเท่ากับ 0.5 มก./ล.

ซึ่งเหล็กและแมงกานีสมักจะอยู่คู่กันเสมอ โดยทั่วไปอยู่ในรูปสารไม่ละลายน้ำ (Insoluble form) ถ้าอยู่ในดินและแร่ธาตุจะอยู่ในรูปเฟอริคออกไซด์ (Fe_2O_3) ในดินบางแห่งมีเฟอรัสคาร์บอเนตซึ่งละลายน้ำเล็กน้อย ถ้าน้ำมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ยิ่งทำให้เหล็กในรูปดังกล่าวละลายน้ำได้ดี เหล็กละลายน้ำได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3.5 แมงกานีสมักอยู่ในดินในรูปแมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide) ซึ่งไม่ละลายน้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ละลายน้ำได้โดยเปลี่ยนวาเลนซี (valency) จาก 4 เป็น 2

2.4.2.4 คลอไรด์ (Chloride)

คลอไรด์ที่ละลายอยู่ในน้ำตามธรรมชาติอยู่ในความเข้มข้นแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าน้ำจะไหลผ่านพื้นดินหรือชั้นดินที่มีคลอไรด์อยู่มากเพียงใดโดยเฉพาะในน้ำผิวดินที่ใกล้ปากน้ำ หรือบริเวณที่น้ำทะเลหนุนขึ้นมาถึงได้โดยปกติคลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจเป็นครรชนีของความสกปรกในน้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนียและไนเตรต คลอไรด์มาจากเกลือที่มีอยู่ในปัสสาวะหรือเหงื่อไคลคลอไรด์ของน้ำใต้ดินบริเวณที่มีเกลือสินเธาว์หรือคลอไรด์ของเกลือในน้ำทะเล

2.4.2.5 ไนไตรท์ (Nitrite)

โดยปกติในน้ำธรรมชาติที่ไม่ได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกนั้นจะไม่มีไนไตรท์ละลายอยู่ ไนไตรท์เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในการออกซิเดชันแอมโมเนียได้ไนไตรต์เป็นอันดับแรกก่อนที่จะกลายเป็นไนเตรท

2.4.2.6 ไนเตรท (Nitrate)

มีอยู่ในธรรมชาติในปริมาณน้อยมากอาจเกิดจากพืชหรือสัตว์ที่มีอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ และอาจเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเช่นเดียวกัน การที่ในน้ำมีไนเตรทอาจจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นไนไตรต์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนในน้ำ

2.4.3 คุณสมบัติทางด้านชีวภาพ (Biological Characteristics)

หมายถึงการที่น้ำมีสิ่งมีชีวิตต่าง ๆอยู่ในน้ำซึ่งมีมากมายหลายอย่างตั้งแต่พืชสัตว์ แพลงตอน และจุลินทรีย์ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียจึงให้ข้อมูลเบื้องต้นแสดงการปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำ แบ่งเป็น 2 พวก คือ

1) Pathogenic bacteria พวกนี้ทำให้เกิดโรคโดยตรง อาศัยน้ำเป็นสื่อ เช่น อหิวา บิดมีเชื้อท้องร่วงอย่างแรง เชื้อพวกนี้มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมได้น้อยมักตายได้ง่าย เมื่อออกจากร่างกายมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่น การวิเคราะห์หาค่อนข้างยากลำบากต้องใช้เทคนิคสูงจึงไม่นิยมนำมาเป็นมาตรการตรวจคุณภาพน้ำ เว้นแต่ต้องการตรวจโรคนั้นโดยเฉพาะ

2) Non - Pathogenic bacteria พวกนี้ไม่ทำให้เกิดโรคร้ายแรง พบได้ในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นถึงร้อยละ 95 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมได้ดี ถ้าตรวจพบแสดงว่าน้ำอาจปนเปื้อน (contaminate) กับอุจจาระมาแล้วจึงนิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสกปรกของน้ำและเป็นการชี้เตือนว่าอาจจะมีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายปะปนมาด้วย ในกลุ่มเชื้อพวกนี้ ได้แก่ Coliform group , *Escherichia coli (E.coli)* หรือ *Streptococcus faecalis* เป็นต้น

การประเมินคุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรีย มักใช้จุลินทรีย์ที่สำคัญ 2 กลุ่ม เป็นเครื่องชี้บอก หรือแสดงการปนเปื้อนของแบคทีเรีย กลุ่มของแบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ (ฝ่ายวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

1) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึงกลุ่มของ aerobic และ facultative anaerobic bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่งและสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง และให้ผลเป็นกรดและแก๊ส แบคทีเรียกลุ่มนี้พบทั่วไปในดิน น้ำ อากาศ โดยเฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น เช่น *Escherichia, Enterobacter, Citrobacter* และ *Serratia*

2) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียชนิดนี้สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียสภายในเวลา 24 ชั่วโมง ได้แก่แบคทีเรียในสกุล *Escherichia*

ตารางที่ 2.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	มาตรฐานน้ำประปา
1.คุณลักษณะทางกายภาพ	
สี (colour) , Pt-Co unit	15
ความขุ่น (turbidity) , NTU	5
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.5-8.5
2.คุณลักษณะทางเคมี (mg/l)	
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (total dissolved solids)	600
เหล็ก (Fe)	0.3
แมงกานีส (Mn)	0.4
ทองแดง (Cu)	2
สังกะสี (Zn)	3
ซัลเฟต (SO_4)	250
คลอไรด์ (Cl)	250
ไนเทรต (NO_3) as NO_3	50
3. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา (ต่อ 100 ml.)	
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Bacteria)	ไม่พบ
อี โคไล (E. coli)	ไม่พบ

ที่มา: http://www.pwa.co.th/service/download/pwastandard50-1.pdf

2.5 ระบบผลิตน้ำประปา

จากการที่แหล่งน้ำดิบโดยเฉพาะน้ำผิวดินทั้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นส่วนใหญ่ไม่เหมาะที่จะนำน้ำมาใช้ได้โดยตรงเพราะอาจมีสารเคมีหรือเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในน้ำซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้น้ำได้นั้นจึงให้เกิดระบบผลิตประปาโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

-ต้องการให้มีความสะอาดปลอดภัยในแง่ของสุขภาพอนามัยการบริโภคน้ำสะอาดการใช้น้ำสะอาดในการชำระล้างร่างกาย เสื้อผ้า และภาชนะต่างๆเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดโรค เป็นผลให้ประชาชนมีสุขภาพดี

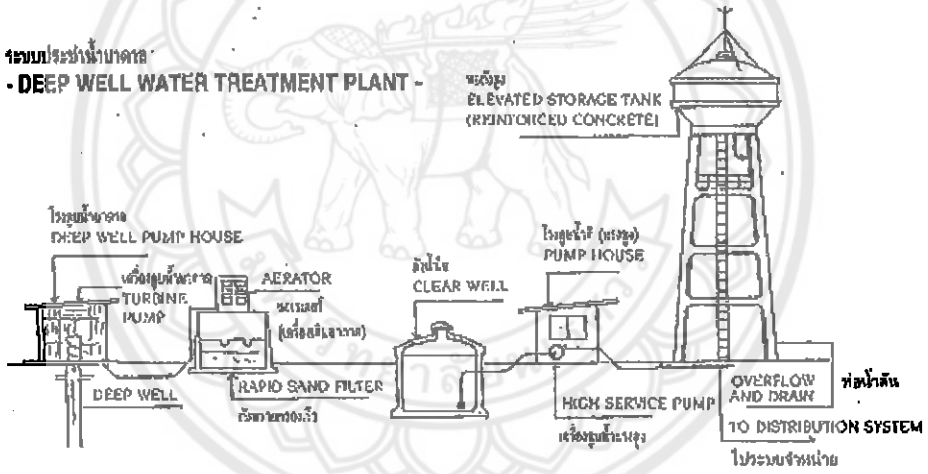
-ต้องการให้น้ำประปามีลักษณะน่าดื่มน่าใช้ โดยน้ำประปาที่ดีต้องใส ปราศจากสี รสดี ไม่มีกลิ่น ไม่เปรอะเปื้อนเครื่องสุขภัณฑ์ ไม่กัดกร่อนท่อและอุปกรณ์ประปา และไม่เป็นตะกรันต่อหม้อต้มน้ำ

-การออกแบบระบบผลิตต้องให้ประหยัดที่สุด ทั้งในด้านการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2.5.1 ประเภทการผลิตประปา

การผลิตน้ำประปาแต่ละแห่งใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปกรรมวิธีในการผลิตจึงขึ้นกับแหล่งน้ำดิบและคุณภาพน้ำนั้น แบ่งได้เป็นดังนี้

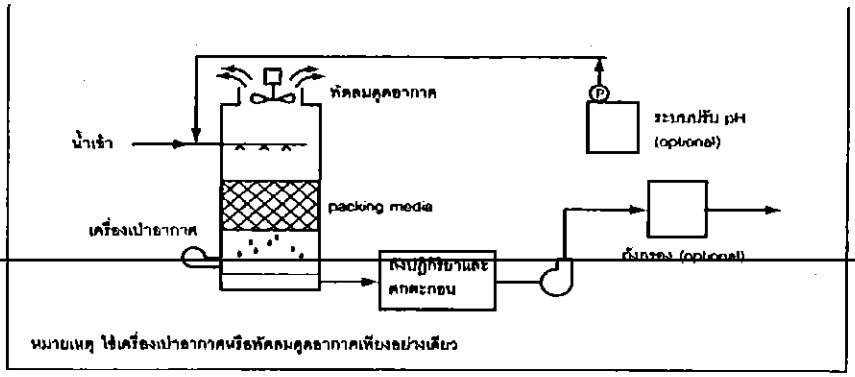
ก.ระบบประปาบาดาล หากสามารถหาแหล่งน้ำใต้ดินที่มีปริมาณเพียงพอและคุณภาพน้ำดีเทียบเท่ากับมาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดไว้ การเลือกใช้น้ำนี้จัดว่าสมควรที่สุดเนื่องจากน้ำมีความสะอาดสูง อาจไม่จำเป็นต้องมีการกำจัดสารปนเปื้อนใดๆ เพียงสูบน้ำไปเก็บไว้ในถังเพื่อจ่ายน้ำต่อไปก็เพียงพอแล้ว แม้ว่าน้ำมีความสะอาดปราศจากเชื้อโรคยังมีคำแนะนำให้ฉีดคลอรีนเข้าสู่เส้นท่อก่อนขึ้นถังเก็บเพื่อช่วยฆ่าเชื้อโรคที่อาจมีตกค้างอยู่ตามท่อประปาดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ระบบประปาบาดาล

ที่มา : อุดร จารุรัตน์ และคณะ , 2542

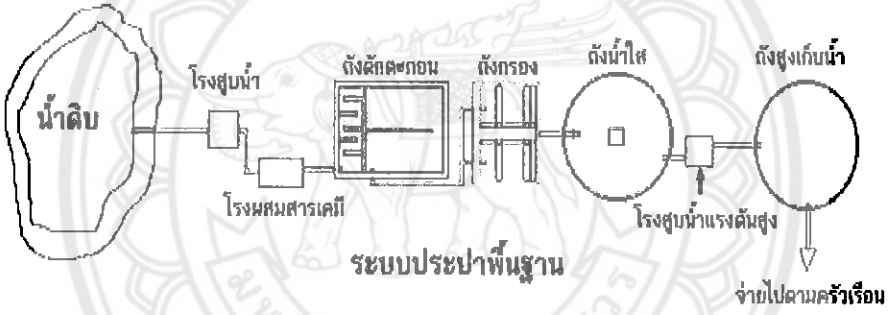
ข.ระบบประปาบาดาลแบบเติมอากาศ หากแหล่งน้ำใต้ดินอยู่ในสภาพที่ไร้ออกซิเจนทำให้มีเหล็ก แมงกานีส คาร์บอนไดออกไซด์หรือไฮโดรเจนซัลไฟต์ ละลายปนอยู่ในน้ำ ต้องทำการกำจัดสารพวกนี้ออก โดยการเติมอากาศ ก๊าซที่ละลายปนมาระเหยออกไป ส่วนเหล็กและแมงกานีสทำปฏิกิริยากับออกซิเจนตกตะกอนได้ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่2.5 ระบบประปาบาดาลที่มีสารปนเปื้อน

ที่มา : http://202.129.59.73/tn/waterIndustry07-54/waterindustry.htm

ค.ระบบประปาอ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบหากไม่ได้รับน้ำทิ้งจากชุมชนจะมีน้ำใสและสะอาดระดับหนึ่ง จึงอาจใช้ระบบทรายกรองช้าโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการตกตะกอนที่มีสารส้มเป็นตัวช่วย ดังรูปที่ 2.6 ระบบนี้เหมาะสำหรับสำหรับน้ำที่มีความขุ่นไม่เกิน 50 มก. /ลิตร.



รูปที่2.6 ระบบประปาอ่างเก็บน้ำหรือน้ำดิบที่มีคุณภาพดี

ที่มา : http://www.pcat.ac.th/

ง.ระบบประปาน้ำผิวดิน ระบบประปาที่ใช้ในชุมชนขนาดใหญ่ส่วนมากใช้น้ำดิบจากแม่น้ำ เนื่องจากต้องการน้ำในปริมาณมาก น้ำแม่น้ำมักจะมีความขุ่นสูงดังนั้นจึงต้องทำให้ตะกอนลดลงก่อนผ่านเข้าสู่ถังกรองระบบทรายกรองเร็ว

กระบวนการผลิตประปาจากน้ำดิบที่มีความขุ่นระดับหนึ่งซึ่งต้องอาศัยกระบวนการต่างๆในการทำน้ำสะอาด อันได้แก่ กระบวนการทางกายภพและกระบวนการทางเคมี เพราะน้ำดิบที่ไหลเข้าสู่โรงผลิตน้ำประปาโดยมากเป็นเศษใบไม้ ซากสัตว์เน่าเปื่อย รวมทั้งตะกอนที่อยู่ในน้ำด้วย ดังนั้นจึงต้องมีระบบต่อไปนี้

ก. ตะแกรง (Screening) น้ำดิบที่มาจากแหล่งน้ำผิวดินโดยเฉพาะแม่น้ำ ลำคลอง มักมีสิ่งเจือปนเป็นตะกอนขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ ถุงพลาสติก ตลอดจนสารแขวนลอยต่างๆอันเป็นเหตุให้น้ำขุ่น เมื่อสูบน้ำเข้าสู่ระบบสารแขวนลอยขนาดใหญ่เหล่านี้อาจไปอุดตันที่กะโหลกของเครื่องสูบน้ำเป็น

เหตุให้เครื่องสูบน้ำได้รับความเสียหายได้ จึงต้องมีการกำจัดสิ่งเหล่านี้ออกก่อน โดยใช้ตะแกรงซึ่งมี 2 แบบ ดังนี้

-ตะแกรงหยาบ (Bar Screen) ใช้กำจัดวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ตะแกรงอาจใช้เหล็กกลมหรือเหล็กเหลี่ยมขนาด 25 มม. วางห่างกันประมาณ 1-2 นิ้ว เอียงทำมุม 45 องศากับแนวดิ่ง

-ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ใช้กำจัดวัตถุที่มีขนาดเล็ก ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในระบบประปา

ข.การสร้างตะกอน (Coagulation-Flocculation)

กระบวนการนี้เป็นที่มีความสำคัญมากในงานผลิตประปา โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

-กำจัดความขุ่นทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

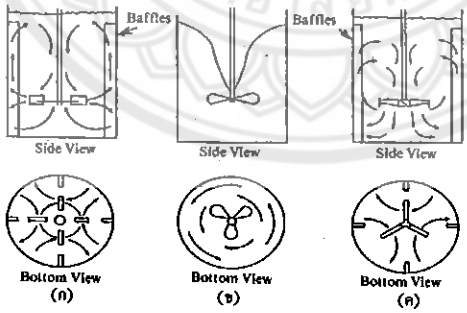
-กำจัดสี

-กำจัดสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นและรส

กระบวนการนี้เกิดการกวนเร็วและกวนช้ารวมกันเรียกว่า กระบวนการสร้างตะกอน (Coagulation) เพื่อให้ตะกอนที่เป็นอนุเล็กๆมารวมกัน โดยใช้สารเคมีช่วยกลายเป็นตะกอนขนาดใหญ่ และตกตะกอนในถังตกตะกอน

ค.ถังกวนเร็ว (Rapid Mixing Tank) ใช้สำหรับทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลอยด์ โดยเติมสารเคมีเข้าไปแล้วทำให้สารเคมีกระจายเข้ากับน้ำดิบได้อย่างทั่วถึงภายในเวลาอันรวดเร็ว สารเคมีที่ใช้ในการกวนเร็ว ได้แก่ สารส้ม เหล็กซัลเฟส หรือ แมกนีเซียมคาร์บอเนต การกวนเร็ว ทำได้หลายวิธีดังนี้

-การกวน โดยใช้เครื่องจักรกลหรือใบพัด วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมที่สุดเนื่องจากแรงเสียดทานมีค่าน้อยและไม่มีผลกระทบจากความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำ ดังรูปที่ 2.7



ถังกวนเร็วแบบใช้ใบพัด (ก) ใบพัดแบบเทอร์ไบน์ (ข) ใบพัดแบบใบพัดเรือ (Propeller) (ค) ใบพัดแบบใบพาย หรือใบแบน (Paddle)

รูปที่ 2.7 ถังกวนเร็ว

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ ,2542

ในการคำนวณออกแบบถังกวนเร็ว ถ้าใช้เครื่องกวนสามารถคำนวณหากำลังงานที่ต้องการของเครื่องกวนได้จากสมการที่ 2.1

$$P = \mu VG^2 \qquad (2.1)$$

เมื่อ P = กำลังงานที่ต้องใช้, วัตต์

μ = ค่า Dynamic viscosity ของของเหลวที่ถูกกวน, นิวตัน.วินาที/ม^2

V = ปริมาตรของของเหลวในถังผสม, ลบ.ม.

G = ค่าความลาดชันความเร็ว (Velocity gradient) ต่อวินาที

การกวนเร็วนั้นขึ้นกับค่า velocity gradient (G) เป็นอย่างมาก ถ้ามีการกวนเร็วหรือช้าเกินไปน้ำบางส่วนจะสัมผัสกับสารเคมีมากเกินไปและบางส่วนจะไม่สัมผัสกับสารเคมีเลย ถ้ากวนแรงมากไป ฟลอกที่เกิดขึ้นแล้วจะแตกออกหลุดเป็นอนุภาคคอลลอยด์อีก

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์ออกแบบถังกวนเร็ว

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ค่า G, ต่อวินาที	300 – 1500
เวลาเก็บกักของน้ำในถังกวนเร็ว (t), วินาที	20 – 60
ค่า Gt ,ไม่มีหน่วย	30,000 – 60,000
กำลังงานที่ต้องใช้,วัตต์/ลบ.ม. ของถังกวนเร็ว	4 - 8

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

ง. ถังกวนช้า (Flocculation Tank)

การกวนช้าเป็นกระบวนการที่ทำให้ตะกอนเคมีระบบเป็นตะกอนขนาดใหญ่ที่อยู่ในสภาพที่เสถียรมากขึ้น โดยทำปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีพิจารณาจากองค์ประกอบหลายประการ อาทิ ค่าการละลายที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ความสามารถในการทำปฏิกิริยากับคอลลอยด์อยู่ในน้ำ จนเกิดเป็นตะกอนที่ง่ายต่อการแยกเอาออกจากน้ำด้วยกระบวนการตกตะกอน ประกอบด้วยขั้นตอนของการทำลายเสถียรภาพของตะกอนเดิมก่อนด้วยการกวนร็ว จากนั้นจึงปล่อยให้เกิดการสร้างตะกอนใหม่ด้วยการกวนช้าจนได้เป็นตะกอนขนาดใหญ่ แล้วแยกออกจากน้ำด้วยกระบวนการตกตะกอน

เมื่อสารเคมีกับน้ำผสมกันดีแล้วในถังกวนเร็ว น้ำจะไหลเข้าสู่ถังกวนช้า เพื่อให้สารละลายเคมีมีโอกาสจับตะกอนแขวนลอยต่าง ๆ ในน้ำดิบ มีผลให้ตะกอนต่างๆ มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เรียกว่า ฟล็อก การเกิดฟล็อกจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- ปริมาณของสารตะกอน
- ขนาดของสารตะกอน

- อัตราเร็วของการรวมตัวกันระหว่างประจุบวกกับประจุลบ
- ความสามารถในการเกาะจับตัวกันระหว่างสารเคมีกับตะกอน
- ระดับการกวน เช่น ดูค่าของ Gt หรือ G
- อุณหภูมิของน้ำ
- ความหนาแน่นของน้ำ
- ปริมาณสารเคมีที่ใส่ลงในถังผสมเร็ว

จากปัจจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบการกวนช้ามีปัจจัยต้องคำนึงถึงมากกว่าของระบบ กวนเร็ว ดังนั้นการทดลองเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับช่วยในการวิเคราะห์ระบบกวนช้า ถังกวนช้าได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบใช้แผ่นกวน และแบบใช้แผ่นกั้นขวางวางสลับกัน

ถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกวน

สมการที่ 2.2ใช้ในการคำนวณออกแบบถังกวนช้า แบบใช้แผ่นกวน

$$P = \frac{1}{2}C_D A \rho v^3 \qquad (2.2)$$

เมื่อ P = กำลังที่ต้องการใช้, วัตต์

C_D = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่วง (สำหรับแผ่นกวนแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่าเท่ากับ 1.8)

A = พื้นที่แผ่นกวน, กก./ม^3

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ, กก./ม^3

V = ความเร็วสัมพันธ์ของแผ่นกวนในของเหลว , ม./วินาที

[0.7 – 0.8 เท่าของความเร็วหมุนของแผ่นกวน(V_P)]

และใช้สมการข้างต้น เพื่อคำนวณค่า G เหมาะสมโดยตารางที่เหมาะสมโดยตารางที่ 2.9ได้แสดงเกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกวน

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกวน

เกณฑ์การออกแบบ	ค่าออกแบบ
ค่า G, ต่อวินาที	20 – 75
เวลาเก็บกักของน้ำในถังผสม (t), นาที	15 – 30
ค่า Gt , ไม่มีหน่วย	$10^4 – 10^5$
ความเร็วหมุนของแผ่นกวน (V_P) , ม.ต่อวินาที	0.6 -0.9

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2549

ถังผสมช้าแบบใช้แผ่นกั้นขวางสลับกัน

สมการที่ 2.3ใช้ในการคำนวณหาค่า G โดยถ้ามีการผสมมากๆ จะมีค่า G ประมาณ 100 ต่อนาที และถ้ามีการผสมน้อยมากจะมีค่า G ประมาณ 20 ต่อนาที โดยตารางที่ 2.10ได้แสดงเกณฑ์การออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกั้นขวางวางสลับกัน

$$G = \left(\frac{\rho g h_L}{\mu t}\right)^{0.5} \qquad (2.3)$$

เมื่อ G = ค่า Velocity gradient, ต่อวินาที

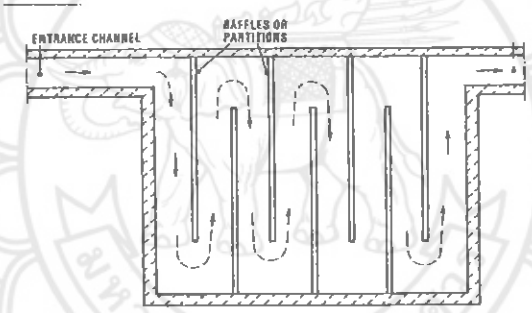
ρ = ความหนาแน่นของของเหลว, กก./ลบ.ม.

hL = ค่าสูญเสียความดันของถังผสมช้า, ม.

g = 9.81 ม./วินาที²

μ = ค่า Dynamic Viscosity ของของเหลวใด ๆ ที่ถูกผสม, นิวตัน.วินาที/ ม²

t = เวลาเก็บกัก, วินาที



รูปที่2.8 ถังกวนช้าแบบแผ่นกั้น

ที่มา : ดร. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์,2542

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์ออกแบบถังกวนช้าแบบใช้แผ่นกั้นขวางวางสลับกัน

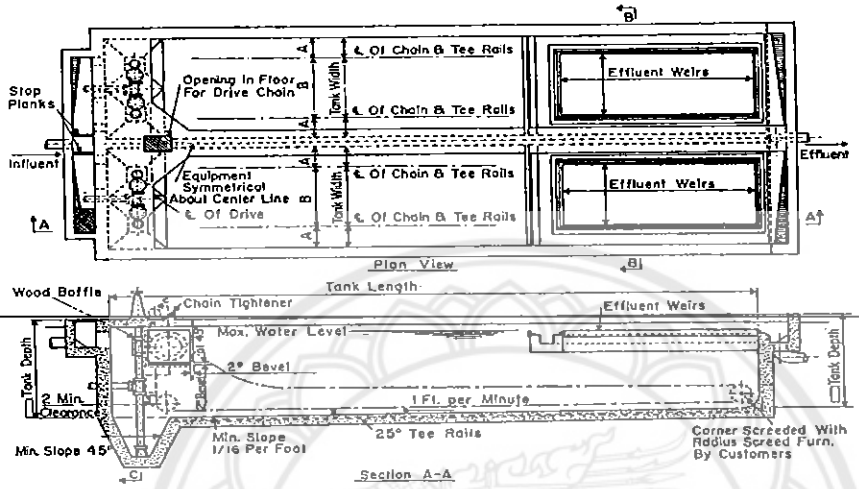
เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ค่า G, ต่อวินาที	20-50
เวลาเก็บกักของน้ำในถัง (t), นาที	20-50
ความเร็วของน้ำไหลภายในถังกวนช้า, ม.ต่อวินาที	0.15-0.45
ระยะห่างระหว่างแผ่นกั้น, ซม.	มากกว่า 45
ความลึกของถังแบบไหลแนวนอน, ม.	มากกว่า 0.90
ค่าสูญเสียความดันของถัง (h_L), ม.	0.004-0.035

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

จ.ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

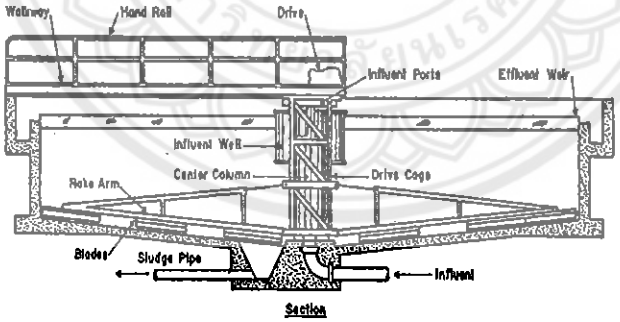
การตกตะกอนในระบบผลิตน้ำประปา ทำหน้าที่ 2 ส่วน คือแยกตะกอนออกจากน้ำ ทำให้น้ำใสและสูบตะกอนที่อยู่ก้นถังออกถังตะกอนแบ่งออกตามลักษณะทิศทางการไหลของน้ำ ดังนี้

ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน (Horizontal flow) โดยมากจะเป็นถังรูปตะกอนสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวนอน

ถังตกตะกอนแบบไหลในแนวดิ่ง (Vertical flow) โดยมาจะเป็นถังตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและทรงกลม ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ถังตกตะกอนในแนวดิ่ง

ที่มา :ดร. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, *2542*

ค่าเกณฑ์ออกแบบของถังตกตะกอนประเภทต่าง ๆ แสดงในตารางที่2.11 -2.12

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์ออกแบบถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ความกว้างของถัง, ม.	1.50-7.50
ความกว้าง : ความยาว, ม./ม.	1:3-5
ความยาวของถัง (ทั่วไป), ม.	30.00
ความยาวของถัง (ยาวที่สุด), ม.	75.00
ความลึกของน้ำในถัง (ตื้นที่สุด), ม.	2.50
ความลึกของน้ำในถัง, ม.	3.00-5.50
ความเร็วของน้ำไหลในแนวนอน (มากที่สุด), ม./นาที	0.15
ระยะห่างระหว่างแผ่นกั้นกับผิวกำแพงทางเข้า, เท่าของความยาวถังความ	0.05-0.10
ลาดของพื้นก้นถัง, ม./ม.	0.01
อัตราน้ำล้นฝาย, ลบ.ม./(ม^2.วัน)	143-179
- ปริมาณตะกอนสารส้มน้อย (น้ำดิบมีความขุ่นน้อย)	180-268
- ปริมาณตะกอนสารส้มมาก (น้ำดิบมีความขุ่นมาก)	269-322
- ปริมาณปูนขาวมาก (กำจัดความกระด้าง)	
อัตราน้ำล้นถัง, ลบ.ม./(ม^2.วัน)	
- ฟล็อกจากสารส้มหรือเหล็ก	14-22
- ฟล็อกจากปูนขาว	23-82
เวลาเก็บกักน้ำ, ชม.	
- ฟล็อกจากสารส้มหรือเหล็ก	2-4
- ฟล็อกจากปูนขาว	1-2

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

ตารางที่ 2.12 เกณฑ์ออกแบบถังตะกอนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปทรงกลม

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ขนาดกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง, ม.	<45
ความลาดของพื้นก้นถังแบบใช้เครื่องกวาดตะกอน, ม./ม.	0.60-0.61
ความลาดของพื้นก้นถังแบบไม่ใช้เครื่องกวาดตะกอน, องศา	45-65
อัตราน้ำล้นของถังขนาดไม่เกิน 0.35 ลบ.ม. ต่อนาที,$ม^3/(ม^2.วัน)$	12-24
อัตราน้ำล้นของถังขนาดเกิน 0.35 ลบ.ม. ต่อนาที,$ม^3/(ม^2.วัน)$	30-45
ความลึกของน้ำในถัง,ม.	3-5
เวลาตกตะกอน, ชม.	1-3
อัตราน้ำล้นฝาย, ลบ.ม./(ม.วัน)	170
รางน้ำล้นห่างจากขอบถัง, เท่าของขนาดรัศมีถัง	0.15-0.20

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.5.3 การกรองน้ำ

การทำให้น้ำสะอาดโดยวิธีกรองเป็นขั้นสุดท้ายที่กำจัดสารซึ่งไม่สามารถตกตะกอนได้โดยการกักสารเหล่านั้นไว้บนผิวหน้าของสารกรอง (Filter media) แต่ยอมให้น้ำเท่านั้นผ่านช่องว่าง (void) ของตัวกรอง ดังนั้นสารแขวนลอยต่างๆ เช่น ตะกอนเบาที่ไม่ยอมตกตะกอน สารคอลลอยด์ ตะกอนของเหล็กแมงกานีส สาหร่าย แบคทีเรีย และไวรัส จะถูกกัก

ตารางที่ 2.13 ขนาดของอนุภาคและวัตถุต่างๆ ที่กรองได้

อนุภาคและวัตถุต่างๆ	ขนาด (มิลลิไมครอน)
ตะกอนต่างๆ (Silt)	50,000
แบคทีเรีย	5,000
ไวรัส	50
อนุภาคคอลลอยด์	1 – 1,000

ที่มา : ณรงค์ วุทธเสถียร, 2540

การกรองน้ำเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ

1. การกรองแบบติดผิวชั้นกรอง (Surface Filtration) ตะกอนแขวนลอยหรือความขุ่นที่ถูกดักจับและติดค้างอยู่บนผิวของสารกรองอาจเป็น ผ้าแผ่นใยสังเคราะห์ แท่งกรอง เครื่องกรองที่อาศัยหลักการกรองแบบติดผิว แบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด

- เครื่องกรองแบบใช้แผ่นกรอง อาจจะเป็นผ้า หรือโลหะ หรือแผ่นใยสังเคราะห์

- เครื่องกรองแบบใช้แท่งกรอง มักเป็นแท่งวัสดุที่มีรูพรุนขนาดเล็ก ยอมให้น้ำไหลผ่านเท่านั้น ตะกอนความขุ่นต่างๆจะติดค้างอยู่บนผิวแท่งกรอง เช่น เครื่องกรองน้ำสำเร็จที่จำหน่ายเพื่อให้ไปติดที่หัวก๊อกน้ำประปาที่บ้าน
- เครื่องกรองน้ำแบบที่มีสารกรองชั่วคราว เครื่องกรองน้ำทั้งสองแบบที่กล่าวไปข้างต้นเป็นแบบถาวร อาจล้างแล้วใช้ใหม่ได้ในกรณีที่สกปรก แต่เครื่องกรองน้ำชนิดนี้ใช้สารกรองที่เตรียมจากสารที่นิยมใช้ เช่น Diatomaceous Earth และPerlite เมื่อใช้จนหมดประสิทธิภาพแล้วจะทิ้งไป

2. การกรองแบบติดค้างในชั้นกรอง (In-Depth Filtration) เป็นการกรองน้ำแบบธรรมดาที่ใช้กันในโรงผลิตน้ำประปา สารกรองที่นิยมใช้คือทราย

คุณสมบัติสารกรองที่ดี ควรมีคุณสมบัติดังนี้

-ไม่ทำให้น้ำที่ผ่านสารกรองออกไปเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

-ดักและจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยเหล่านี้ไว้อย่างพอเหมาะ ง่ายในการล้างย้อน

-สามารถดักจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยไว้ได้มากที่สุด โดยไม่อุดตันได้ง่าย

2.5.3.1 ชนิดของสารกรอง

1.ทรายละเอียด (Fine Sand)

ทรายที่ใช้เป็นสารกรองส่วนใหญ่เป็นทรายซิลิกา (Silica) มีความถ่วงจำเพาะอยู่ที่ประมาณ 2.65 ขนาดที่ใช้ประมาณ 0.5 มิลลิเมตร แต่ในบางกรณีใช้ไม่ได้เพราะซิลิกาละลายน้ำ เกิดปัญหาในการใช้งาน นอกจากนี้ กรวดและทรายที่ใช้เป็นสารกรองต้องไม่มีหินปูน (Limestone) ละลายน้ำได้ดีปะปนอยู่ เพราะเมื่อใช้ในการกรองมีการล้างและกวนจะทำให้สึกกร่อนขนาดเล็กลงได้ วิธีทดสอบหินปูนในกรวดและทรายทำโดยแช่ในกรดเกลือเข้มข้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีน้ำหนักหายไปไม่ควรเกินร้อยละ 5

2.ถ่านแอนทราไซต์ (Antracite Coal)

ถ่านแอนทราไซต์ใช้ในกรณีที่ใช้ทรายเป็นสารกรองไม่ได้เพราะปล่อยซิลิกาออกมา เพราะความร้อนและความเป็นด่างสูง ถ่านแอนทราไซต์ที่มีขนาดเท่ากับทรายละเอียดจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน ถ่านแอนทราไซต์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมีขนาดประสิทธิผล(Effective size : E.S.) ใหญ่ และความสม่ำเสมอของเม็ดสารกรอง (Uniformity coefficient: U.C.) มีค่ามาก ถ่านแอนทราไซต์มีข้อดีคือ ดักจับตะกอนและอนุภาคต่างๆ ได้มากกว่าทราย เพราะมีรูปร่างเกลี้ยงกลมกว่าใช้น้ำล้างย้อนน้อยลง ยืดอายุการใช้งานของถังกรอง สามารถกรองได้ที่อัตราการกรองสูงขึ้น

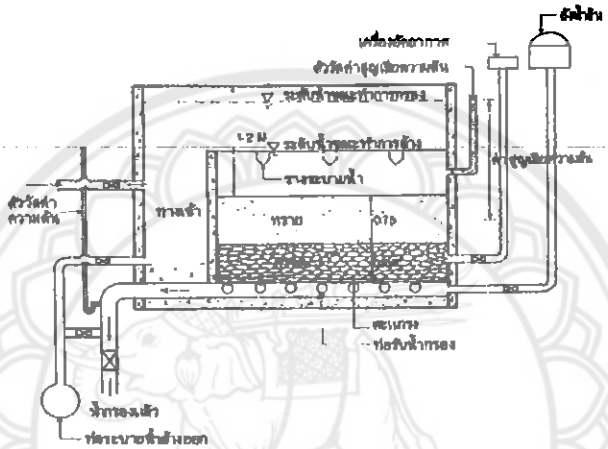
3.ถ่าน (Activated Carbon)

สามารถขจัดสารอินทรีย์ในน้ำได้โดยการดูดซึม (Adsorption) การดูดซึมเกิดบนพื้นที่ผิวของถ่าน ซึ่งมีค่าประมาณ 500 – 1,400 ตารางเมตรต่อกรัม ถ่านนี้สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ก่อให้เกิดกลิ่น รส และสีในน้ำได้ดี เพราะบนพื้นที่ผิวมีรูพรุนอยู่มากมาย รูพรุนนี้มีขนาดเท่ากับโมเลกุลของสาร

2.5.3.2 ประเภทของถังกรองแบบกรองติดค้างในชั้นกรอง

1.ถังกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)

ถังกรองเร็วมีอัตราการกรองประมาณ 5- 7.5 ม.^{3}/ม.^{2}- ชั่วโมง การทำความสะอาดถังกรองเร็วสามารถกระทำโดยปล่อยให้น้ำไหลย้อนทิศทางกรอง คือ ให้น้ำสะอาดไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ชั้นกรองจะขยายตัวทำให้เกิดมีช่องว่างเพิ่มขึ้น ความขุ่นที่จับอยู่ภายในหลุดออกไปกับน้ำสะอาด การล้างย้อนจะได้ผลดียิ่งขึ้นถ้าช่วยให้เม็ดทรายเสียดสีกัน เพื่อขจัดเอาความสกปรกที่จับอยู่บนผิวทรายให้หลุดออกไปการฉีดลมหรือน้ำที่มีแรงดันสูงไป



รูปที่2.11 ถังกรองเร็ว

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

วิธีการกรองเร็วมี 2 ลักษณะ คือ

1. การกรองโดยตรง (Direct Filtration) ที่ไม่ต้องกำจัดความขุ่นออกก่อนด้วยขบวนการโคแอกกูเลชันและการตกตะกอน การกรองโดยตรงอาจเติมสารเคมีให้กับน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองหรือไม่ก็ได้ การกรองโดยตรงที่ไม่ใช้สารเคมี จำเป็นต้องให้แน่ใจว่าคุณภาพของน้ำไม่แปรปรวนและต้องไม่ขุ่นจนเกินไปมิฉะนั้นจะเกิดปัญหาอุดตันเร็ว และได้น้ำที่มีคุณภาพเลว ส่วนการกรองโดยตรงที่ใช้สารเคมีเป็นการใส่สารเคมีให้กับน้ำก่อนเข้าเครื่องกรอง ต้องแน่ใจว่าเกิดการกวนเร็ว (Rapid Mixing) ก่อนการกรอง ทั้งนี้เพราะการเติมสารเคมีเพื่อทำลายความคงตัว (Destabilization) ของความขุ่น เป็นผลให้การดูดติดผิวระหว่างความขุ่นกับสารกรอง หรือความขุ่นกับความขุ่นเกิดขึ้นได้แน่นอน ดังนั้นสารเคมีที่นิยมจึงเป็นโคแอกกูแลนท์ต่างๆ เช่น สารส้ม แต่อาจทำให้ชั้นทรายเหนียวและจับกันมากเกินไป จนเป็นเหตุให้อุดตันเร็วและล้างได้ยาก อาจจำเป็นต้องมีการปรับพีเอชก่อน หรือเติมโคแอกกูแลนท์เอด (Coagulant- aid) เช่น สารโพลีเมอร์แต่มักมีข้อเสียคือทำให้การล้างถังกรองทำได้ยากขึ้นการใช้แรงลมหรือฉีดน้ำที่ผิวหน้าของชั้นกรองเพื่อช่วยการขัดสีของเม็ดทรายมักเป็นสิ่งจำเป็นในกรณีนี้

2. เป็นการกรองตะกอนโดยใช้น้ำดิบที่ผ่านขบวนการโคแอกกูเลชัน และตกตะกอนเร็ว โรงงานผลิตน้ำประปาส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้ถังกรองทรายแบบกรองเร็ว จนอาจถือได้ว่าถังกรองแบบนี้เป็นอุปกรณ์มาตรฐานของการผลิตน้ำถังกรองมักมีทรายเป็นสารกรองและมีการเรียงขนาดจากละเอียดไปหาหยาบ น้ำไหลจากบนลงล่าง นอกจากเวลาล้างถังกรอง โดยปกติเป็นแบบถังเปิด-ฝาน้ำไหลด้วยแรงธรรมชาติ แต่ในบางครั้งเพื่อลดขนาดของถังกรองโดยเฉพาะในด้านความสูง ถังกรองอาจออกแบบให้เป็นแบบถังปิด เพื่อให้การกรองเกิดขึ้นภายใต้แรงดันที่สูงกว่าบรรยากาศปรกติ ลักษณะเช่นนี้ทำให้ถังกรองไม่จำเป็นต้องมีความสูงมากเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตน้ำขึ้นมาใช้เอง โดยปกติการตรวจสอบสภาพของสารกรองที่อยู่ภายในถังความดัน ไม่อาจกระทำได้ง่ายการทำงานภายใต้แรงดันสูงทำให้อาจมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้นกับสารกรองในกรณีที่เกิดการสูญเสียหรือลดความดันอย่างกระทันหันในด้านทางน้ำออกของถังกรอระบบประปาสำหรับชุมชนจึงไม่ได้ให้ความเชื่อถือกับถังกรองที่ทำงานภายใต้แรงดันสูง และทำให้ถัง-กรองแบบมีความดันถูกจำกัดให้ใช้เฉพาะกับน้ำที่มีความขุ่นน้อย

ตารางที่ 2.14 เกณฑ์การออกแบบถังกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ความหนาชั้นทราย, ม. (ชั้นบน)	0.4 – 0.7
ความหนาชั้นกรวด, ม. (ชั้นล่าง)	0.3 – 0.6
ระดับน้ำเหนือชั้นทราย, ม.	0.9 – 1.50
อัตรากรองน้ำ, ม³ / (ม² ชม)	4 -6
ค่าสูญเสียความดันที่ควรหยุดทำงานเพื่อการล้างชั้นกรอง, ม	2.50
ระยะเวลาที่เครื่องกรองทำงานก่อนที่จะหยุดทำงาน, ชม.	6 – 24
ระยะเวลาในการกรองล้างชั้นกรอง, นาที	5 – 10
อัตราล้างชั้นกรอง, ม³ / (ม²วัน)	800 – 900
พื้นที่ผิวของเครื่องกรองแต่ละชุดมากที่สุด, ม²	100

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.5.3.3 การเดินระบบกรองน้ำ

ระหว่างการผลิตน้ำให้ตรวจการทำงานของระบบกรองน้ำโดยการตรวจวัดค่า Head Loss ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการอุดตันของระบบกรองน้ำซึ่งแตกต่างกันตามรูปแบบของถังกรองน้ำ เช่น ถังกรองเร็ว กำหนดค่า head lossไว้ที่ประมาณ 1.3 ถึง 1.8 เมตรน้ำแล้วให้ทำการ backwash เพื่อล้างถังกรองน้ำและคุณภาพของน้ำที่ออกจากถังกรอง นอกจากขึ้นกับคุณภาพของน้ำที่เข้าสู่ถังกรองแล้ว ยังขึ้นกับประสิทธิภาพของถังกรองด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของถังกรอง ได้แก่

- ขนาดของเม็ดทรายหรือแอนทราไซต์
- ความสูงของชั้นทรายหรือแอนทราไซต์
- อัตราเร็วในการกรอง
- น้ำออกจากถังกรอง

โดยปกติมีระยะเวลาการเดินระบบประมาณ 24–48 ชั่วโมงแล้วจึงหยุดเดินระบบเพื่อทำการล้าง

2.5.3.4 การทำความสะอาดถังกรองน้ำ

การล้างทำความสะอาดถังกรองน้ำทำได้โดยการใช้น้ำล้างย้อนกลับภายใต้ความดันที่พอเพียงให้สิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในชั้นกรองหลุดออกมา

2.5.3.5ระบบการล้างสารกรองในชั้นกรอง

การล้างสารกรองในชั้นกรองมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี

- ใช้น้ำล้างสารกรองเพียงอย่างเดียวพยายามทำให้สารกรองในชั้นกรองลอยกระจัดกระจายขึ้นมา เพื่อให้ตะกอนที่สะสมอยู่ในชั้นกรองหลุดลอยออกมาได้ โดยพยายามออกแบบให้ได้ค่าความพรุนของชั้นกรองขณะที่กำลังลอยขึ้นมาประมาณ 0.68 – 0.71
- ใช้น้ำล้างสารกรองพร้อมกับมีระบบชะล้างสารกรองบริเวณผิวบนของชั้นสาร เพื่อให้แน่ใจได้ว่าการล้างสารกรองเป็นไปตามที่ต้องการทำการชะล้างผิวบนของชั้นกรองประมาณ 1-2 นาที จากนั้นจึงล้างสารกรองอัตราการชะล้างผิวบนของสารกรองควรมีประมาณ 1.2-2.4 ลบ.ม./(ตร.ม.ชม.)
- ใช้น้ำล้างสารกรองพร้อมกับมีระบบพ่นอากาศเพื่อช่วยในการขัดถูให้ตะกอนหลุดออกจากชั้นกรองได้ง่ายขึ้นพ่นอากาศเข้าไปในชั้นกรองประมาณ 3-4นาที ก่อนการล้างสารกรองด้วยวิธีปกติ อัตราการพ่นอากาศประมาณ 10-16 ลบ.ม./(ตร.ม.นาที)
- ใช้น้ำล้างรวมกับพ่นอากาศ ระบบนี้ใช้น้ำและอากาศพ่นพร้อมกันเข้าไปในชั้นกรองประมาณ 2-3 นาที หลังจากการล้างสารกรองนี้แล้วจำเป็นต้องล้างสารกรองอีกประมาณ 2-3 นาที ด้วยน้ำเพื่อไล่ฟองอากาศที่ยังหลงเหลืออยู่ภายในชั้นกรองออกจากสารกรอง

2.5.4 การฆ่าเชื้อโรค

การฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำประปา โดยมากเป็นกระบวนการสุดท้ายภายหลังการกรองน้ำ ซึ่งมักเลือกใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา แต่ในต่างประเทศได้เปลี่ยนไปเลือกใช้โอโซน สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ มี 2 วิธี Disinfection คือการฆ่าจุลินทรีย์ที่เป็นต้นเหตุของโรคต่างๆ และ Sterilization คือการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดที่อยู่ในน้ำทั้งที่เกิดและไม่เกิดโรคการทำ Sterilization ให้กับน้ำประปาไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากระบบประปาจึงทำการฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยวิธี Disinfection สารที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคเรียกว่า Disinfectant ได้แก่ ก๊าซคลอรีน หรือสารประกอบคลอรีนอื่นๆ โอโซน โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต และอื่นๆ นอกจากนี้การฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อนและแสงอัลตราไวโอเลต ก็จัดอยู่ในแบบวิธี Disinfection

2.5.4.1 วิธีการฆ่าเชื้อโรค

กระบวนการฆ่าเชื้อโรค แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ทางกายภาพ ได้แก่ การใช้รังสียูวี ความร้อน

2. ทางเคมี ได้แก่ การเติมคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอในการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีทางเคมี คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณน้ำที่นำมาบำบัด และปริมาณของเชื้อโรคที่มีอยู่ในแหล่งน้ำรวมทั้งการคาดการณ์เกี่ยวกับปริมาณเชื้อโรคที่อาจจะมีในท่อส่งน้ำประปา เป็นต้น

2.5.4.2 ชนิดของคลอรีน

คลอรีนเป็นสารเคมีที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรคอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์และฆ่าเชื้อโรคได้ดีในช่วงพีเอชของน้ำประปาอยู่ระหว่าง 6.5-8.0 อีกทั้งยังมีปริมาณคงเหลือเพื่อให้สามารถทำปฏิกิริยากำจัดสิ่งปนเปื้อนที่อาจเข้าสู่ระบบเส้นท่อการประปานครหลวงจึงได้ควบคุมปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในทุกพื้นที่บริการให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.2 มก./ล.เพื่อเป็นการยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรคตลอดทุกขั้นตอนนับจากกระบวนการผลิตจนถึงการนำส่งผู้บริโภค ราคาไม่แพง ไม่เป็นที่รังเกียจ แต่มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย สารคลอรีนโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือชนิดก๊าซและชนิดผง

1. ก๊าซคลอรีน

มีสีเหลืองแกมเขียว มีความหนาแน่นประมาณ 2.5 เท่าของอากาศเมื่อเป็นของเหลวจะมีสีเหลืองอำพัน มีความหนาแน่นเป็น 1.44 เท่าของน้ำเป็นอันตรายต่อปอดและเนื้อเยื่อต่างๆ โดยจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ เยื่อบุจมูก และผิวหนังผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการสัมผัสกับก๊าซคลอรีนเริ่มเห็นได้ชัดเจนที่ความเข้มข้น 5-10 พีพีเอ็ม ทำให้การหายใจติดขัด น้ำตาไหล ระคายเคืองผิวหนัง ระคายเคืองปอด และเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้น เช่นที่1,000 พีพีเอ็ม จะทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความระมัดระวัง และมีผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและควบคุมการทำงาน คลอรีนไม่ไหม้ไฟแต่ช่วย

ในการสันดาปเหมือนออกซิเจนก๊าซคลอรีนทำปฏิกิริยารุนแรงกับไขมัน แอมโมเนีย เทอร์เพนไทน์ และไฮโดรคาร์บอน ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ไม่กัดกร่อน(Corrosive) เมื่อแห้ง

2. คลอรีนผง

คลอรีนผง มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด คือ

- แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (Calcium hypochlorite) เป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ดีสูตรเคมี คือ $Ca(ocl)_2$ มีความเข้มข้นระหว่าง 60-70% โดยน้ำหนัก คลอรีนผงชนิดนี้หาได้ง่าย ราคาไม่แพง ไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยงอย่างรุนแรง ไม่ทำให้เสียรสชาติ
ฆ่าเชื้อโรคในเวลาไม่นานเกินไป และยังคงมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคต่อไปได้อีก สะดวกต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด

- โซเดียมไฮโปรคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) เป็นสารละลายใส สีเหลืองอมเขียวมีสูตรทางเคมี คือ NaOCl ความเข้มข้นประมาณ 16% โดยน้ำหนัก มีความเสถียรน้อยกว่าแคลเซียมไฮโปรคลอไรต์ ทำให้เสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว จึงควรเก็บไว้ในที่มืดและอุณหภูมิไม่สูงกว่า 30 °C อายุในการเก็บไม่ควรเกิน 60-90 วัน สำหรับสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรต์ เมื่ออยู่ในสภาวะ pH ต่ำ จะระเหยเป็นหมอกคลอรีนและระเบิดได้

- ปูนคลอไรด์ (Chlorinated Lime หรือ Chloride of Lime หรือ Bleaching Powder) หรือเรียกว่า "ผงฟอกสี" มีสูตรทางเคมี คือ $Ca(ocl)_2$ ผลิตได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างคลอรีนและปูนขาว มีความเข้มข้นประมาณ 35% โดยน้ำหนัก

ไม่ว่าจะทำการเติมสารคลอรีนในรูปใดก็ตามสิ่งที่ต้องการ คือ ปริมาณสารเคมีที่ต้องการและปริมาณสารตกค้างอยู่ในระบบท่อน้ำเท่าใด ค่าดังกล่าวเรียกว่าปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่

ตารางที่ 2.15 คุณสมบัติและการใช้งานของคลอรีน โอโซน และ H_2O_2

คุณสมบัติ	คลอรีน	โซเดียมไฮโปรคลอไรต์	แคลเซียมไฮโปรคลอไรต์	คลอรีนไดออกไซด์	โอโซน	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
สูตรเคมี	Cl_2	NaOCl	$Ca(OCl)_2$	ClO_2	O_3	H_2O_2
รูปลักษณะ	ของเหลว ,ก๊าซ	สารละลาย	ผง , เม็ด	ก๊าซ	ก๊าซ	ของเหลว
ภาชนะเก็บเพื่อขนส่ง	รถมีถังบรรจุ	รถมีถังบรรจุ	ถัง 200 ลิตร	ผลิตขึ้นใช้	ผลิตขึ้นใช้	ถัง 200ลิตร
ความเข้มข้นที่ใช้งาน ,%	100	12-15	70	<0.35	2	35-70
เสถียรภาพ	ดี	ไม่ดี	ดี	ระเบิดได้	ไม่ดี	ดี
พิษต่อจุลินทรีย์	สูง	สูง	สูง	สูง	สูง	ปานกลาง
อันตรายต่อผู้ใช้	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง
ความกัดกร่อน	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ
การกำจัดกลิ่น	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง	สูง
ราคา	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2549

2.5.5 กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน มีการเติมลงในน้ำอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.การเติมคลอรีนในน้ำดิบที่ไหลเข้าระบบเรียกว่า การเติมคลอรีนก่อน (Prechlorination) มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ให้ปฏิกิริยาเคมีของกระบวนการ Coagulation – Flocculation เกิดได้ดี
2. ลดกลิ่นและรสของน้ำจากตะกอนอินทรีย์ในถังตกตะกอน
3. ป้องกันการเกิดสาหร่ายขึ้นในกระบวนการกรองที่ผิวหรือวัสดุกรอง

2. การเติมคลอรีนหลังจากที่น้ำผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว เรียกว่าการเติมคลอรีนหลัง (Post Chlorination) เพื่อให้เกิดความมั่นใจในความสะอาดของน้ำดื่มหรือน้ำประปา โดยทั่วไประยะเวลาในการเติมคลอรีนเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการฆ่าเชื้อโรคประมาณ 30 นาที และปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วง 0.25-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีปริมาณคลอรีนตกค้างอยู่ในน้ำ 0.1-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามในบาง

เมืองอาจมีการเติมคลอรีนเป็นช่วงๆ เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำ เรียกว่า การเติมคลอรีนซ้ำ (Re-chlorination)

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + H^+ + Cl^- \quad (2.4)$$

Hyperchlorous acid

$$HOCl \longleftrightarrow H^+ + OCl^- \quad (2.5)$$

Hyperchlorite ion

ปริมาณคลอรีนอิสระที่มีอยู่ในน้ำ คือ HOCl และ OCl^- พบว่าความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคของ HOCl มีค่ามากกว่า OCl^- ประมาณ 40-80 เท่า ที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ HOCl มีค่าการละลายในน้ำได้มากกว่า OCl^-

2.5.6 ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงปูนคลอรีน

การใช้คลอรีนฆ่าเชื้อโรคอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

2.5.6.1 ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ (Free chlorine residual) ความเข้มข้นและปริมาณของคลอรีนที่เติมลงในน้ำไม่ใช่สิ่งที่สำคัญที่สุดในการฆ่าเชื้อโรค แต่เป็นปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำ วัดได้หลังจากช่วงระยะเวลาสัมผัส การเติมคลอรีนน้อยเกินไป ไม่ทำให้เกิดคลอรีนอิสระขึ้นและอาจทำลายเชื้อโรคในน้ำได้ไม่ทั้งหมด แต่การเติมคลอรีนในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้น้ำมีกลิ่นฉุนของคลอรีนและทำให้รสชาติของน้ำเสียไป ทั้งยังสิ้นเปลืองคลอรีนนอกจากนี้ คลอรีนมีฤทธิ์กัดกร่อนอาจทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆเสียหายได้ ดังนั้น จึงต้องเติมในปริมาณที่พอเหมาะ คือสามารถฆ่าเชื้อโรคได้หมดรวมทั้งให้เกิดคลอรีนอิสระระหว่าง 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ณ เวลาสัมผัส 30 นาที

2.5.6.2 ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อโรค เริ่มตั้งแต่เติมสารละลายผงปูนคลอรีนลงไปในน้ำจนถึงใช้เริ่มใช้น้ำเป็นรายแรกไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที หรือถ้านานกว่านั้นการฆ่าเชื้อโรคจะมีมากขึ้นด้วยทำให้กลิ่นลดลง

2.5.6.3 อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงคลอรีนจะลดลง แต่ในทางตรงข้ามถ้าอุณหภูมิต่ำ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของผงปูนคลอรีนจะดีขึ้น

2.5.6.4 ความขุ่นของน้ำ อนุภาคความขุ่นในน้ำอาจเป็นเกราะกำบังให้เชื้อโรค ทำให้คลอรีนไม่สามารถเข้าไปสัมผัสและฆ่าเชื้อโรคได้ ดังนั้น ต้องทำให้น้ำมีความใสสูง คือ มีความขุ่นน้อยกว่า 10 NTU

2.5.6.5 สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ มีผลต่อการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน เนื่องจากคลอรีนจะแตกตัวเป็นกรดไฮโปรคลอรัส (HOCl) ซึ่งมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีเมื่อน้ำมีสภาพเป็นกรด

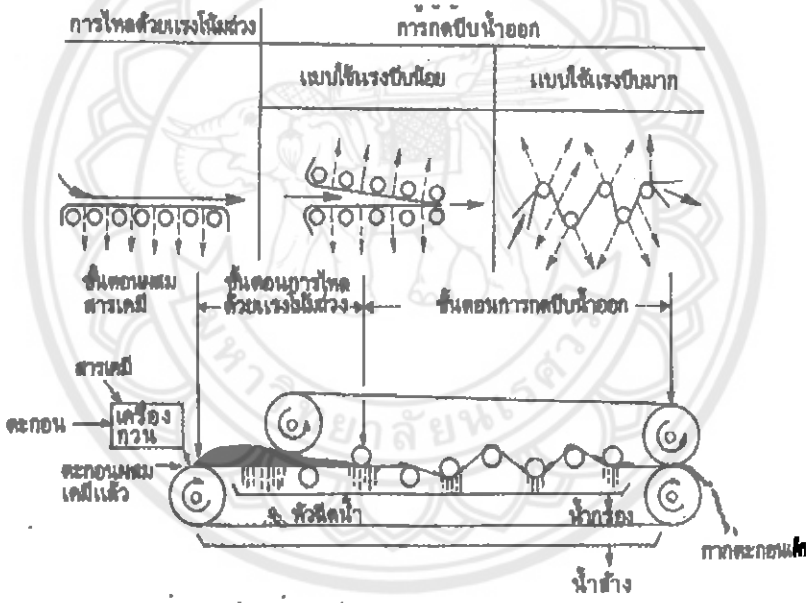
เล็กน้อย หากพีเอชสูงกว่า 7.5 จะทำให้เกิด OCl^- มากขึ้น ซึ่ง OCl^- มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคด้อยกว่า HOCl ทำให้สิ้นเปลืองคลอรีนมากขึ้น และหากค่าพีเอชสูงถึง 9.5 จะเกิด OCl^- 100%

2.6 กระบวนการกำจัดสลัดจ์

กระบวนการกำจัดสลัดจ์ มีหลักการคือต้องนำน้ำออกจากสลัดจ์ให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีกระบวนการที่เหมาะสม ก่อนที่จะนำสลัดจ์ที่เหลือน้ำน้อยที่สุดไปทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก วิธีที่นิยมใช้กันในโรงผลิตน้ำประปา มีดังนี้

2.6.1 การรีดกรองด้วยสายพาน (Belt filter press)

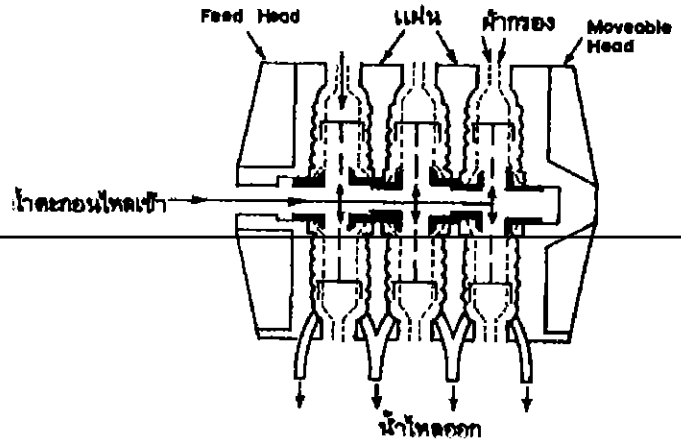
ประกอบด้วยลูกกลิ้งหลายลูกที่มีแผ่นผ้ากรองเคลื่อนที่ ซึ่งแผ่นผ้ากรองทำหน้าที่รีดกรองสลัดจ์นำน้ำออก ระบบนี้จำเป็นต้องใช้สาร Polymers เติมลงไป เพื่อช่วยให้การนำน้ำออกจากสลัดจ์ได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น



รูปที่ 2.12 เครื่องรีดกรองด้วยสายพาน
ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2549

2.6.2 การอัดกรองด้วยแผ่น (Plate pressure filters)

ประกอบด้วยแผ่นที่มีผ้ากรองเพื่อทำหน้าที่อัดสลัดจ์ให้น้ำไหลผ่านแผ่นผ้ากรองลงสู่ภาชนะรองรับน้ำข้างล่างต้องเติมสาร Polymers ช่วยให้การนำน้ำออกจากสลัดจ์ได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การใส่สลัดจ์เข้าไปในระบบอาจใช้เวลาประมาณ 20-30นาที จนกระทั่งสลัดจ์บรรจุเต็ม ระบบนี้ต้องอาศัยแรงดันสูงในการกรองด้วยซึ่งอาจประมาณ 700-1700 kPa ใช้เวลาในการกรอง ประมาณ 1-4 ชั่วโมง



รูปที่ 2.13 เครื่องอัดกรองด้วยแผ่น
ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.6.3 การทิ้งกากสลัดจ์ (Ultimate disposal)

สลัดจ์ผ่านกระบวนการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ได้บางส่วนแล้วด้วยวิธีต่างๆ จากนั้นจะนำสลัดจ์ที่มีลักษณะคล้ายขนมวุ้นหรือยาสีฟัน เช่น นำสลัดจ์ส่งไปโรงบำบัดน้ำเสียเพื่อไปรวมกับสลัดจ์ที่เกิดจากระบบน้ำเสีย นำสลัดจ์ไปถมที่ หรือนำสลัดจ์ไปทิ้งที่พื้นดิน

2.7 ระบบจ่ายน้ำประปา

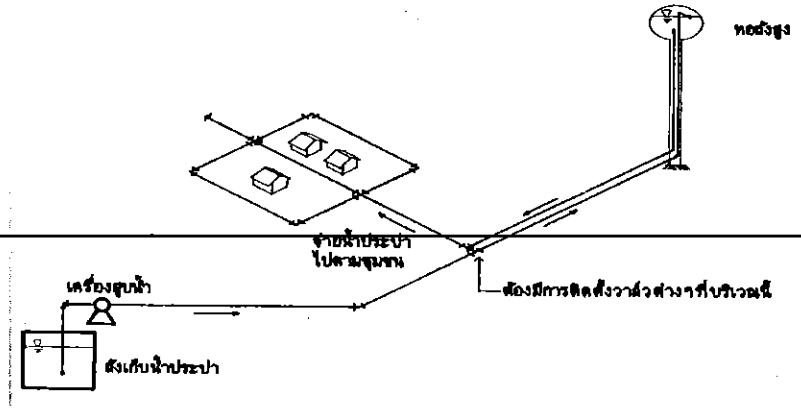
หลังจากได้ผลิตน้ำประปาแล้ว จะนำน้ำประปาไปแจกจ่ายทั่วบริเวณชุมชนด้วยท่อประปาขนาดเหมาะสม มีระบบวาล์วประเภทต่างๆติดตั้งอยู่ตามท่อประปา

2.7.1 วิธีการจ่ายน้ำประปา

วิธีการจ่ายน้ำประปาจากโรงผลิตน้ำประปามายังชุมชนสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธีดังนี้

2.7.1.1 วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก

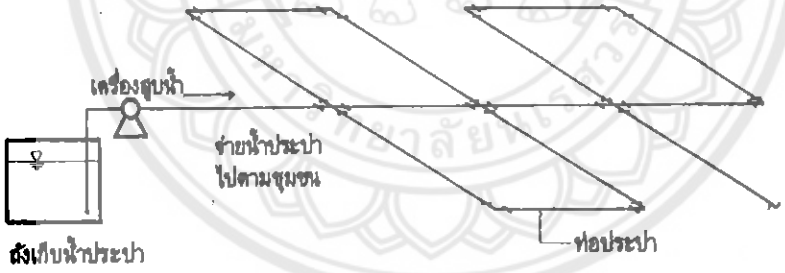
วิธีนี้อาศัยหลักการระดับน้ำจากแหล่งอยู่สูงกว่าชุมชนมากเพียงพอทำให้น้ำประปาไหลจากแหล่งไปตามท่อประปาได้ มีทั้งความเร็วของน้ำไหลและความดันของน้ำภายในท่ออย่างเหมาะสม อาศัยความสูงของระดับดิน และหอถังสูง เพื่อเป็นจุดปล่อยน้ำประปาแจกจ่ายไปรอบบริเวณ วิธีนี้น่าไว้ใจที่สุด เพราะ ถ้าเกิดกระแสไฟฟ้าดับ ระบบแจกจ่ายน้ำประปายังคงสามารถจ่ายน้ำได้ช่วงเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดความจุของหอถังสูง



รูปที่ 2.14 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีแรงโน้มถ่วงของโลกแบบใช้หอถังสูง
ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.7.1.2 วิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรง

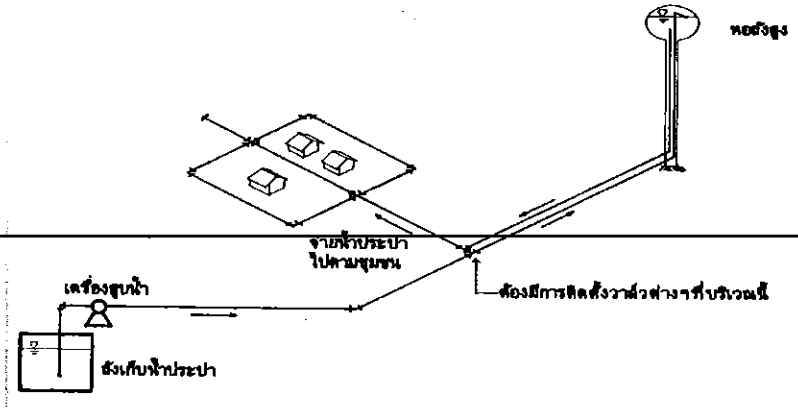
อาศัยเพียงเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายน้ำประปาไปตามท่อประธานของระบบโดยตรง ความเร็วของน้ำไหลและความดันของน้ำภายในท่อจะถูกควบคุมโดยเครื่องสูบน้ำและขนาดท่อประธานวิธีนี้ไม่ต้องใช้หอถังสูงแต่มีถังเก็บน้ำประปา ถ้าเกิดกระแสไฟฟ้าดับก็ไม่สามารถแจกจ่ายน้ำประปาได้ในทันทีทำให้เป็นข้อเสียหลักของระบบนี้



รูปที่ 2.15 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำโดยตรงแบบใช้เครื่องสูบ
ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549

2.7.1.3 วิธีอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกร่วมกับการสูบจ่ายน้ำ

วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก การแจกจ่ายน้ำประปาอาศัยทั้งเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายไปยังท่อประธานและมีหอถังสูงทำหน้าที่แจกจ่ายน้ำประปาไปด้วย ข้อดีคือ สามารถจ่ายน้ำประปาด้วยปริมาณมากๆได้ วิธีนี้สามารถเลือก คือ อาจจ่ายน้ำประปาโดยใช้เครื่องสูบน้ำอย่างเดียวหรือใช้หอถังสูงอย่างเดียวก็ได้



รูปที่ 2.16 ระบบแจกจ่ายน้ำประปาด้วยวิธีสูบจ่ายน้ำร่วมกันกับหอถังสูง

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2549

2.7.2 ถังเก็บกักน้ำประปา

วัตถุประสงค์ของการเก็บกักน้ำประปาด้วยถังเก็บกักน้ำประปา มีดังต่อไปนี้

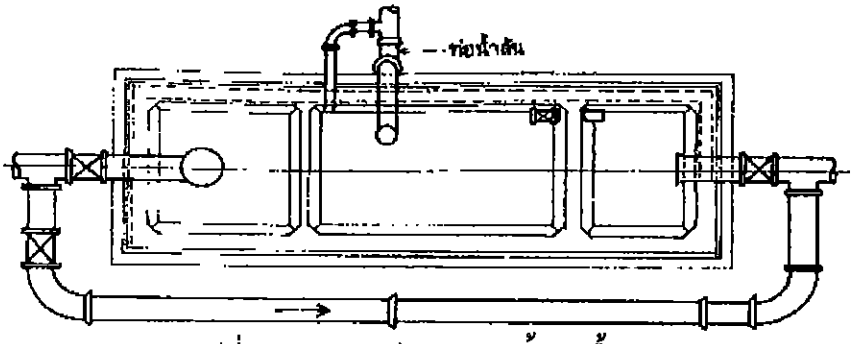
- เก็บกักน้ำประปาไว้สำหรับการดับเพลิง

-รักษาระดับความดันของน้ำในท่อประปาได้ตลอดเวลา

-เก็บกักน้ำประปาสำรองไว้เมื่อมีการใช้น้ำประปามากกว่าปกติ

โดยทั่วไปขนาดความจุของถังเก็บกักน้ำประปา จะขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงที่จ่ายน้ำประปา อัตราการสูบจ่ายน้ำประปา และการแปรเปลี่ยนปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาของชุมชน

2.7.2.1 ถังน้ำบนพื้นดิน (Surface Storage Tank) เก็บกักน้ำประปาไว้เพื่อจ่ายน้ำประปาไปทั่วชุมชนของแต่ละชุมชน สำหรับขนาดของถังเก็บกักน้ำบนพื้นดินสามารถคำนวณได้โดยวิธีสร้างกราฟปริมาณน้ำประปาใช้สะสมตลอดวัน ซึ่งคล้ายกับการคำนวณหาขนาดของอ่างเก็บน้ำ หรืออาจพิจารณาใช้ค่าปริมาณน้ำใช้โดยเฉลี่ยต่อวันเป็นขนาดความจุของถังเก็บกักน้ำประปา อาจเก็บกักไว้ใช้ 1-2วัน หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้น้ำประปาของชุมชน



รูปที่ 2.17 รายละเอียดของถังน้ำบนพื้นดิน

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ , 2549

2.7.3 การใช้น้ำประปา

ความต้องการน้ำประเภทต่างๆ ของชุมชนย่อมเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างกว้างขวางและขึ้นอยู่กับลักษณะและสิ่งแวดล้อมของชุมชน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย

ตารางที่ 2.16 ประเภทของการใช้ อัตราการใช้ และค่าร้อยละของการผลิตน้ำประปา

ประเภทการใช้	อัตราการใช้ (ลิตรต่อวันต่อคน)	ร้อยละ ของการผลิตทั้งหมด
ที่พักอาศัย	140	31
การค้า-อุตสาหกรรม	166	38
สาธารณะ	49	11
สูญเสีย	95	20
รวม	450	100

ที่มา: มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2542

การใช้น้ำประปา อาจแยกออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.7.3.1 การใช้น้ำในครัวเรือน

การใช้น้ำในกลุ่มนี้ มีหลายวัตถุประสงค์ด้วยกัน เช่น การดื่ม การอาบ การซักล้าง การครัว การทำความสะอาด การกำจัดสิ่งปฏิกูล ฯลฯ อัตราการใช้น้ำของอาคารที่พักอาศัยมักไม่ค่อยแน่นอนนัก ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ อีกหลายอย่าง เช่น ชนิด และความหนาแน่นของชุมชน ฐานะเศรษฐกิจ นิสัยและความเป็นอยู่ สภาวะด้านการสุขาภิบาล และบริการของการประปา เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการใช้น้ำได้มาก จากการสำรวจพบว่า อัตราการใช้น้ำของอาคารที่พักอาศัยโดยทั่วไปอยู่ระหว่างประมาณ 40-230 ลิตรต่อคนต่อวัน

ค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้โดยทั่วๆ ไป สำหรับชุมชนในเมืองคือ 100-200 ลิตรต่อคนต่อวัน แต่สำหรับท้องที่ชานเมืองและในชนบท มีอัตราการใช้น้ำต่ำกว่าชุมชนในเมืองหรือในเขตเทศบาล องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้เคยจัดการสำรวจอัตราการใช้น้ำของพลเมืองในแถบตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ไว้เป็นค่าอัตราเฉลี่ยโดยประมาณ ดังนี้

ชนบท	30-50	ลิตร /คน/วัน
ชานเมือง	50-75	ลิตร /คน/วัน
เขตเทศบาล	100-120	ลิตร /คน/วัน
นครหลวง	200	ลิตร /คน/วัน

สำหรับประเทศไทย อัตราที่ใช้สำหรับการคำนวณเพื่อผลิตน้ำประปา การประปาภูมิภาคใช้อัตราเฉลี่ยประมาณ 120 ลิตรต่อคนต่อวัน การประปานครหลวงใช้อัตราเฉลี่ยประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน

ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งในยุโรปและอเมริกา โดยเฉพาะตามนครใหญ่ๆ จะสูงกว่า 200 ลิตรต่อคนต่อวันขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของการใช้เครื่องสุขภัณฑ์ ที่นิยมติดตั้งในอาคารที่พักอาศัยมีลักษณะที่ต้องใช้น้ำในปริมาณมากกว่า โดยปกติแล้ว ปริมาณการใช้น้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 30% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ทั้งหมด

2.7.3.2 การใช้น้ำเพื่อการค้าและอุตสาหกรรม

การใช้น้ำในประเภทนี้จำเป็นต้องพิจารณาถึงขนาดและชนิดของกิจกรรมประกอบด้วยน้ำสำหรับใช้ในธุรกิจการค้าและสำนักงานมีปริมาณไม่มากนัก คือ ใช้คนละ 20-60 ลิตรต่อวัน ปริมาณน้ำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ สำหรับในชุมชนที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ปริมาณน้ำใช้เพื่อกิจการอุตสาหกรรมอาจมีสัดส่วนสูงกว่าปริมาณน้ำใช้ในครัวเรือนเป็นอย่างมาก

2.7.3.3 การใช้น้ำเพื่อการสาธารณประโยชน์และดับเพลิง

การใช้น้ำประเภทนี้เป็นการใช้เพื่อกิจการสาธารณประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น การล้างถนน รดน้ำสนามหญ้า สวนดอกไม้ และสวนสาธารณะ ใช้เพื่อเป็นน้ำพุ ป้องกันสาธารณภัย ฯลฯ อัตราการใช้น้ำเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะและขนาดของชุมชน ความหนาแน่น ชนิดและจำนวนของระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ในชุมชนนั้น เกณฑ์เฉลี่ยที่อาจถือเป็นค่าโดยประมาณ คือ 40-80 ลิตร ต่อคนต่อวัน สำหรับปริมาณน้ำเพื่อป้องกันอัคคีภัยมีค่าไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอัคคีภัยที่เกิดขึ้นและระยะเวลาที่ใช้ในการดับเพลิงแต่ละครั้ง โดยปกติแล้วต้องพิจารณาเกี่ยวกับขนาดและอัตราการสูบน้ำของรถดับเพลิงที่มีใช้อยู่ในท้องถิ่นนั้นๆ ด้วย

2.7.3.4 ปริมาณน้ำสูญเสีย

ปริมาณน้ำสูญเสีย หมายถึงปริมาณน้ำประปาที่สูญไปโดยไม่ได้ประโยชน์ อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น

- ฝีมือการต่อท่อไม่ดี ทำให้มีน้ำรั่ว
- การใช้น้ำอย่างเสินเล่อต่างๆ
- อุปกรณ์น้ำประปา เช่น วาล์วต่างๆ เป็นต้น เกิดชำรุดเสียหาย

ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปอย่างไม่ได้ตั้งใจ เป็นจำนวนที่ประมาณได้ยากมาก และเกินกว่าที่วิศวกรจะล่วงรู้ได้ ในหลักปฏิบัติ น้ำที่สูญเสียโดยไม่ได้ตั้งใจถือว่าเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จากรายงานของกิจการประปาในหลาย ๆ ประเทศ ปรากฏว่าปริมาณของน้ำที่ต้องสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 20% ของปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้ทั้งหมด อัตราการสูญเสียจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษา การตรวจตราดูแลแรงดันในท่อประปา การติดตั้งมาตรวัดน้ำ ตลอดจนนิสัยในการใช้น้ำของประชาชน

2.8 การคาดการณ์จำนวนประชากร

ในการออกแบบระบบประปา จำเป็นต้องทราบว่าจำนวนผู้รับบริการทั้งหมด มีมากน้อยเท่าใด เพื่อให้สามารถคำนวณหาขนาดของระบบประปาสำหรับอนาคตดังนั้น วิศวกรผู้ออกแบบ ต้องมีการทำนายจำนวนประชากรสำหรับอนาคตให้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด การทำนายจำนวนประชากรสูงเกินไปทำให้ระบบประปามีขนาดใหญ่และสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น ส่วนการทำนายจำนวนประชากรน้อยเกินไปมีผลให้ได้ระบบประปาที่มีขนาดเล็กเกินไป และทำให้ต้องมีการขยายระบบประปาเร็วเกินกว่าที่คาดหมายไว้ การทำนายจำนวนประชากรให้ใกล้เคียงมากที่สุดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

วิธีทำนายประชากรในอนาคต มีหลายวิธี การจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้น อยู่กับวิจารณญาณของวิศวกร สิ่งที่วิศวกรควรจำแนกให้ออก คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรนั้นเกิดขึ้นตามธรรมชาติ (การเกิดและการตาย) หรือเกิดเพราะความจำเป็นจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ (เช่น การอพยพ การหนีภัย ฯลฯ)

2.8.1 การทำนายประชากรระยะสั้น

2.8.1.1 Arithmatic Progression $dy/dt = k_a$

(การเพิ่มไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร) $k_a = (y_1 - y_e)/(t_1 - t_e)$

สูตรที่ใช้ทำนายประชากร

$$\text{Intercensal}, \quad y_m = y_e + \frac{(y_1 - y_e)(t_m - t_e)}{(t_1 - t_e)}$$

$$\text{Postcensal} \quad y_m = y_1 + \frac{(y_1 - y_e)(t_m - t_e)}{(t_1 - t_e)}$$

โดยที่ y_1 = จำนวนประชากรที่ $t = t_1$ (สำรวจประชากรครั้งหลังสุด)

y_e = จำนวนประชากรที่ $t = t_e$

2.8.1.2 Geometric Progression $dy/dt = k_g y$

(การเพิ่มขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร, y) $k_g = (\log y_1 - \log y_e)/(t_1 - t_e)$

สูตรที่ใช้ทำนายประชากร

$$\text{Intercensal}, \quad \log y_m = \log y_e + \frac{(\log y_1 - \log y_e)(t_m - t_e)}{(t_1 - t_e)}$$

$$\text{Postcensal} \quad \log y_m = \log y_1 + \frac{(\log y_1 - \log y_e)(t_m - t_e)}{(t_1 - t_e)}$$

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปาของโรงประปาอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก

3.2 ดำเนินการเก็บน้ำตัวอย่าง

ทำการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาของอำเภอพรหมพิราม โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 5 ครั้ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ต่อหนึ่งครั้ง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน จากเดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนมกราคม 2555

ครั้งที่	วันที่เก็บ
1	18 พฤศจิกายน 2554
2	2 ธันวาคม 2554
3	16 ธันวาคม 2554
4	6 มกราคม 2555
5	20 มกราคม 2555

3.3 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำประปาโดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 4 จุด ต้องล้างถังเก็บน้ำและขวดเก็บน้ำ โดยใช้น้ำตัวอย่าง ณ จุดเก็บล้างก่อนอย่างน้อย 1 ครั้ง ก่อนที่จะเก็บน้ำตัวอย่างจริง หลังจากเก็บน้ำตัวอย่างใส่ขวดที่เตรียมไว้แล้วปิดฝาให้แน่น จากนั้นล้างภายนอกขวดตัวอย่างด้วยน้ำให้สะอาดแล้วปิดฉลากแสดงจุดเก็บให้เรียบร้อย

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บน้ำตัวอย่าง

1. ขวดพลาสติกขนาด 6 ลิตร
2. เครื่องวัดพีเอชสนาม
3. เครื่องวัดดีโอสนาม
4. เทอร์โมมิเตอร์

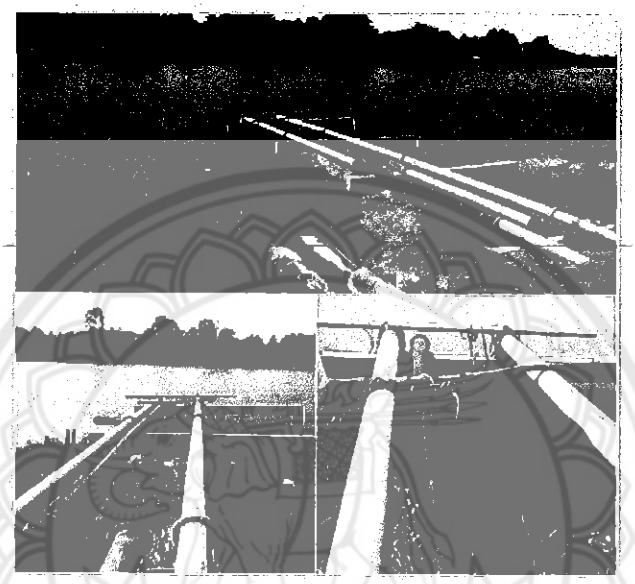
3.3.2 จุดเก็บน้ำ

1. น้ำดิบ

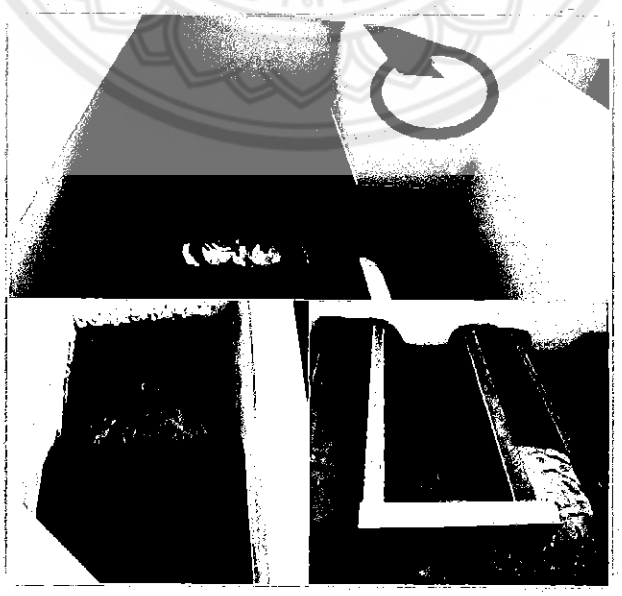
2. น้ำผ่านการตกตะกอน

3. น้ำจากเครื่องสูบน้ำแรงดันสูง (ประปา)

4.น้ำที่ระยะทาง 3 กิโลเมตรจากโรงประปา



รูปที่ 3.1 แหล่งน้ำดิบจากแม่น้ำน่าน



รูปที่ 3.2 น้ำผ่านการตกตะกอน

รูปที่ 3.3 น้ำประปา

รูปที่ 3.4 น้ำที่ระยะทาง 3 กิโลเมตรจากโรงประปา

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์
1.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	ใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัด
2.ความขุ่น (Turbidity)	NTU	วิธีเนฟีโลเมตริก เครื่องวัดยี่ห้อ Hanna instruments
3.พีเอช (pH)	-	วิธี pH meter ตามวิธีหาแบบ Electrometric ยี่ห้อ Denver instrumaent รุ่น Model 250
4.ความเป็นด่าง (Alkalinity)	มก/ล.	วิธีการไตเตรท
5.ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	มก/ล.	วิธี Membrane Electrode ยี่ห้อ Hand Held Dissolved oxygen method รุ่น DO-31p
6.บีโอดี (BOD)	มก/ล.	วิธี Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา5วัน ติดต่อกัน
7.ของแข็งทั้งหมด (TDS)	มก/ล.	วิธีของแข็งทั้งหมดลบด้วยของแข็งแขวนลอย
8.ของแข็งแขวนลอย (SS)	มก/ล.	วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว ใช้กรวยบุคเนอร์ เครื่องสูญญากาศ
9.ไนไตรท์ (NO_2^-)	มก/ล.	วิธี colorimetric analysis เครื่องวัด Vis-spectrophotometer
10.ไนเตรท (NO_3^-) as NO_3^-	มก/ล.	วิธี colorimetric analysis เครื่องวัด Vis-spectrophotometer
11 .คลอไรด์ (Chloride)	มก/ล.	วิธีปรอทไนเตรท

3.4 มาตรฐานน้ำที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

เนื่องจากไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์หาดัชนีชี้วัดทุกพารามิเตอร์ที่ระบุไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาของกรมอนามัยและมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ดังนั้นจึงเปรียบเทียบเฉพาะดัชนีที่ทำการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

พารามิเตอร์	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
		ประเภท1	ประเภท2	ประเภท3	ประเภท4	ประเภท5
1.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2.พีเอช (pH)	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-
3.ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	มก/ล.	ธ	≥6.0	≥4.0	≥2.0	-
4.บีโอดี (BOD)	มก/ล.	ธ	1.5	2.0	4.0	-
5.ไนเตรท (NO_3^-)as NO_3^-	มก/ล.	ธ	5	5	5	-

อ้างอิงจาก ตารางที่ 2.3 คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปในประเทศไทย

ตารางที่ 3.3 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัย

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าสูงสุดที่ยอมให้
1.พีเอช (pH)	-	5-9
2.บีโอดี (BOD)	มก/ล.	6
3.ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS)	มก/ล.	1,500
4.ไนเตรท (NO_3^-) as NO_3^-	มก/ล.	10

อ้างอิงจาก ตารางที่ 2.6 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาของกรมอนามัย

ตารางที่ 3.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

พารามิเตอร์	หน่วย	มาตรฐานน้ำประปา
1.ความขุ่น (Turbidity)	NTU	5
2.พีเอช (pH)	-	6.5-8.5
3.ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS)	มก/ล.	600
4.ไนเตรท (NO_3^-) as NO_3^-	มก/ล.	50
5.คลอไรด์ (Chloride)	มก/ล.	250

อ้างอิงจาก ตารางที่ 2.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 3.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในกระบวนการผลิตประปาพรหมพิราม

พารามิเตอร์	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง			
	น้ำดิบ	น้ำที่ผ่านการตกตะกอน	น้ำจากถังน้ำใส	น้ำประปาที่ 3กม. จากโรงประปา
1.อุณหภูมิ (Temperature)	✓	✓	✓	✓
2.ความขุ่น (Turbidity)	✓	✓	✓	✓
3.พีเอช (pH)	✓	✓	✓	✓
4.ความเป็นด่าง (Alkalinity)	✓	✓	✓	✓
5.ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	✓	-	-	-
6.บีโอดี (BOD)	✓	✓	✓	✓
7.ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS)	✓	✓	✓	-
8.ของแข็งแขวนลอย (SS)	✓	✓	✓	-
9.ไนไตรท์ (NO_2^-)	✓	-	-	-
10.ไนเตรท (NO_3^-) as(NO_3^-)	✓	-	-	-
11.คลอไรด์ (Chloride)	✓	-	✓	-

3.5 ศึกษาระบบผลิตน้ำประปาของโรงผลิตน้ำประปาพรหมพิราม

การดำเนินงานได้ทำการศึกษาข้อมูลและรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปาพรหมพิราม โดย

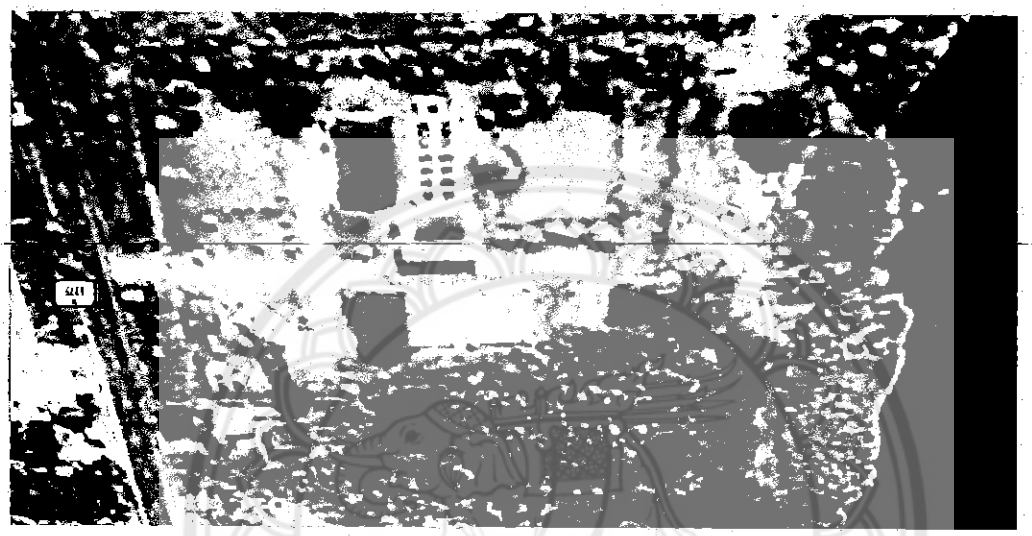
3.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบระบบการผลิตน้ำประปาและวิธีการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับระบบการผลิตน้ำประปารวมถึงหน้าที่ ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ปริมาณการเติมสารเคมี โดยสอบถามจากเจ้าหน้าที่

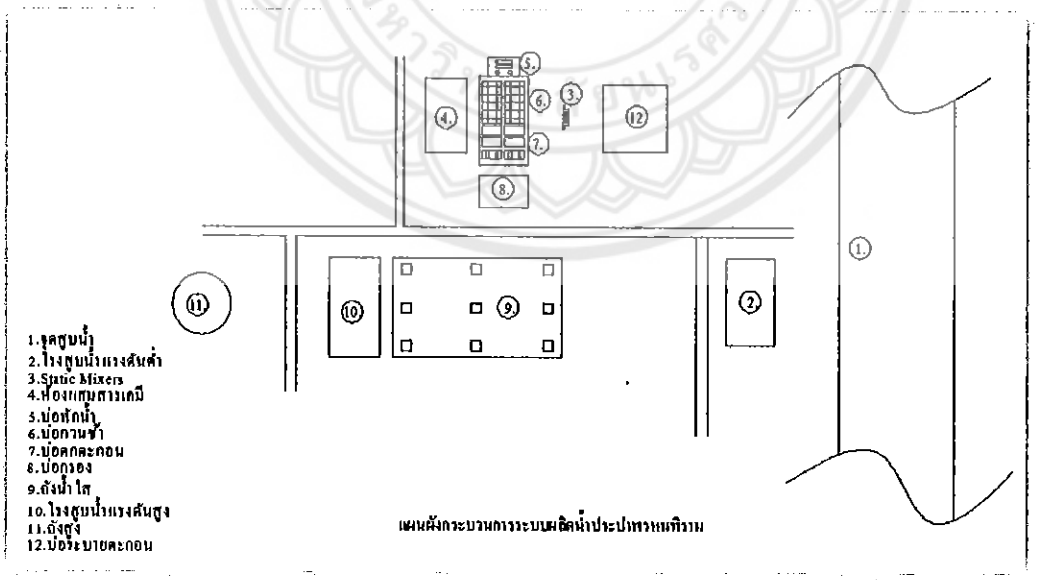
3.5.2 ศึกษาขนาดโรงผลิตน้ำประปาโดยทำการตรวจวัดขนาดบ่อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตประปา เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณว่าเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ออกแบบหรือไม่

3.5.3 ศึกษาจากข้อมูลประชากร และปริมาณการใช้น้ำปัจจุบันและอนาคตว่าเพียงพอหรือไม่

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาระบบผลิตน้ำประปาของพรหมพิราม

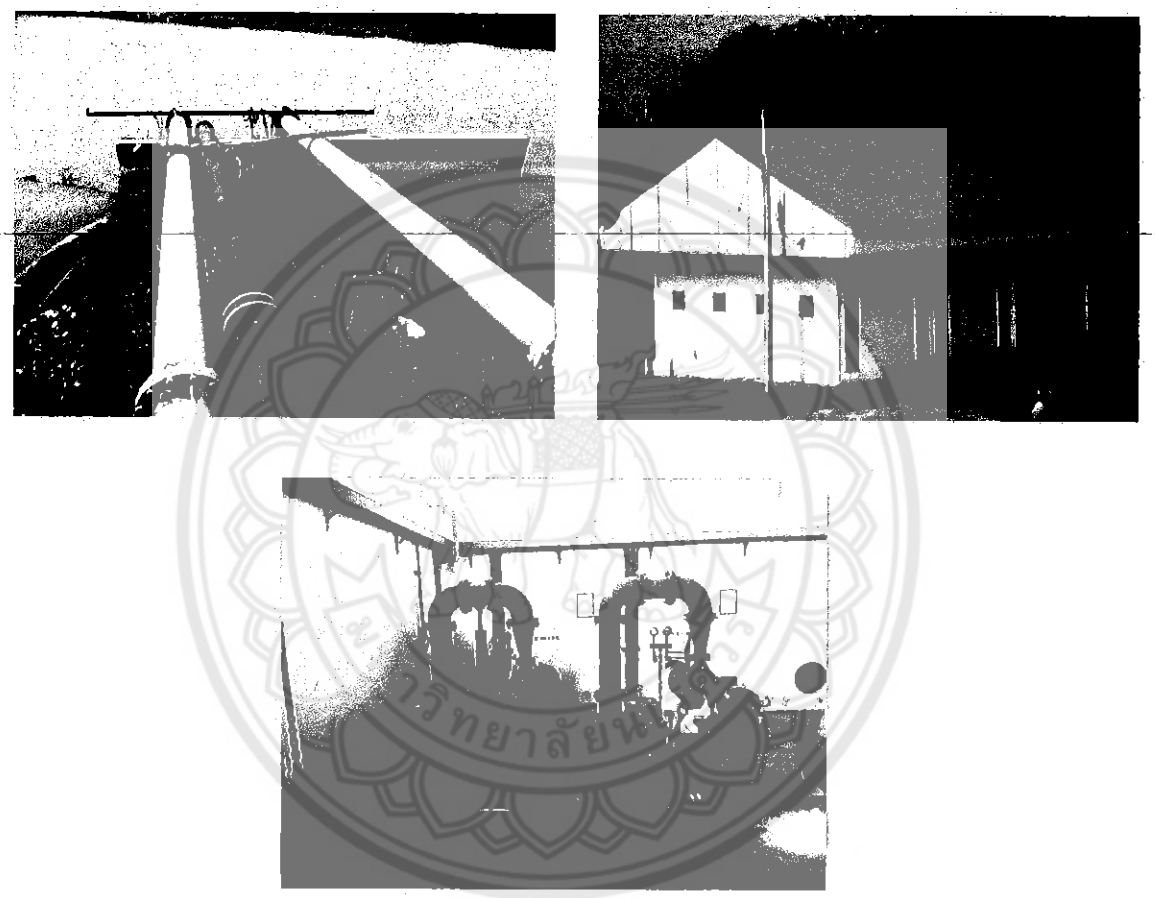




รูปที่ 4.1 แผนผังระบบผลิตน้ำประปาอำเภอพรหมพิราม

4.1.1 สถานีสูบน้ำ

เป็นอาคารขนาดกลางที่เป็นที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ สถานีสูบน้ำประกอบด้วยระบบท่อแรงดันต่ำสำหรับสูบน้ำดิบ และส่งน้ำไปยังกระบวนการผลิตน้ำประปาโครงสร้างสูบน้ำดิบเป็นลักษณะท่อจุ่มน้ำที่ปลายท่อเป็นหัวกะโหลก และมีเสาคอนกรีตไว้ค้ำท่อ ดังรูปที่ 4.2



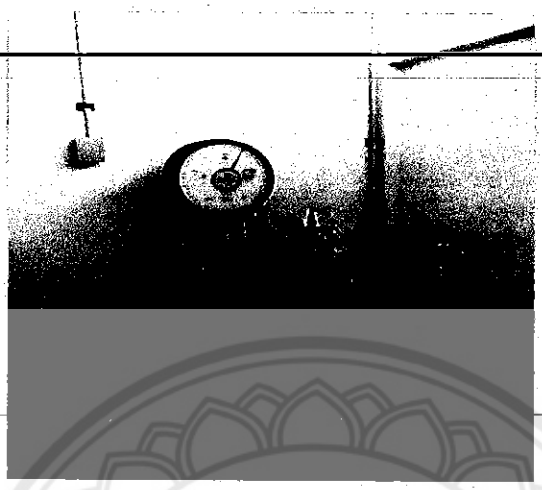
รูปที่ 4.2 สถานีสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำแรงต่ำแบบหอยโข่งจำนวน 2 เครื่อง ขนาด 10 แรงม้า ทำหน้าที่สูบน้ำดิบไปยังระบบผลิตน้ำประปา โดยที่ทำงานเครื่องเดียวและอีกเครื่องสำรองไว้กรณีปั๊มอีกตัวเสีย

4.1.2 เครื่องเติมคลอรีน

เครื่องเติมคลอรีนเป็นการเติมในรูปก๊าซคลอรีน ซึ่งบรรจุในรูปของเหลวภายใต้ความดัน ในถังคลอรีนเพื่อใช้ในกระบวนการฆ่าหรือทำลายจุลินทรีย์ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ

น้ำประปาโดยมีชุดผสมก๊าซคลอรีนให้ละลายในน้ำ แล้วจึงสูบเข้าไปในท่อ ปริมาณการเติมคลอรีน 5 กิโลกรัมต่อวัน ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ถังคลอรีน

4.1.3 ห้องเตรียมสารเคมี (coagulants)

เป็นห้องที่ใช้เตรียมสารเคมีที่นำมาใช้ในกระบวนการสร้างตะกอนโดยสารโคแอกกูแลนท์ที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

4.1.3.1 สารส้ม

เป็นสารประกอบของอลูมิเนียม(Al_2 $(SO_4)_3$) สารส้มจะมีประสิทธิภาพเมื่อน้ำดิบมีพีเอชอยู่ในช่วง 6.8 ถึง 8.2 ในกรณีที่พีเอชไม่เพียงพอ มีความเป็นด่างต่ำอาจจะต้องเติมความเป็นด่าง เช่น ปูนขาวหรือ โซดาแอช แต่โซดาแอชมีราคาแพงจึงใช้ปูนขาวในปัจจุบันเปลี่ยนไปใช้สารพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เพราะควบคุมง่ายกว่า และคุณภาพน้ำที่ได้ดีกว่า

4.1.3.2 สารพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์(PAC)

สารพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์มีราคาแพงกว่าสารส้ม แต่ใช้ปริมาณน้อยกว่าสารส้ม ใช้ได้ที่พีเอชกว้างประมาณ 5-10 และไม่จำเป็นต้องใช้สารอื่นช่วยให้เกิดโคแอกกูเลชัน เกิดปฏิกิริยาได้เร็วอัตราการใช้ PAC อยู่ที่ 390 กก./เดือน

รูปที่ 4.4 บ่อเตรียมสารเคมีและปั๊มสูบสารเคมี

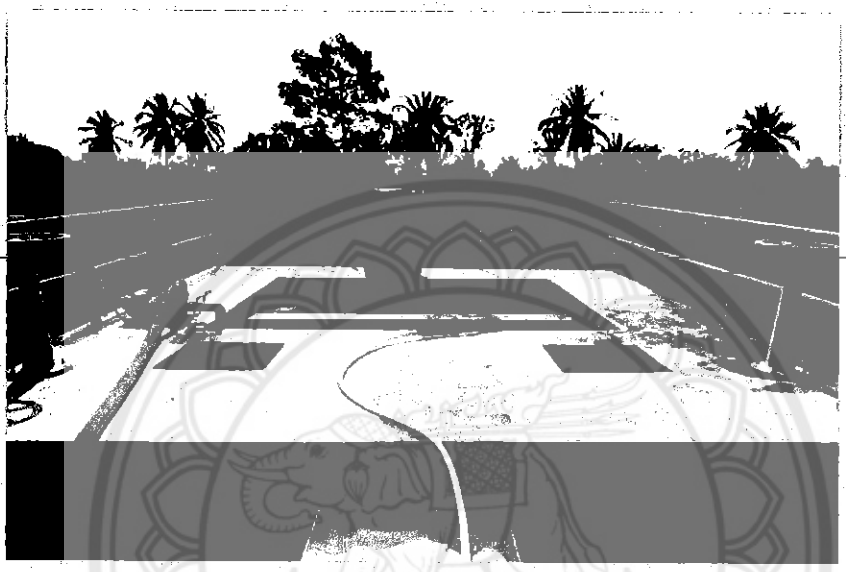
4.1.4 ชุดกวนเร็วในเส้นท่อ

ชุดกวนเร็วในเส้นท่อ ช่วยทำให้เกิดการปั่นป่วนและผสมน้ำกับสารเคมีเข้าด้วย**กัน และทำลายเสถียรภาพของ**คอลลอยด์โดยปิดวาวล์ท่อตรงไว้ และบังคับน้ำให้ไหลผ่านข้องอ เพื่อให้**เกิดการปั่นป่วนขึ้นบริเวณข้องอ** เป็นการผสมน้ำกับสารเคมีเข้าด้วยกันและขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร

รูปที่ 4.5 ชุดกวนเร็วในเส้นท่อ

4.1.5 บ่อพักน้ำ

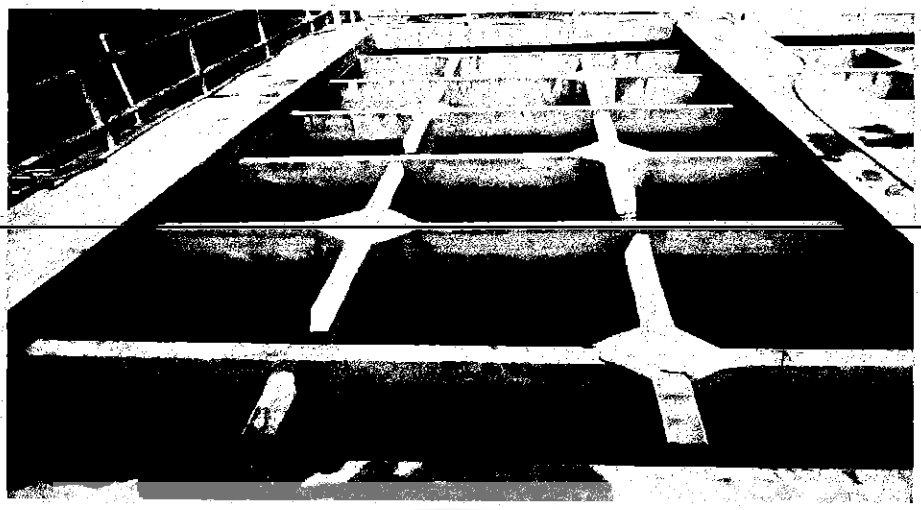
เป็นบ่อสี่เหลี่ยม น้ำไหลมาจากทางเข้าด้านล่างจากนั้นถูกบังคับให้ไหลตามแนวราบเพื่อส่งไปยังถังกวนช้าต่อไปและน้ำที่เกิดการผสมสารเคมีหรือทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แล้ว จะเริ่มจับตัวกันเป็นฟล็อกขนาดเล็กก่อนที่จะไหลไปยังถังกวนช้าในบ่อนี้มีความเร็วมากพอที่จะไม่ทำให้ฟล็อกเกิดการตกตะกอนในบ่อนี้ซึ่งบ่อมีขนาดกว้างxยาวxสูงเท่ากับ 4x2.5x1.5เมตร



รูปที่ 4.6 บ่อพักน้ำ

4.1.6 ถังกวนช้า

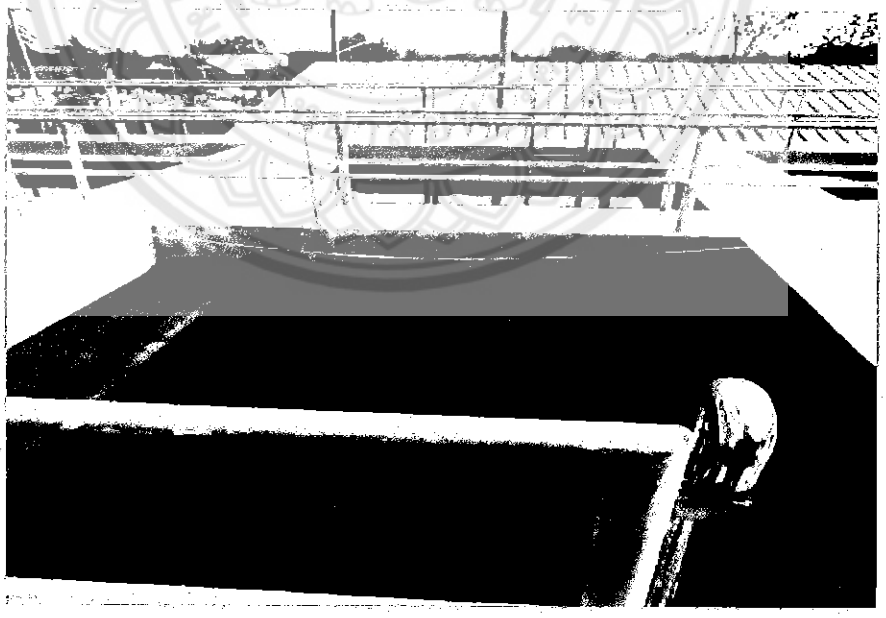
ถังกวนช้าเป็นถังสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบแผงกั้น บังคับให้น้ำไหลวกวนและคดเคี้ยวไปมาด้วยแผงกั้นน้ำ (Baffle) การกวนน้ำเกิดขึ้นเมื่อน้ำถูกบังคับให้ไหลกลับทิศทางอ้อมผ่านแผงกั้น ซึ่งแบ่งเป็นช่องจำนวน 18 ช่อง การกวนช้าๆ อย่างนุ่มนวลเพื่อให้เม็ดตะกอนสัมผัสกับคอลลอยด์ในน้ำ ออกแบบ 2 ถังขนานกัน แต่ละถังมีขนาดถังกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 7.5x3.5x2 เมตร



รูปที่ 4.7 ถังกวนช้า

4.1.7 ถังตกตะกอน

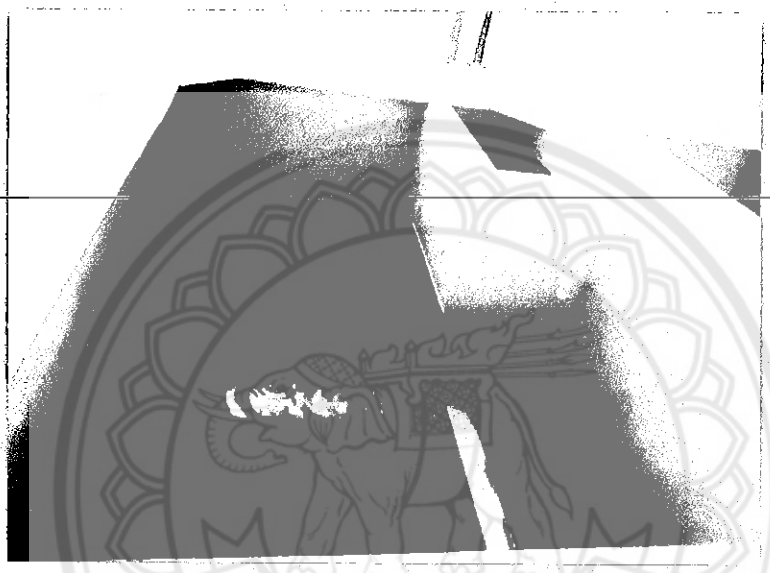
ถังตกตะกอนเป็นถังสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่แยกตะกอนเหลวกับน้ำใสออกจากกันโดยเป็น 2 ถัง ขนานกัน เพื่อให้สามารถผลิตน้ำได้อย่างต่อเนื่องแม้ในขณะที่ต้องหยุดใช้ถังใดถังหนึ่งแต่ละถังมีขาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 12.5x3.40x4.8 เมตร



รูปที่ 4.8 ถังตกตะกอน

4.1.8 ถังกรองน้ำ

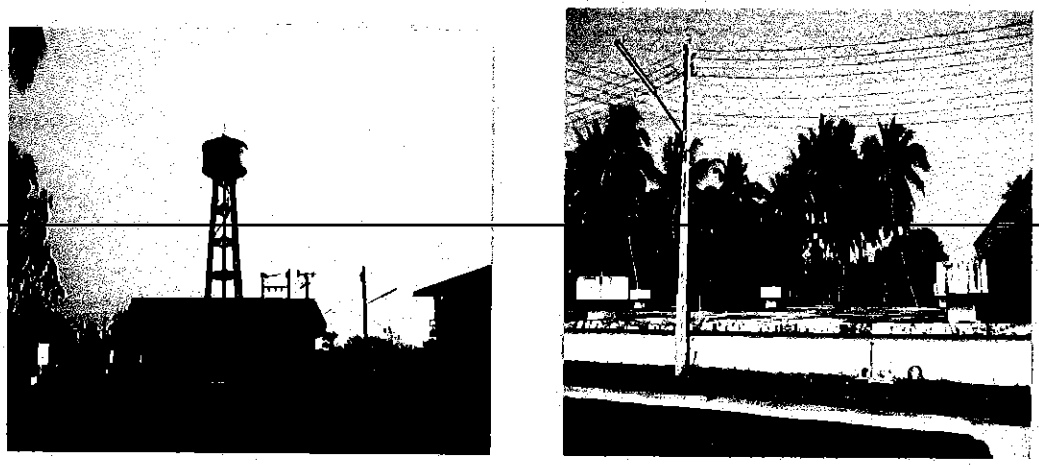
โรงกรองน้ำทำหน้าที่ในการกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ในน้ำที่เหลือจากกระบวนการตกตะกอนมาแล้วสารกรองที่ใช้จะเป็นแบบDual-medium filters ใช้สารกรองสองชนิด คือทรายร่วมกับแอนทราไซต์แบ่งเป็น 3 ถังกรอง ทำงานพร้อมกันและผลัดล้างถังเมื่อเริ่มต้นการล้างย้อนจะใช้น้ำจากถังสูงใช้ในการล้างย้อน การล้างย้อนทำการล้างย้อนวันละ 1 ถัง และแต่ละถังมีขนาด กxยxส เท่ากับ 5x3.3x2เมตร



รูปที่ 4.9 ถังกรอง

4.1.9 ถังน้ำใส

ถังใสมีจำนวน 1 ถัง มีขนาด 1,000 ลบ.ม. ภายในถังมีแผ่นกั้นเป็น 4 ถัง มีวาวล์ปิด-เปิดกรณีทำการล้างถังโดยเก็บน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อโรคแล้ว ก่อนจะถูกสูบไปเก็บไว้ที่ถังสูงที่มีปริมาตร 160 ลบ.ม. สูง 35 ม.มีเครื่องสูบน้ำแรงดันสูงที่ใช้ในการสูบส่ง 2 ตัว ใช้งานหนึ่งตัว สำรองอีกหนึ่งตัว ขนาด 15 แรงม้า



รูปที่ 4.10 หอถังสูงและถังน้ำใส

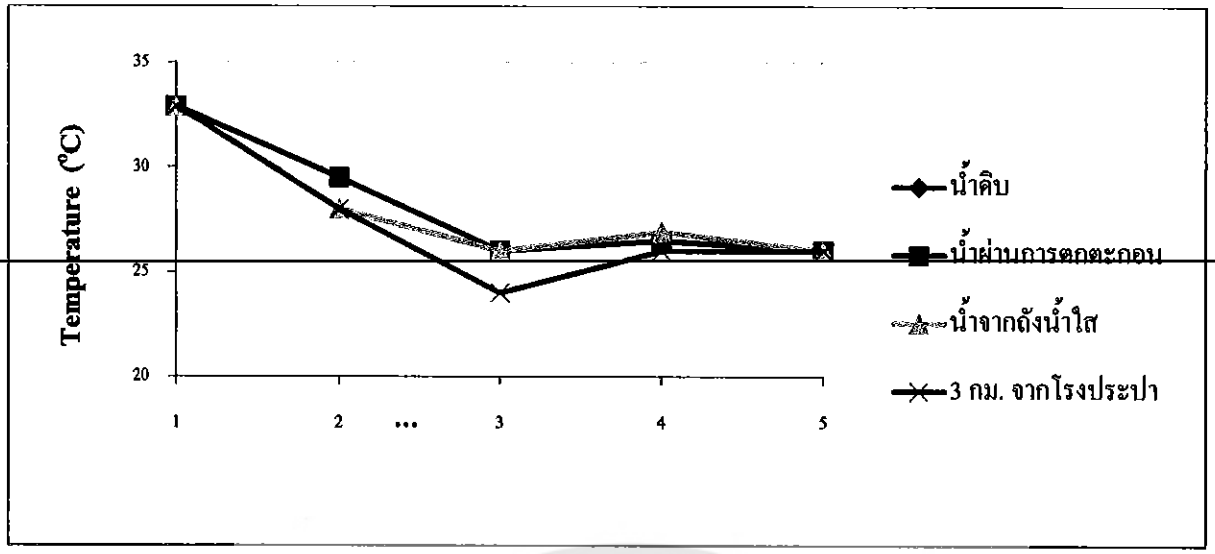
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิต

จากการเก็บตัวอย่างน้ำนำมาทดลองวิเคราะห์ แสดงผลในรูปของกราฟและวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาของอำเภอพรหมพิราม เป็นจำนวน5 ครั้ง 2 สัปดาห์ต่อหนึ่งครั้ง เป็นระยะเวลาทั้งหมด 3 เดือน

4.2.1 อุณหภูมิ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าอุณหภูมิ

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , °C	32.9	29.5	26.0	26.5	26.0	28.2
น้ำผ่านการตกตะกอน , °C	32.9	28.0	26.0	27.0	26.0	28.0
น้ำจากถังน้ำใส , °C	32.9	28.0	26.0	26.9	26.0	28.0
3 กม.จากโรงประปา , °C	32.9	28.0	24.0	26.0	26.0	27.4



รูปที่4.11 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิ

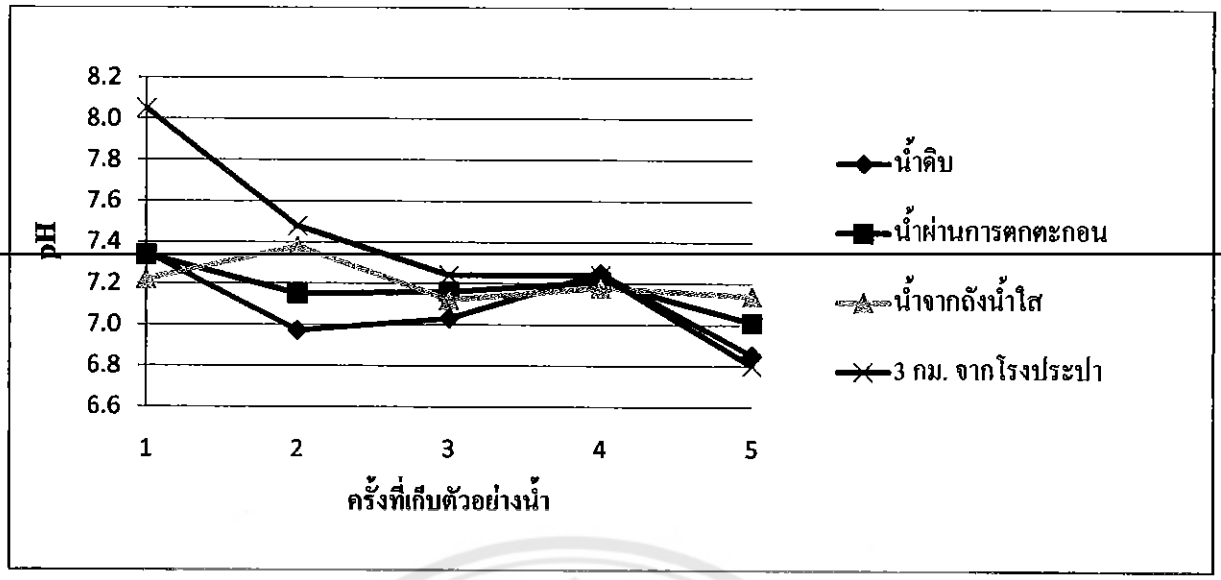
อุณหภูมิ เป็นสมบัติทางกายภาพ มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตน้ำประปา เช่น **การฆ่าเชื้อโรค อุณหภูมิ มีผลต่อ**อัตราการฆ่าเชื้อโรคของสารเคมี เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้เชื้อโรคถูก**ฆ่าได้อย่างรวดเร็ว และเชื้อโรคมี**อัตราการเจริญเติบโตแปรผันกับอุณหภูมิ

วิเคราะห์ค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 24-32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะลดต่ำ**ลงในช่วงเดือน** ธันวาคม-มกราคม

4.2.2 **พีเอช**

ตารางที่ 4.2แสดงค่า**พีเอช**

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	7.35	6.97	7.03	7.25	6.85	7.09
น้ำผ่านการตกตะกอน	7.34	7.15	7.16	7.21	7.01	7.17
น้ำจากถังน้ำใส	7.22	7.38	7.12	7.18	7.14	7.21
3 กม.จากโรงประปา	8.05	7.48	7.24	7.24	6.80	7.36



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าพีเอช

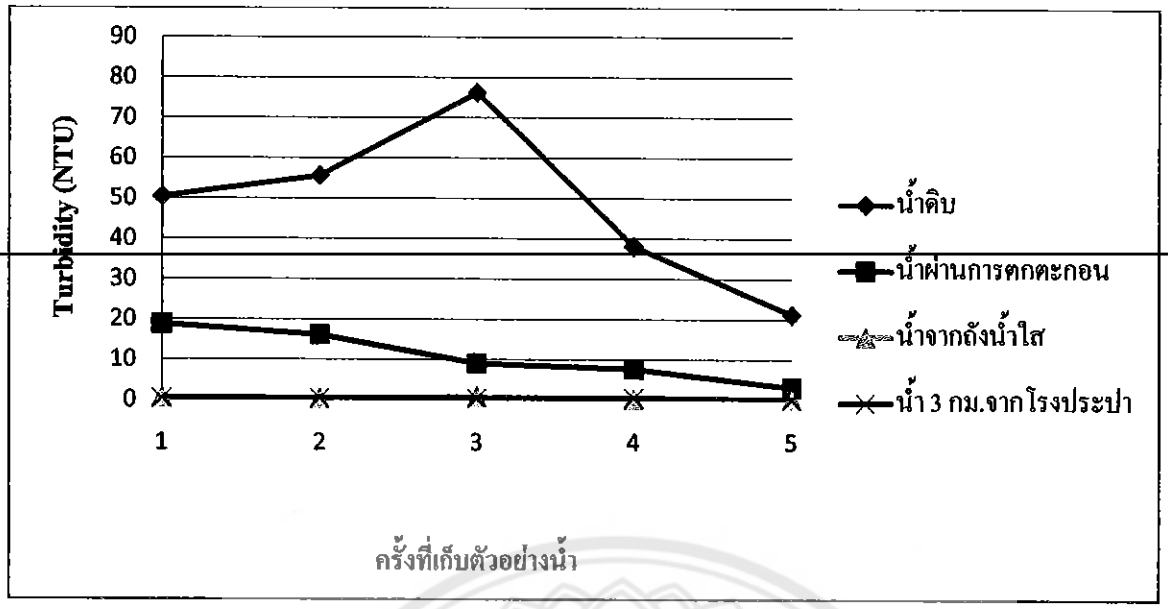
พีเอชเป็นสมบัติทางเคมี ที่สำคัญของน้ำ การหาค่าพีเอช คือการวัดค่า**ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน**หรือการวัดถึงความสามารถของกรดหรือด่างที่มีปฏิกิริยากับน้ำแล้วแตกตัวให้**ไฮโดรเจนอิออน**น้ำบริสุทธิมีค่าพีเอชเป็น 7 ปกติแล้วน้ำธรรมชาติจะมีค่าพีเอชต่ำกว่า 7 **เล็กน้อย**

จากการวิเคราะห์ พีเอชของน้ำมีค่าใกล้เคียงกันมากและอยู่ระหว่าง 7-8 เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ที่แบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ อยู่ในน้ำดิบประเภทที่ 2-4 และเมื่อเทียบมาตรฐานแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา อยู่ในช่วงค่าที่ยอมให้ คือ 5-9ส่วนพีเอชของน้ำประปามีค่าเฉลี่ย 7.21 อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค คือ 6.0-8.5

4.2.3 ความขุ่น

ตารางที่4.3 แสดงค่าความขุ่น

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , NTU	50.45	55.60	76.20	38.10	21.20	48.31
น้ำผ่านการตกตะกอน , NTU	18.85	16.20	9.13	7.75	3.16	11.02
น้ำจากถังน้ำใส , NTU	0.68	0.43	0.81	0.30	0.26	0.50
3 km. จากโรงประปา , NTU	0.47	0.43	0.47	0.56	0.20	0.43



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงค่าความขุ่น

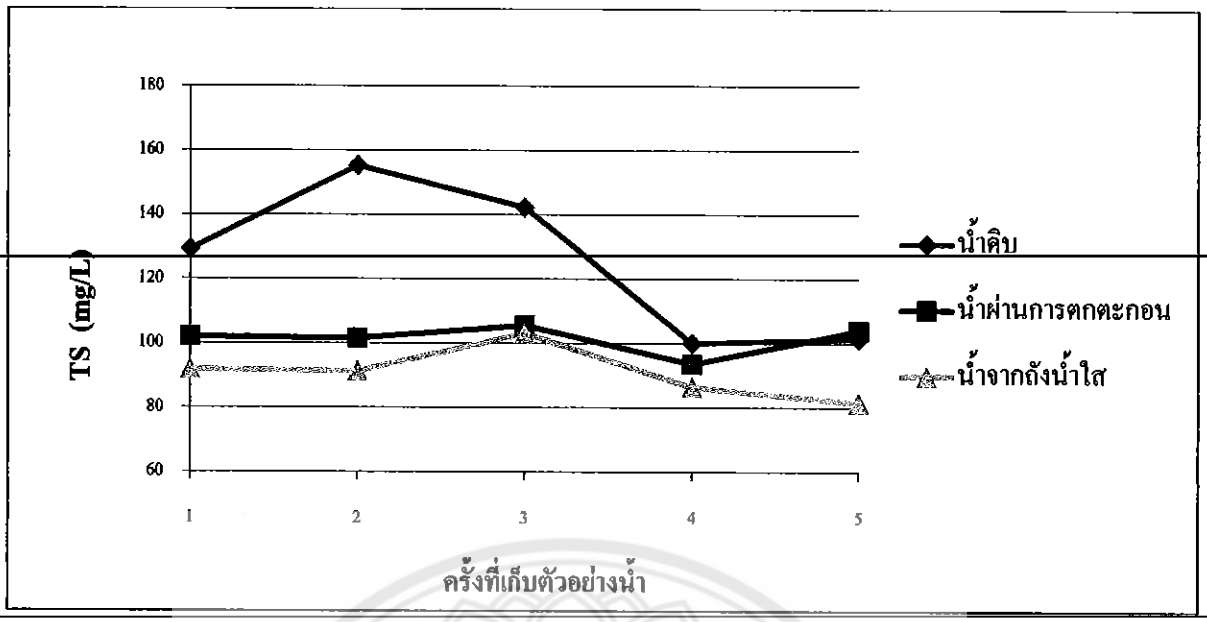
ความขุ่นเกิดสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดินเหนียว สาหร่ายเซลล์เดียว ที่มีขนาดเล็กมากๆ ทำให้เกิดการหักเหของแสง จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่นดูแล้วไม่น่าใช้ ความขุ่นจึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินใจอุปโภคบริโภคได้

จากผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นที่ได้ของน้ำประปา มีอยู่ระหว่าง 0.2- 0.68NTU มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาคกำหนดไว้ที่ 5 NTU ดังนั้นค่าความขุ่นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นเฉลี่ยเมื่อผ่านการตกตะกอนและถังน้ำใส เท่ากับ 77%, 98% ตามลำดับ

4.2.4 ของแข็งทั้งหมด

ตารางที่4.4 แสดงค่าของแข็งทั้งหมด

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , มล./ล.	129.27	155.24	142.29	100.07	101.43	125.66
น้ำผ่านการตกตะกอน ,มล./ล.	102.06	101.57	105.61	93.61	104.01	101.37
น้ำจากถังน้ำใส , มล./ล.	91.93	91.24	103.08	86.37	81.39	90.80



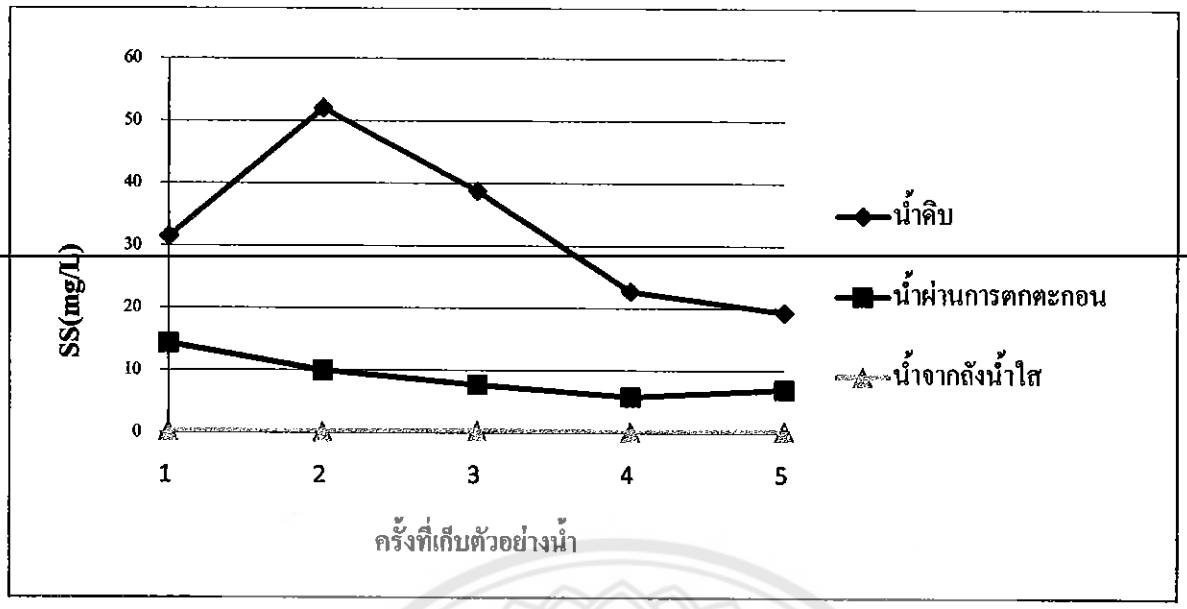
รูปที่4.14 กราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์ น้ำในถังใสมีค่าของแข็งทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 90.8มก./ล. ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาค(ไม่เกิน 600มก./ล.)

4.2.5 ของแข็งแขวนลอย

ตารางที่4.5 แสดงค่าของแข็งแขวนลอย

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , มล./ล.	31.50	52.00	38.75	22.67	19.33	32.85
น้ำผ่านการตกตะกอน , มล./ล.	14.33	10.00	7.73	5.80	7.00	8.97
น้ำจากถังน้ำใส ,มล./ล.	0.25	0.14	0.30	0.14	0.29	0.22



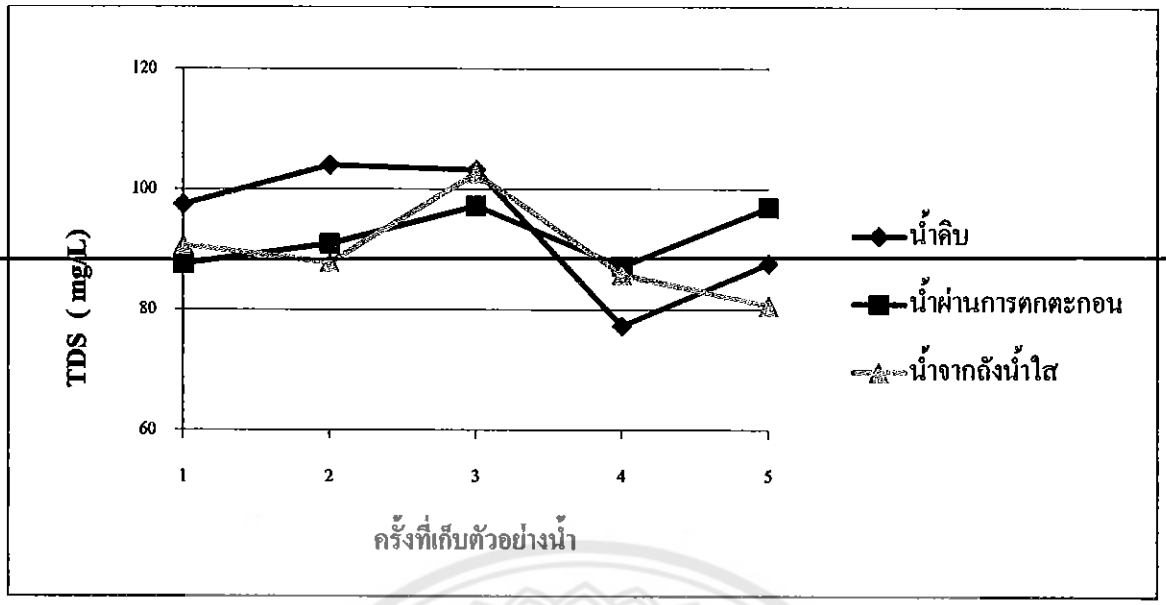
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่าของแข็งแขวนลอย

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแต่ละระบบค่าของแข็งแขวนลอยจะลดลงเรื่อยๆ จนน้ำที่ผ่านถังกรองมีค่า 0.22 มก./ล. แสดงว่าถังกรองมีประสิทธิภาพสูงและประสิทธิภาพการบำบัดของของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย เมื่อผ่านถังตกตะกอนและน้ำถังน้ำใส เท่ากับ 72% , 99% ตามลำดับ

4.2.6 ของแข็งละลายน้ำ

ตารางที่4.6 แสดงค่าของแข็งละลายน้ำ

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ ,มล./ล.	97.50	104.00	103.25	77.33	87.67	93.95
น้ำผ่านการตกตะกอน , มล./ล.	87.67	91.00	97.27	87.20	97.00	92.03
น้ำจากถังน้ำใส , มล./ล.	90.75	87.86	102.70	85.86	80.71	89.57



รูปที่4.16กราฟแสดงค่าของแข็งละลายน้ำ

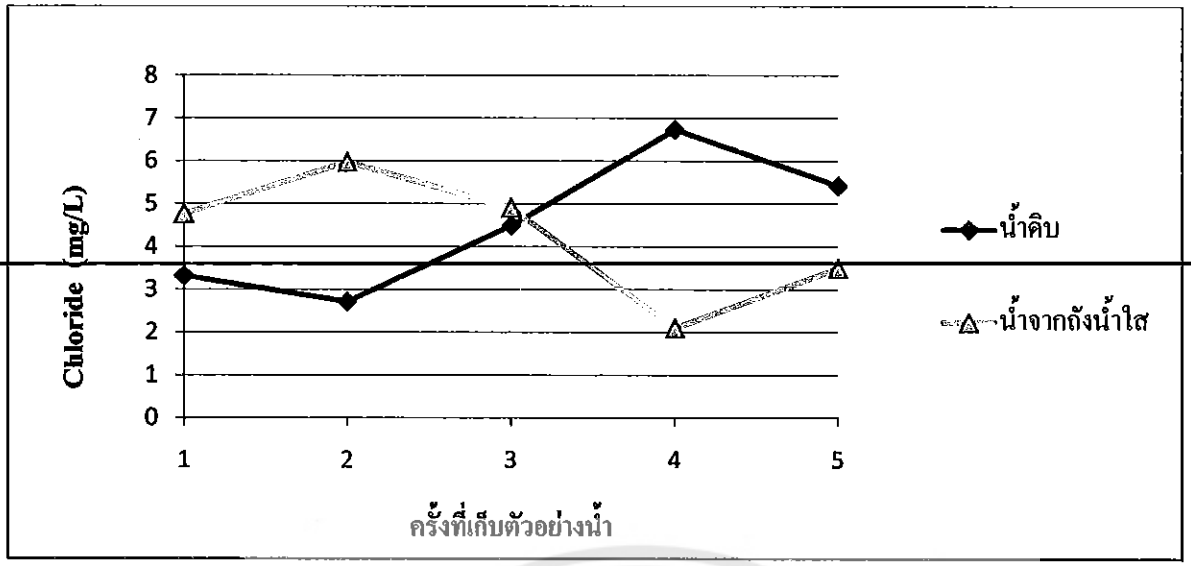
ของแข็งละลายน้ำสูงอาจไม่เหมาะกับการนำไปใช้ เช่น อาจมีกลิ่นและรส ที่ไม่น่าดื่ม อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนระบบท่อส่งน้ำ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าน้ำประปาที่วัดได้เฉลี่ยที่ 90 มก./ล.ซึ่งมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งกำหนดไว้ที่ 600 มก./ล.ส่วนค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำดิบมีค่า 93.95 มก./ล.ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัยมีค่าไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้ (1,500มก./ล.)

4.2.7 คลอไรด์

ตารางที่4.7 แสดงค่าคลอไรด์

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , มล./ล.	3.32	2.71	4.49	6.73	5.42	4.53
น้ำจากถังน้ำใส, มล./ล.	4.77	5.98	4.91	2.10	3.50	4.25



รูปที่4.17 กราฟแสดงค่าคลอไรด์

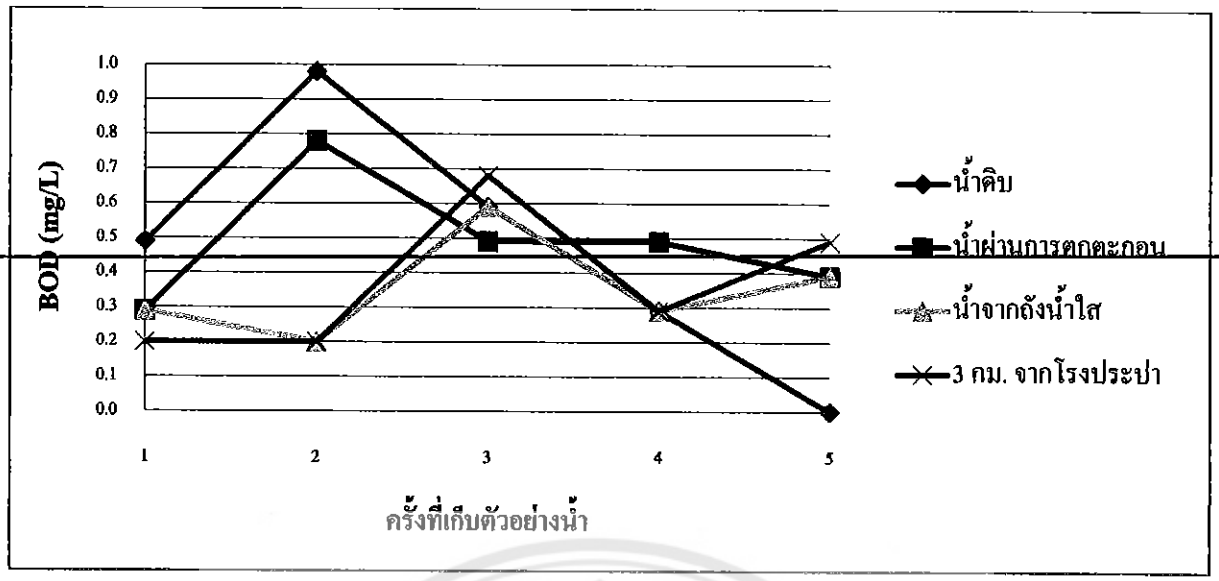
คลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจใช้เป็นดัชนีความสกปรกได้ ปริมาณ**คลอไรด์ในน้ำทำให้เกิดรสเค็ม** แต่ระดับความเค็มของน้ำขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆได้ด้วย **การที่มีคลอไรด์ในปริมาณที่สูง** จึงไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์น้ำดิบและน้ำประปาค่าคลอไรด์มีค่าระหว่าง 2-5 มก./ล. และ**คลอไรด์ในน้ำประปาเฉลี่ยมีค่า** 4.25มก./ ล. ผ่านมาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาคได้กำหนดน้ำประปาควรมีคลอไรด์ไม่เกิน 250 มก./ล.

4.2.8 **บีโอดี**

ตารางที่4.8 แสดงค่าบีโอดี

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ, มล./ล.	0.49	0.98	0.59	0.29	o.40	0.59
น้ำผ่านการตกตะกอน , มล./ล.	0.29	0.78	0.49	0.49	0.39	0.49
น้ำจากถังน้ำใส , มล./ล.	0.29	0.2	0.59	0.29	0.39	0.35
3 km. จากโรงประปา , มล./ล.	0.2	0.2	0.68	0.29	0.49	0.37



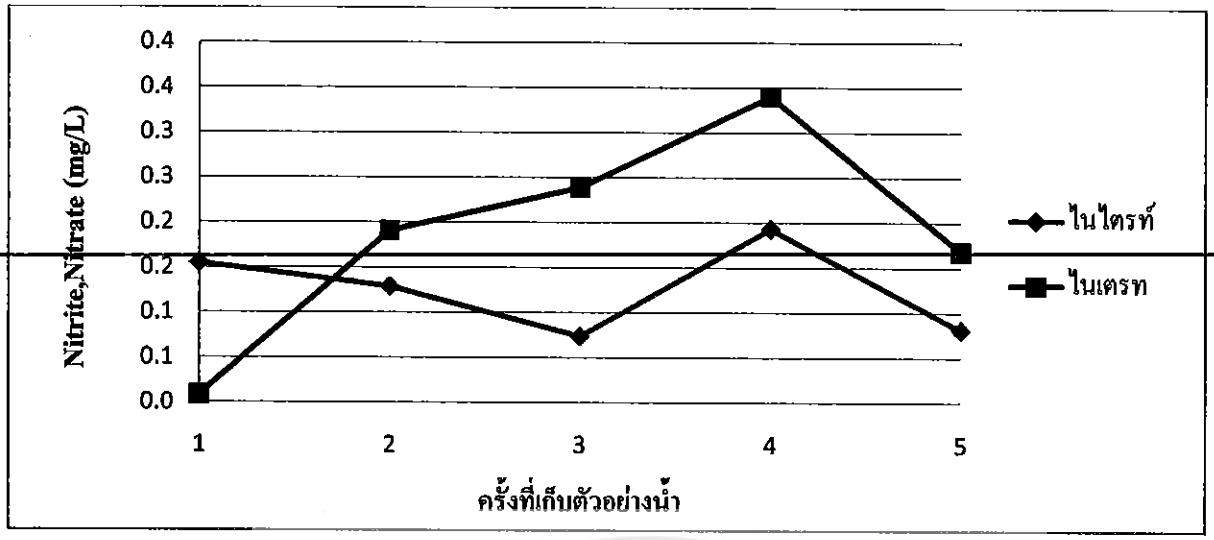
รูปที่4.18 กราฟแสดงค่าบีโอดี

จากการวิเคราะห์ พบว่า ค่า บีโอดีน้ำดิบที่ได้มีค่า 0.3-1 มก./ล. ซึ่งเมื่อเทียบมา**ตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ**ผิวดิน ที่แบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ อยู่ในช่วงประเภท**ที่** 2 **และเมื่อเทียบมาตรฐานแหล่ง**น้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา ผ่านมาตรฐานที่ยอมให้ คือ 6 มก./ล.

4.2.9 ไนไตร์ท-ไนโตรเจน**และ** ไนเตรท-ไนโตรเจน

ตารางที่4.9 แสดงค่าไนไตร์ท-ไนโตรเจนและ ไนเตรท-ไนโตรเจน

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
ไนไตรท , มล./ล.	0.16	0.13	0.07	0.19	0.08	0.13
ไนเตรท , มล./ล.	0.01	0.19	0.24	0.34	0.17	0.19



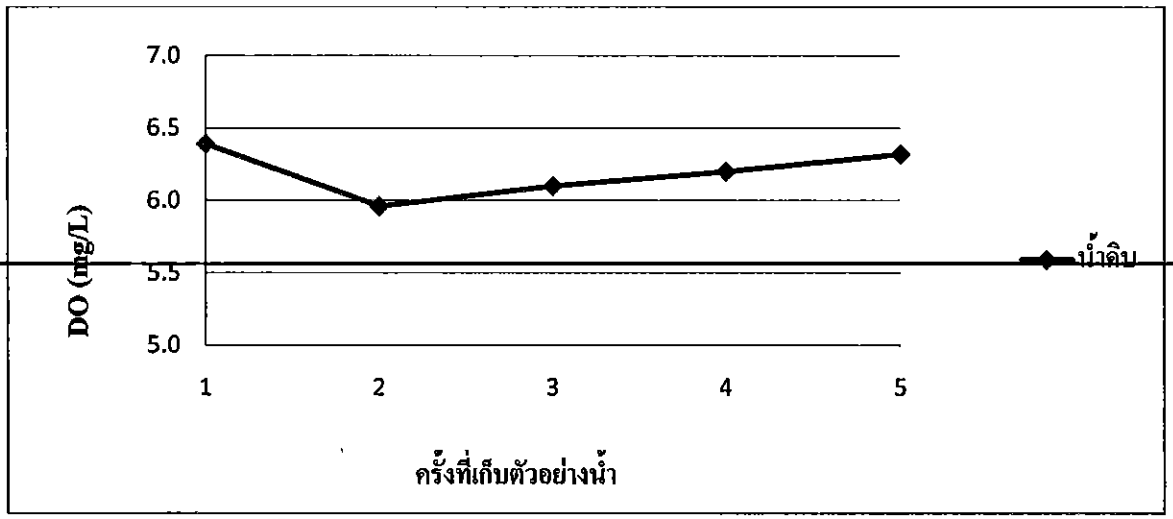
รูปที่4.19 กราฟแสดงค่าไนไตร์ท-ไนโตรเจนและ ไนเตรท-ไนโตรเจน

จากผลการทดลอง ค่าไนไตร์ท-ไนโตรเจนและ ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำดิบมีค่าน้อยมากเฉลี่ยเท่ากับ 0.13และ0.19 มก./ล.มาตรฐานน้ำผิวดินสำหรับการผลิตน้ำประปากำหนดค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนและ ไนเตรท-ไนโตรเจนไว้ที่ 5 มก./ล. as N ซึ่งเท่ากับ 22 มก./ล. as NO_3ค่าที่ได้ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.10 ออกซิเจนละลายน้ำ

ตารางที่4.10 แสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำ

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ , มล./ล.	6.39	5.96	6.10	6.20	6.32	6.19



รูปที่4.20กราฟแสดงออกซิเจนละลายน้ำ

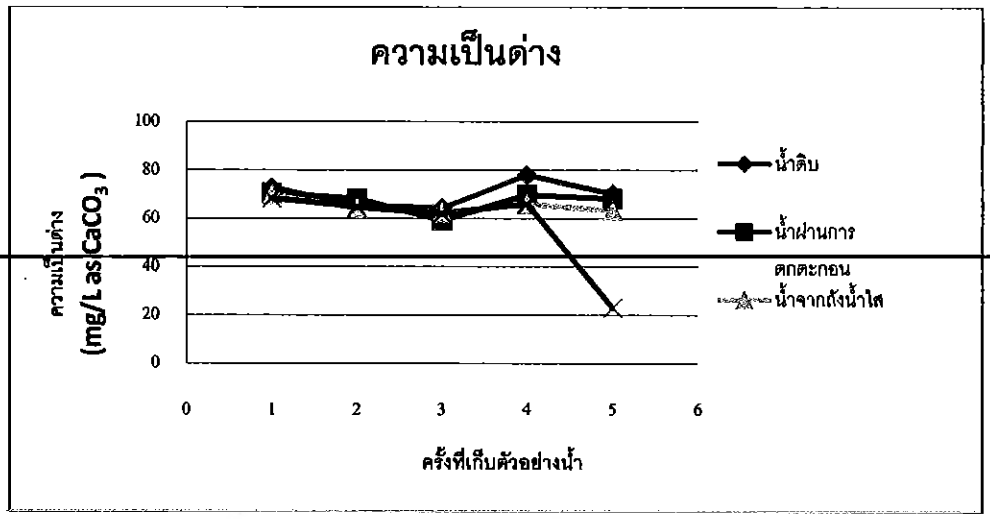
ออกซิเจนในน้ำจะถูกใช้โดยจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ค่า DO ลดต่ำลง แต่ถ้า DO สูงในระดับค่าอิ่มตัวแสดงว่าน้ำมีความสะอาด ค่า DO อาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถ้าความสกปรกของน้ำได้

จากการวิเคราะห์ ค่า ออกซิเจนในน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.19 มก./ล. ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2(≥6.0 มก./ล.)

4.2.11 ความเป็นด่าง

ตารางที่4.11 แสดงค่าความเป็นด่าง

ครั้งที่ / จุดเก็บน้ำ	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
น้ำดิบ	72.75	65.57	64.41	77.99	70.23	70.19
น้ำผ่านการตกตะกอน , มล./ล. as $CaCO_3$	70.62	68.29	59.36	69.84	68.29	67.28
น้ำจากถังน้ำใส , มล./ล. as CaCO3	69.84	64.41	62.47	65.96	63.24	65.18
3 กม.จากโรงประปา ,มล./ล. as CaCO3	68.29	64.8	62.08	65.98	23.05	56.84



รูปที่4.21 กราฟความเป็นด่าง

ความเป็นด่างเป็นสมบัติของน้ำตามธรรมชาติที่แสดงถึงความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ เพื่อรักษาพีเอชของน้ำให้อยู่ในช่วง 6.0-8.5 เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงระดับ Hydroxide(OH^-), Carbonate(CO_3^{2-}) และ Bicabornate(HCO_3^-) ในน้ำ น้ำที่มีความเป็นด่าสูงจะมีความสามารถในการต้านทานความเปลี่ยนแปลงพีเอชได้ดี ซึ่งมีประโยชน์ในการควบคุมพีเอชและการเกิดปฏิกิริยาได้เคมีต่างๆ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเป็นด่างมีค่า 60-78 มก./ล. as $CaCO_3$ซึ่งค่าความเป็นด่างมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของกระบวนการกวนเร็วในการผลิตน้ำประปา และในกรณีที่ความเป็นด่างต่ำ อาจต้องเติมความเป็นด่าง เช่น ปูนขาวลงไปละลายน้ำก่อนเติมสารส้ม

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาพรหมพิราม

4.3.1 ประสิทธิภาพในปัจจุบัน

ตารางที่4.12 แสดงจำนวนประชากรของอำเภอพรหมพิราม

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร(คน)
2552	12,629
2553	13,092
2554	13,132

อัตราในการสูบจ่ายเฉลี่ย = 100 m^3/hr

อัตราการใช้น้ำ

ตารางที่ 4.13 แสดงอัตราการใช้น้ำของประชากรของพรหมพิราม

ปี พ.ศ.	ประชากร(คน)	อัตราการใช้(ลิตรต่อคนต่อวัน)
2552	12,629	190
2553	13,092	183
2554	13,132	182

การกวนช้า

ปริมาตรกวนช้า = กว้างx ยาว x ลึก

= 7.40 x 3.45 x 2.0

= 51.06 m^3

อัตราการไหลของแต่ละถัง

$Q = V/t$

เวลากักน้ำ, $t = V/Q$

$$= \frac{51.06 \times 60}{100}$$

= 30 นาที

(จากเกณฑ์การออกแบบกำหนด เวลากักน้ำ = 20 - 50min)

ฉะนั้น เวลากักน้ำบริเวณการกวนช้า 30 นาที

$$G^{2.8} = \frac{44 \times 10^5}{C \times t} \quad \text{(ความเข้มข้นสารส้ม = 30 mg/l)}$$

$$= \frac{44 \times 10^5}{30 \times 30}$$

velocity gradient, G = 21 s^{-1}

(จากเกณฑ์การออกแบบกำหนด Velocity Gradient = 20 - 50 s^{-1})

การตกตะกอน

ปริมาตรถังตกตะกอน = กว้างx ยาว x ลึก

= 3.50x 12.50 x 4.80

= 210 m^3

เวลากักน้ำ , t = $\frac{V}{Q}$

= $\frac{210}{100}$

= 2.10 ชั่วโมง

ฉะนั้น เวลากักน้ำในถังตกตะกอน2.10ชั่วโมง

(จากเกณฑ์การออกแบบกำหนดเวลากักน้ำ = 1 - 6 hr)

อัตราการกรองน้ำ

$A_{req} = \frac{Q}{u_f}$

$u_f = \frac{Q}{A_{req}}$

ถังกรองแบ่งเป็น 3ถัง

ปริมาตรถังกรอง = กว้างx ยาว x ลึก

= 5x 3.5 x2

= 35 m^3

$u_f = \frac{100}{5x\ 3.5}$

อัตราการกรองน้ำ = 5.7 m^3/m^2-hr

(จากเกณฑ์การออกแบบกำหนดอัตราการกรอง = 4 - 6m^3/m^2-hr)

4.3.2 ประสิทธิภาพในอนาคต

ทำนายจำนวนประชากรในอนาคตปี พ.ศ. 2559

<u>วิธีใช้สมการคำนวณที่เหมาะกับการทำนายประชากรระยะสั้น(1-5ปี)</u>

สูตร $y_m = \frac{y_1 + (y_1 - y_e)(t_m - t_e)}{(t_1 - t_e)}$

<u>บุคลากร</u> $y_{2574} = \frac{13132 + (13132 - 12629)(2559 - 2552)}{(2554 - 2552)}$

$y_{2559} = 14,892$ คน

ในปีพ.ศ. 2559จะมีจำนวนประชากรอำเภอพรหมพิราม14,892คน

ทำนายอัตราการใช้น้ำในอนาคตปี พ.ศ. 2559

ระบบผลิตน้ำประปาพรหมพิราม

$Q_{max} = 100$ $m^3/hr.$

$= 2400$ $m^3/d.$ (เมื่อเดินระบบเต็มกำลังการผลิตตลอด 24hr.)

อัตราการใช้น้ำ 161 ลิตรต่อคนต่อวัน

อัตราการใช้ (m^3/คน.วัน) $= Q \times Pop.$

$Q = \frac{161 \times 14,892}{1000 \times 24}$

$= 99.9 m^3/hr.$

$Q = 99.9$ $m^3/hr.$ น้อยกว่า 100 $m^3/hr.$

ดังนั้นอัตราการใช้น้ำเพียงพอสำหรับ 5ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2574)

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุปคุณภาพน้ำตัวอย่าง

จากคุณภาพของน้ำตัวอย่างของระบบผลิตน้ำประปาพรหมพิรามซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของแหล่งน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานของน้ำผิวดิน

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐานน้ำผิวดิน	
			ค่ามาตรฐาน	ประเภทน้ำ
1.อุณหภูมิ	°C	28	ธ`	2
2.พีเอช	-	7	5.0-9.0	2-4
2.ออกซิเจนละลายน้ำ	มก./ล.	6.19	≥4	2
3.บีโอดี	มก./ล.	0.45	2	2
4.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	5	2

หมายเหตุ ธ` คือ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิธรรมชาติเกิน 3 องศา

อ้างอิงจากตารางที่ 2.3 มาตรฐานน้ำผิวดินทั่วไป

ตารางที่ 5.2 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัย

พารามิเตอร์	หน่วย	มาตรฐานน้ำดิบ		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุดที่ยอมให้	ผล
1.พีเอช	-	7	5-9	ผ่าน
2.บีโอดี	มก./ล.	0.45	6	ผ่าน
3.ของแข็งละลายทั้งหมด	มก./ล.	93.95	1,500	ผ่าน
4.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	10	ผ่าน

อ้างอิงจาก ตารางที่ 2.6 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อการประปาของกรมอนามัย

สรุป

จากตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยของแหล่งน้ำดิบที่มีค่าอุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และ ไนเตรท อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดลองเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปาส่วนภูมิภาค

พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำประปา(ค่าเฉลี่ย)	มาตรฐานน้ำประปา	ผล
1.พีเอช	-	7	6.5-8.5	ผ่าน
2.ความขุ่น	NTU	0.5	5	ผ่าน
3.ของแข็งทั้งหมด	มก./ล.	90	600	ผ่าน
4.คลอไรด์	มก./ล.	4.25	250	ผ่าน
5.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	50	ผ่าน

อ้างอิงจาก ตารางที่ 2.5 มาตรฐานน้ำประปาตามมาตรฐานการประปาส่วนภูมิภาค

สรุป

จากตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยของทุกพารามิเตอร์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาส่วนภูมิภาคทั้งหมด

5.2 การเปรียบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำกับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละครั้ง

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าของน้ำดิบเทียบกับมาตรฐานของน้ำผิวดิน

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐานน้ำผิวดิน		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
			ค่ามาตรฐาน	ประเภทน้ำ					
1.อุณหภูมิ	C°	28	ธ`	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.พีเอช	-	7	5.0-9.0	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.ออกซิเจนละลายน้ำ	มก./ล.	6.19	≥4	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3.บีโอดี	มก./ล.	0.45	2	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	5	2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าของน้ำดิบเทียบมาตรฐานคุณภาพน้ำดิบเพื่อการผลิตประปาของกรมอนามัย

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1.พีเอช	-	7	5-9	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.บีโอดี	มก./ล.	0.45	6	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3.ของแข็งละลายทั้งหมด	มก./ล.	93.95	1,500	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	10	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าของผลการวิเคราะห์น้ำประปาเทียบกับมาตรฐานของน้ำประปาส่วนภูมิภาค

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5
1.พีเอช	-	7	6.5-8.5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.ความขุ่น	NTU	0.5	5	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3.ของแข็งทั้งหมด	มก./ล.	90	600	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4.คลอไรด์	มก./ล.	4.25	250	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5.ไนเตรท	มก./ล.	0.19	50	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

5.3 ประสิทธิภาพการบำบัด

ตารางที่ 5.7 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด

พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำดิบ	น้ำประปา	ประสิทธิภาพการบำบัด(ร้อยละ)
1.ความขุ่น	NTU	48.31	0.5	99
2.ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	32.85	0.22	99

สรุป

จากตารางที่ 5.7 ประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นและของแข็งแขวนลอยของระบบผลิตน้ำประปาเท่ากับร้อยละ 99 และ 99 ตามลำดับ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรวิเคราะห์พารามิเตอร์เพิ่มเติม เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น
2. ควรเก็บน้ำทั้ง 3 ฤดูเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าในแต่ละพารามิเตอร์
3. ควรศึกษาปริมาณคลอรีนตกค้างที่ถังน้ำใสและเส้นท่อว่ามีมากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรม

1. รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปาเล่มที่1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

2. รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปาเล่มที่2. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

3. ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. วิศวกรรมการประปา.พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:มิตรนราการพิมพ์, 2549

4. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water05.html#s3

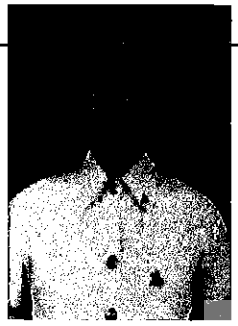
5. การประปานครหลวง: http://www.mwa.co.th/water_technology1.html

6. การประปาส่วนภูมิภาค: http://reg10.pwa.co.th/pwa10/Knowledge/StandWaterUse.php

7.ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม: http://she.cpportal.net/

8.วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง. (2544). คู่มือการวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



ชื่อ นางสาวนันทนา มนตรีราช
ภูมิลำเนา 134 หมู่ 3 ต. กุดเลาะ
อ. เกษตรสมบูรณ์ จ. ชัยภูมิ

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเกษตรสมบูรณ์วิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: doraemonb13@hotmail.com

ชื่อ นายประพันธ์ พรมมาวัน
ภูมิลำเนา 82/1 หมู่.10 ต.ศิลา อ.หล่มเก่า
จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: way_envi@hotmail.com

ชื่อ นางสาวสุภัชชา แสงตาหล้า
ภูมิลำเนา 68 หมู่ 4 ตำบลหัวรอ
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

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